



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **“DISEÑO DE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**

**FREIRE CRUZ ALEX PATRICIO  
VALLE VEGA JUAN JOSE**

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previa a la obtención del Título de:**

## **INGENIERO INDUSTRIAL**

**Riobamba-Ecuador  
2017**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2016-05-30

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

FREIRE CRUZ ALEX PATRICIO  
VALLE VEGA JUAN JOSE

---

Titulado:

**“DISEÑO DE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD E IMPLEMENTACIÓN DEL  
PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA  
FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño  
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Humberto Abelardo Matheu Aguilar  
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

---

Ing. Juan Carlos Cayán Martínez  
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** FREIRE CRUZ ALEX PATRICIO

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:** “DISEÑO DE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

**Fecha de Examinación:** 2017-03-20

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Humberto Abelardo Matheu Aguilar <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Juan Carlos Cayán Martínez <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Marco Homero Almendáriz Puente  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** VALLE VEGA JUAN JOSE

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:** “DISEÑO DE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

**Fecha de Examinación:** 2017-03-20

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Humberto Abelardo Matheu Aguilar <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Juan Carlos Cayán Martínez <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Marco Homero Almendariz Puente  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Nosotros, ALEX PATRICIO FREIRE CRUZ y JUAN JOSE VALLE VEGA, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación denominado “**DISEÑO DE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y me someto a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

---

**Freire Cruz Alex Patricio**  
COD: 1623

---

**Valle Vega Juan Jose**  
COD: 838

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Alex Patricio Freire Cruz y Juan Jose Valle Vega, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Freire Cruz Alex Patricio**

Cédula de Identidad: 160050812-9

---

**Valle Vega Juan Jose**

Cédula de Identidad: 150085058-9

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación le dedico al altísimo Dios por haberme guiado por el camino correcto y no dejarme caer en ningún momento, a mis padres que siempre han estado conmigo Narciza Cruz y Heriberto Freire apoyándome y aconsejándome.

Le dedico especialmente a mi abuelita Luz Medina por darme todo su amor y su apoyo incondicional.

A mis hermanas Erika Freire y Anayelli Cuvi que las quiero mucho.

**Freire Cruz Alex Patricio**

El presente trabajo de titulación está dedicado a mi madre Vilma Vega, porque siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos y a mi padre porque sé que desde donde él se encuentre siempre me estuvo cuidando e iluminado para tomar las mejores decisiones.

A mis abuelitos paternos y maternos, por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis tí@s, a mis prim@s y a mis hermanos Paúl y Luis, por sus palabras de apoyo y compañía.

A Maricela por haber sido un apoyo muy importante durante mi carrera y por haberme dado lo más hermoso que un ser humano puede tener un hijo.

Y de manera muy especial a mi hijo Jorge Eduardo Valle Zumba, por ser la fuerza motriz que me hizo seguir adelante en momentos cuando todo lo creía perdido.

**Valle Vega Juan Jose**

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos a Dios, por bendecirme con la vida y por qué gracias a él he logrado culminar mi carrea.

A mis docentes, Ing. Humberto Matheu. Director del trabajo de titulación, por su valiosa orientación, apoyo y conclusión del mismo, al Ing. Juan Carlos Cayán. Asesor del presente trabajo, quien con su respaldo e interés hizo posible la realización del mismo.

A mis padrinos, amigos y a mi amiga Rocio Ayala, por sus apoyo durante mi carrera por haberme brindado su amistad y conocimientos.

**Freire Cruz Alex Patricio**

A Dios, porque gracias a él he logrado culminar mi carrea y dar este paso tan grande en mi vida profesional.

A mis docentes, Ing. Humberto Matheu. Director del trabajo de titulación, por su valiosa orientación, apoyo y conclusión del mismo, al Ing. Juan Carlos Cayán. Asesor del presente trabajo, quien con su respaldo e interés hizo posible la realización del mismo.

A mis compañeros, amigos y demás docentes de la escuela de Ingeniería Industrial por su colaboración y ayuda.

A todos ellos ¡GRACIAS TOTALES!

**Valle Vega Juan Jose**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 <i>Antecedentes</i> .....	1
1.2 <i>Justificación</i> .....	2
1.3 <i>Objetivos</i> .....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 <i>Definiciones generales</i> .....	4
2.1.1 <i>Accidente</i> .....	4
2.1.2 <i>Lesión</i> .....	4
2.1.3 <i>Condición insegura</i> .....	4
2.1.4 <i>El agente</i> . ....	4
2.1.5 <i>Parte del agente</i> . ....	4
2.1.6 <i>Tipos de accidente</i> . ....	4
2.1.7 <i>Acto inseguro</i> .....	5
2.1.8 <i>Factor personal inseguro</i> .....	5
2.1.9 <i>Gestión en Seguridad e higiene ocupacional</i> . ....	5
2.1.10 <i>La protección contra incendios</i> . ....	5
2.1.11 <i>Emergencia</i> . ....	6
2.1.12 <i>Prevención</i> . ....	6
2.1.13 <i>Protección</i> .....	6
2.1.14 <i>Higiene en el trabajo</i> . ....	6
2.1.15 <i>Seguridad</i> .....	6
2.1.16 <i>Medio ambiente de trabajo</i> .....	7
2.1.17 <i>Peligro</i> . ....	7
2.1.18 <i>Riesgo</i> .....	7
2.1.19 <i>Enfermedad ocupacional</i> . ....	7
2.1.20 <i>Situaciones de Emergencia</i> .....	7
2.1.21 <i>Plan de Emergencia</i> .....	8
2.1.22 <i>Conato de emergencia</i> . ....	8

2.1.23	<i>Emergencia parcial</i> .....	8
2.1.24	<i>Emergencia general</i> .....	8
2.1.25	<i>Incendio</i> .....	8
2.1.26	<i>Explosión</i> .....	8
2.2	<b>Marco legal</b> .....	8
2.2.1	<i>Constitución de la República del Ecuador</i> .....	9
2.2.2	<i>Ley de Seguridad Pública y del Estado</i> .....	10
2.2.3	<i>Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado</i> .....	10
2.2.4	<i>Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomías y Descentralización (COOTAD)</i> .....	11
2.2.5	<i>Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP)</i> .....	11
2.2.6	<i>Plan Nacional de Desarrollo para el “Buen Vivir” 2013- 2017 (Objetivo# 3)</i> .....	11
2.3	<b>Métodos de evaluación de riesgos</b> .....	12
2.3.1	<i>Clasificación de los riesgos según la matriz GTC 45</i> .....	12
2.4	<b>Métodos de evaluación del riesgo de incendio</b> .....	13
2.4.1	<i>Metodo Simplificado Evaluación del riesgo de incendio</i> .....	15
2.4.2	<i>Norma NFPA 10.- Extintores portátiles contra incendios</i> .....	18
2.5	<b>Señalización de seguridad</b> .....	23
2.6	<b>Normativa legal</b> .....	24
2.6.1	<i>Tamaño y diseño de señalización</i> .....	24
2.6.2	<i>Disposiciones para indicaciones de seguridad</i> .....	25
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	
3.1	<b>Información general</b> .....	26
3.2	<b>Organigrama de la Facultad de Mecánica</b> .....	26
3.3	<b>Visión y Misión</b> .....	27
3.4	<b>Diagnóstico de la situación actual de las instalaciones</b> .....	27
3.5	<b>Análisis de la infraestructura del edificio</b> .....	28
3.5.1	<i>Puertas de acceso</i> .....	28
3.5.2	<i>Pasillos</i> .....	28
3.5.3	<i>Escaleras de acceso</i> .....	28
3.5.4	<i>Pasamanos</i> .....	28
3.5.5	<i>Rampas</i> .....	29
3.6	<b>Análisis de riesgos</b> .....	29

3.7	<i>Identificación de amenazas</i> .....	34
3.8	<i>Identificación de vulnerabilidades</i> .....	35
3.9	<i>Probabilidad de ocurrencia</i> .....	37
3.10	<i>Análisis del riesgo de incendio</i> .....	38
3.10.1	<i>Cálculo de la carga térmica ponderada</i> .....	38
3.10.2	<i>Inventario general del edificio</i> .....	39
3.10.3	<i>Datos generales para el cálculo de la carga de fuego</i> .....	40
3.10.4	<i>Cálculos de la Carga de fuego ponderada</i> .....	40
3.10.5	<i>Método Meseri</i> .....	41
3.11	<i>Cálculo estimado de vías y tiempos de evacuación</i> .....	43
3.11.1	<i>Número de ocupantes del edificio</i> .....	44
3.11.2	<i>Cálculo de la vía de evacuación</i> .....	45
3.11.3	<i>Cálculo del tiempo de evacuación</i> .....	46
3.11.4	<i>Tiempo estimado de llegada de las instituciones de servicio público</i> .....	46
<b>4.</b>	<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH</b>	
4.1	<i>Justificación del plan de emergencia</i> .....	48
4.2	<i>Objetivo general</i> .....	49
4.3	<i>Evaluación del riesgo</i> .....	49
4.4	<i>Medios de protección</i> .....	50
4.4.1	<i>Inventario de medios técnicos contra incendios</i> .....	50
4.4.2	<i>Elaboración del mapa de evacuación</i> .....	50
4.4.3	<i>Punto de encuentro</i> .....	50
4.4.4	<i>Rutas de acceso</i> .....	51
4.5	<i>Plan de emergencia</i> .....	51
4.5.1	<i>Clasificación de las emergencias</i> .....	51
4.5.2	<i>Acciones</i> .....	52
<b>5.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH</b>	
5.1	<i>Instalación de los extintores portátiles</i> .....	79
5.2	<i>Instalación de los detectores automáticos de humo</i> .....	80
5.3	<i>Instalación de lámparas de emergencia</i> .....	81
5.4	<i>Instalación del sistema manual de alarma de incendio</i> .....	81

5.5	<i>Instalación de la señalética</i> .....	81
5.6	<i>Instalación del mapa de evacuación</i> .....	82
5.7	<i>Instalación del punto de encuentro</i> .....	82
5.8	<i>Creación de las brigadas de emergencia</i> .....	83
5.9	<i>Capacitación</i> .....	83
5.10	<i>Simulacro</i> .....	83
5.11	<i>Análisis del Método Meseri después de la Implementación</i> .....	84
5.12	<i>Cálculo del tiempo de evacuación después de la implementación</i> .....	85
5.12	<i>Cronograma de costos</i> .....	85
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	<i>Conclusiones</i> .....	86
6.2	<i>Recomendaciones</i> .....	86
	<b>Bibliografía</b> .....	<b>88</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Análisis de la evaluación cuantitativa.....	18
<b>2</b>	Análisis de la evaluación taxativa.....	18
<b>3</b>	Dimensiones para pictogramas de seguridad.....	25
<b>4</b>	Determinación del nivel de deficiencia .....	30
<b>5</b>	Determinación del nivel de exposición.....	30
<b>6</b>	Determinación del nivel de probabilidad.....	30
<b>7</b>	Significado de los diferentes niveles de probabilidad .....	31
<b>8</b>	Determinación del nivel de consecuencias .....	31
<b>9</b>	Determinación del nivel de riesgo .....	31
<b>10</b>	Significado del nivel de riesgo.....	32
<b>11</b>	Identificación de amenazas .....	35
<b>12</b>	Identificación de vulnerabilidades externas en el edificio.....	35
<b>13</b>	Identificación de vulnerabilidades internas en el edificio .....	36
<b>14</b>	Resumen de las vulnerabilidades internas .....	37
<b>15</b>	Grado de peligrosidad de los productos.....	38
<b>16</b>	Riesgo de activación .....	39
<b>17</b>	Datos generales para el cálculo de la carga de fuego .....	40
<b>18</b>	Resumen de los cálculos de la carga de fuego del edificio.....	41
<b>19</b>	Análisis metodo de evaluación del riesgo de incendio actual .....	42
<b>20</b>	Uso del edificio de laboratorios de la facultad de mecánica.....	44
<b>21</b>	Niveles de riesgo.....	52
<b>22</b>	Clasificación del extintor fuego clase A .....	53
<b>23</b>	Clasificación de extintor fuego clase B .....	54
<b>24</b>	Clasificación del extintor fuego clase C .....	54
<b>25</b>	Resumen de clasificación de extintor. ....	55
<b>26</b>	Seleccionamiento de la capacidad de extintor P.Q.S multipropósito .....	55
<b>27</b>	Resumen de las características del extintor seleccionado.....	56
<b>28</b>	Clasificación del extintor fuego clase A .....	56
<b>29</b>	Clasificación de extintor fuego clase B .....	57
<b>30</b>	Clasificación de extintor fuego clase C .....	57
<b>31</b>	Resumen de clasificación de extintor. ....	58
<b>32</b>	Seleccionamiento de la capacidad de extintor P.Q.S multipropósito .....	58
<b>33</b>	Resumen de las características del extintor seleccionado.....	59
<b>34</b>	Análisis del riesgo de incendio Meseri una vez implementado.....	84
<b>35</b>	Comparación de los implementos de lucha contra incendios .....	85
<b>36</b>	Costos de implementación .....	85

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>1</b>	Pirámide de Kelsen ..... 9
<b>2</b>	Fuego Clase A..... 21
<b>3</b>	Fuego Clase B..... 21
<b>4</b>	Fuego Clase C..... 21
<b>5</b>	Fuego Clase D..... 22
<b>6</b>	Fuego Clase K..... 22
<b>7</b>	Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad ..... 24
<b>8</b>	Diseño y Significado de indicaciones de Seguridad..... 25
<b>9</b>	Orgánico estructural de la Facultad de Mecánica..... 26
<b>10</b>	Fachada frontal del edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica..... 27
<b>11</b>	Escaleras de acceso al primer piso..... 28
<b>12</b>	Porcentaje de factores de riesgo existentes en el edificio ..... 32
<b>13</b>	Amenaza sísmica en el Ecuador ..... 33
<b>14</b>	Volcanes potencialmente activos cerca de la ciudad de Riobamba..... 34
<b>15</b>	Relación entre el número de personas evacuadas y el tiempo de evacuación ..... 43
<b>16</b>	Escalera de evacuación del edificio ..... 45
<b>17</b>	Tiempo de llegada del cuerpo de bomberos al edificio ..... 47
<b>18</b>	Tiempo de llegada de la Policía Nacional al edificio ..... 47
<b>19</b>	Ubicación posicional del edificio de laboratorios..... 49
<b>20</b>	Acceso principal del edificio ..... 51
<b>21</b>	Esquema de distancia de observación normal de una señal de seguridad ... 61
<b>22</b>	Dimensiones de un rotulo cuadrado o rectangular..... 63
<b>23</b>	Conformación de las brigadas de emergencia ..... 66
<b>24</b>	Protocolo detección de la emergencia ..... 75
<b>25</b>	Protocolo activación de la alarma ..... 76
<b>26</b>	Instalación del extintor portátil ..... 79
<b>27</b>	Ubicación de las franjas de seguridad para los extintores portátiles. .... 80
<b>28</b>	Detector de humo tipo iónico..... 80
<b>29</b>	Lámparas de emergencia ..... 81
<b>30</b>	Sistema manual de alarma de incendio..... 81
<b>31</b>	Colocación de la señalética de riesgos y de evacuación..... 82
<b>32</b>	Instalación del punto de encuentro ..... 82
<b>33</b>	Capacitación de los implementos de lucha contra incendio ..... 83

## LISTA DE ABREVIACIONES

IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
MT	Ministerio del Trabajo.
MSP	Ministerio de Salud Pública.
NTP	Norma Técnica de Protección.
GTC	Guía Técnica Colombiana.
OHSAS	Salud Ocupacional y Series de Evaluación de la Seguridad.
BS	British Standards.
NFPA	Asociación Nacional de Protección Contra Incendios.
FRAME	Fire Risk Assessment Method for Engineering.
MESERI	Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio.
SGR	Secretaria de Gestion de Riesgos.
SIMP	Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos.
HISM	Hoja de Información de Seguridad del Material.
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana.
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.
ISO	Organización Internacional de Estandarización.
CAD	Diseño asistido por computadora.
CAM	Fabricación asistida por computadora.
SAE	Índice de clasificación de la viscosidad de la Society of Automotive Engineers.
UL	Underwriters Laboratories.
PQS	Polvo químico seco.
NTP	Norma Técnica Peruana.
USSO	Unidad de Seguridad y Salud Ocupacional.
MICSE	Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos.

## LISTA DE ANEXOS

- A** Matriz GTC 45.
- B** Mapa de riesgos.
- C** Cálculos de la carga de fuego ponderada.
- D** Mapa de evacuación.
- E** Dimensiones para rótulos cuadrados y rectangulares de la normativa NTE INEN-878.
- F** Instalación de señales de seguridad de la normativa NTP 399.010-1.
- G** Distribución de los extintores portátiles.
- H** Diseño de un puesto de extinción.
- I** Revisión trimestral de extintores.
- J** Distribución de los detectores de humos iónicos.
- K** Distribución de la Señalética de Riesgos y de Evacuación.
- L** Tabla de asignación de los brigadistas.
- M** Imágenes de la capacitación.
- N** Cartillas de simulacro.

## RESUMEN

El enfoque principal del trabajo de titulación es aplicar la normativa técnico legal en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como la identificación y valoración de los factores de riesgos más influyentes en los puestos de trabajo del edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica. En la primera etapa del desarrollo del proyecto, la finalidad es el estudio de la situación actual de la infraestructura de la instalación mediante la normativa vigente UNIT-ISO 21542:2011 Construcción de edificio-Accesibilidad y usabilidad del entorno edificado, determinando así las fortalezas y debilidades en el establecimiento, con lo cual se procederá al análisis de la información centrándose en las falencias encontradas. Una vez realizado el análisis de la situación actual, se procederá a identificar los puestos de trabajo en las dependencias, que a su vez nos permitirá realizar el análisis de los factores de riesgos de trabajo de cada puesto identificado mediante la guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional Guía Técnica Colombiana (GTC45). Para llevar a cabo el plan de prevención de riesgos se ha propuesto: Implementación de señalética vertical de seguridad y contra incendios, EPP's, equipos y medios de control contra incendios, brigadas de emergencia; generando como resultado establecer directrices para la adecuación y/o mejora de los niveles de seguridad en el edificio. Mediante la evaluación y propuesta del plan de prevención de riesgos se disminuirá o mitigará los factores de riesgo preponderantes a los cuales están expuestos los estudiantes, docentes, técnicos y personal administrativo generando así un ambiente de trabajo seguro, se recomienda adoptar las medidas preventivas y correctivas, así como sistemas de control y seguimiento de la prevención de riesgos en el edificio.

**PALABRAS CLAVES:** <RIESGOS LABORALES>, <EPP (EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL)>, <GTC (GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA)>, <MESERI (MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS DE RIESGO DE INCENDIO)>, <UNIT (INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS)>, <PLAN DE PREVENCIÓN>, <PLAN DE EMERGENCIA>, <MAPA DE EVACUACIÓN>.

## **ABSTRACT**

The main focus of this undergraduate work is to apply the legal technical and legal regulations in terms of work security and wellbeing, as well as the identification and assessment of the most significant work place risk factors of the laboratory building from the Mechanics Faculty. In the first stage of the project development, the objective is the study of the current situation of the facilities infrastructure through the standing regulation UNIT-ISO 21542:2011. Building construction, accessibility and usability of the constructed habitat, and so to determine the strengths and weaknesses of the facilities, with which we will proceed to the analysis of the information focusing on the encountered flaws. Once the current condition analysis has been complete, we will continue to identify the jobs on the premises, which in turn will allow us to perform the analysis of the work risk factors of each identified post through the Colombian Technical Guide (GTC 45) for the identification of hazards and valuation of risks in security and occupational health. To carry out the plan for risk prevention, we have proposed: the application of vertical signage for security and fire protection, PPE, fire protection equipment and means of control and emergency brigades, creating as a result the enactment of guidelines for the adaptations and/or upgrade of the building's safety levels. Through the assessment and proposal of the risk factors for which the students, teachers, technicians and administrative staff are exposed to, thus bringing about a safe working environment. It is recommended to embrace the preemptive and corrective processes, as well as the systems for risk prevention control and follow-up of the building.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 *Antecedentes*

El anhelo que tenían los chimboracenses de tener una universidad como las existentes en Quito y Guayaquil, para que los ciudadanos de la provincia y las ciudades cercanas puedan prepararse y prosperar en el país.

Según el sitio web institucional “la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es una institución de educación superior que tiene su origen en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, creado según Decreto de Ley No 69-09, del 18 de abril de 1969, expedido por el Honorable Congreso Nacional y publicado en el Registro Oficial No. 173 del 7 de mayo de 1969. Inició sus labores académicas el 2 de mayo de 1972 con las Escuelas de Ingeniería Zootécnica y Licenciatura en Nutrición y Dietética. Luego inauguró la Escuela de Ingeniería Mecánica el 3 de abril de 1973. El 28 de septiembre de 1973 se anexa la Escuela de Ciencias Agrícolas de la PUCE, adoptando la designación de Escuela de Ingeniería Agronómica.

Posteriormente cambia la denominación a Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), mediante Ley No. 1223 del 29 de octubre de 1973, publicada en el Registro Oficial No. 425 del 6 de noviembre del mismo año. Del 20 de julio de 1978 al 28 de Enero de 1999 se crean las Facultades de Química, Administración de Empresas, Ciencias e Informática y Electrónica y se crean las Escuelas de Doctorado en Física Y Matemática.

Actualmente, la ESPOCH cuenta con 37 carreras profesionales distribuidas en 27 escuelas pertenecientes a siete prestigiosas facultades que son: Salud Pública, Ciencias Pecuarias, Mecánica, Recursos Naturales, Ciencias, Administración de Empresas e Informática y Electrónica y dos extensiones académicas en las provincias de Orellana y Morona Santiago. Además, cuenta con varios programas de profesionalización semi presenciales en importantes ciudades de nuestro país como Ambato, Tena, Puyo, Macas y Francisco de Orellana (Coca)”.

El Edificio de Laboratorios de la Facultad de Mecánica se encuentra ubicado dentro de los predios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el mismo que cuenta con tres plantas. En este edificio funcionan las oficinas del decano y vicedecano con sus respectivas secretarías, áreas de conserjería y aulas de laboratorios.

La presente investigación se basa en la necesidad que tiene el Edificio de Laboratorios de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, de contar con el Diseño de la Gestión de Seguridad e Implementación del Plan de Emergencia, que garantice las condiciones óptimas y seguras de trabajo con el fin de prevenir afecciones a la salud de los estudiantes, docentes y personal administrativo y precautelar la infraestructura y bienes físicos del edificio de laboratorios.

## **1.2 Justificación**

El presente trabajo de titulación se lo realiza con el fin de proteger de amenazas internas y externas como sismos, erupciones volcánicas, incendios; a los estudiantes, docentes y personal administrativo de la Facultad de Mecánica de la Espoch, que utilizan estas instalaciones, esto implica crear la gestión de seguridad y el plan de emergencias que les faciliten a actuar de forma inmediata y segura a dichas situaciones de riesgo.

La posibilidad de que se presente una emergencia en un centro educativo es alta, ya que este tipo de instalaciones se las considera de concurrencia pública al albergar gran cantidad de personas en un momento determinado, que puede producir consecuencias graves si ocurriera un fenómeno natural.

Al término de esta investigación el Edificio de Laboratorios de la Facultad de Mecánica será un edificio seguro ya que contará con señalética, rutas de evacuación, puntos de encuentro y extintores que servirán en caso de algún siniestro dentro del edificio.

El presente estudio se lo realizará tomando como punto de partida el estudio de riesgos y las normas vigentes de nuestro país (IESS, MT, MSP), con la finalidad de brindar un aporte a la Facultad de Mecánica. Los principales beneficiados con esta investigación serán estudiantes, docentes y personal administrativo de la Facultad de Mecánica de la Espoch.

### **1.3       Objetivos**

**1.3.1**       *Objetivo general.* Diseñar la Gestión de Seguridad e Implementar el Plan de Emergencia del Edificio de Laboratorios de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH

**1.3.2**       *Objetivos específicos:*

- Realizar un estudio de la situación actual del edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica.
- Identificar los riesgos en cada puesto de trabajo del edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica.
- Evaluar los riesgos en cada puesto de trabajo del edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica.
- Elaborar el plan de emergencia del edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica.
- Implementar el plan de emergencia del edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Definiciones generales

**2.1.1** *Accidente.* Es todo acontecimiento imprevisto, fuera de control e indeseado, interrumpe el desarrollo normal de una actividad. Se produce por condiciones inseguras relacionadas con el orden físico, maquinas, herramientas, etcétera y por actos inseguros, inherentes a factores humanos. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 183)

**2.1.2** *Lesión.* Es el daño físico que produce un accidente a las personas, consecuencia de una serie de factores, cuyo resultado es el accidente mismo. Este ocurre por dos circunstancias, o por una de ellas cuando menos: el descuido de una persona y la existencia de riesgo físico o mecánico. A la primera se le llama, acto inseguro y es la causa de la mayoría de los accidentes, a la segunda se le denomina condición insegura. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 183)

**2.1.3** *Condición insegura.* Es la condición del agente causante del accidente que pudo y debió protegerse o resguardarse. Ejemplos: iluminación, ventilación, ropa insegura, agentes protegidos de manera deficiente. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 185)

**2.1.4** *El agente.* Es el objeto o sustancia relacionado de manera directa con la lesión. Ejemplos: máquinas, motores, aparatos diversos, vehículos, aparatos eléctricos, herramientas, etcétera. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 184)

**2.1.5** *Parte del agente.* Es la parte específica del agente directamente relacionado con la lesión, que debió protegerse o corregirse. Ejemplos un taladro, el mandril, la broca, los engranajes, etcétera. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 184)

**2.1.6** *Tipos de accidente.* Son los diversos resultados dentro de la secuencia del accidente, con base en varios factores. Ejemplos: golpeado por, contra, cogido en o entre, caída a un mismo nivel, a diferente nivel, resbaladura, sobreesfuerzo, contacto, inclinación, etcétera. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 185)

**2.1.7** *Acto inseguro.* Transgresión de un procedimiento aceptado como seguro, el cual provoca determinado tipo de accidente. Ejemplos: operar sin autorización, a velocidades inseguras, estar desprovisto de seguridad, uso de equipo inadecuado, distracción, no usar equipo de seguridad, etcétera. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 185)

**2.1.8** *Factor personal inseguro.* Es la característica mental o física que ocasiona un acto inseguro. Ejemplos:

- Actitud impropia, desobediencia intencional, descuido, nerviosismo, carácter violento, falta de comprensión de las instrucciones.
- Falta de conocimiento de los factores de seguridad.
- Defectos físicos de la vista, del oído, por fatiga, etcétera. (Ramírez Cavassa, 2002 pág. 185)

**2.1.9** *Gestión en Seguridad e higiene ocupacional.* Se proyecta como un modelo de planeación, ejecución, y evaluación de todas las actividades que se desarrollen, bajo políticas gerenciales que se dirijan hacia un mejoramiento continuo, dentro de un manejo racional de los peligros. (Mancera Fernández, y otros, 2012 pág. XIX)

**2.1.10** *La protección contra incendios.* es un conjunto de acciones destinadas a complementar la acción preventiva para que, en caso de que se inicie, este quede limitado en su propagación y reducidas a sus consecuencias. Sus modalidades son:

- Protección estructural: consiste en diseñar los elementos constructivos y los materiales de forma que constituyan una barrera contra el avance del incendio en caso de que este se produzca, logrando su aislamiento en sectores de incendio controlados. Esto se conoce como sectorización.
- Detección de alarma: consiste en descubrir la existencia de un incendio en un lugar determinado. La alarma supone avisar de forma que se ponga en marcha la evacuación de las personas y la extinción del incendio.

- Extinción: deben planificarse unos medios de lucha contra el fuego de forma que actúen lo antes posible una vez detectado el lugar del incendio. (Galindo Estrada , 2006 págs. 78-79)

**2.1.11 Emergencia.** Aquella situación en la que se ha producido un suceso incontrolado o en la que se prevé razonablemente que se producirá de forma inmediata, un suceso incontrolado del que puedan derivarse daños importantes para las personas, la fauna, la flora, el medio ambiente o el patrimonio, requiriendo una actuación y/o evacuación rápida y segura.

Entre las principales situación de emergencia tenemos:

- Incendios
- Explosiones
- Accidentes graves
- Derrames y/o fugas de productos peligrosos, etc. (Díaz, 2007 pág. 307)

**2.1.12 Prevención.** Técnica de actuación sobre los peligros con el fin de suprimirlos y evitar sus consecuencias perjudiciales. (Díaz, 2007 pág. 32)

**2.1.13 Protección.** Técnica de actuación sobre las consecuencias perjudiciales que un peligro puede producir sobre un individuo, colectividad, o su entorno, provocando daños. (Díaz, 2007 pág. 32)

**2.1.14 Higiene en el trabajo.** Es la aplicación racional y con inventiva de las técnicas que tienen por objeto el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en el lugar de trabajo, que puedan causar enfermedades, perjuicios a la salud e incomodidades entre los trabajadores o miembros de la comunidad. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 págs. 22-23)

**2.1.15 Seguridad.** Es el conjunto de normas, obras y acciones así como los instrumentos técnicos y legislativos requeridos para proteger la vida humana y la propiedad del hombre de la acción de fenómenos destructivos, tanto de los provocados por la naturaleza como los originados por la actividad humana. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 pág. 22)

**2.1.16** *Medio ambiente de trabajo.* Se concibe como las condiciones físicas a aquellas que se encuentran en el lugar de trabajo. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 pág. 22)

**2.1.17** *Peligro.* Cualquier condición de la que se pueda esperar con certeza que cause lesión o daños a la propiedad y/o al medio ambiente y es inherente a las cosas materiales o equipos, están relacionado directamente con una condición insegura. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 pág. 23)

#### Clasificación de los peligros

- Peligro clase A: Una combinación o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida o de alguna parte del cuerpo y/o pérdida considerable e estructuras, equipos o materiales.
- Peligro clase B: Una condición o práctica capaz de causar lesión o enfermedad grave, dando como resultado incapacidad temporal o daño a la propiedad de tipo destructivo, pero no muy extenso.
- Peligro clase C: Una condición o práctica capaz de causar lesión menores no incapacitantes, enfermedad leve, daño menor a la propiedad. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 págs. 23-24)

**2.1.18** *Riesgo.* Es la posibilidad de perdida y el grado de probabilidad de estas pérdidas. La exposición a una posibilidad de accidente es definida como correr un riesgo y depende directamente de un acto o una condición insegura. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 pág. 24)

**2.1.19** *Enfermedad ocupacional.* Es toda aquella alteración en la salud de un trabajador originada por el manejo o exposición a agentes químicos, biológicos o lesiones físicas presentes en su lugar de trabajo. (Hernández Zúñiga, y otros, 2005 pág. 24)

**2.1.20** *Situaciones de Emergencia.* Son aquellas generadas por acontecimientos graves tales como accidentes, terremotos, inundaciones, sequías, grave conmoción interna, inminente agresión externa, guerra internacional, catástrofes naturales, y otras que provengan de fuerza mayor o caso fortuito, a nivel nacional, sectorial o institucional.

Una situación de emergencia es concreta, inmediata, imprevista, probada y objetiva. (Secretaría Nacional de la Administración Pública, 2016 pág. 1)

**2.1.21** *Plan de Emergencia.* Es un documento “vivo”, en el que se identifican las posibles situaciones que requieren una actuación inmediata y organizada de un grupo de personas especialmente informado y formado, ante un suceso grave que pueda derivar en consecuencias catalogadas como desastre. El documento debe ser “vivo”, ya que a lo largo del tiempo, desde el momento que es elaborado, las situaciones, los métodos de trabajo, los equipos y los productos, cambian, así como las personas. Por ello, una vez implantado, periódicamente debe ser revisado y modificado si fuese necesario, informando puntualmente de la actualización llevada a cabo. (Linaza, 2006 pág. 11)

**2.1.22** *Conato de emergencia.* Suceso que puede ser controlado de forma sencilla por medio de personal propio de la zona. (Linaza, 2006 pág. 16)

**2.1.23** *Emergencia parcial.* Suceso que puede ser dominado y requiere activación de equipo de intervención y evacuación parcial. (Linaza, 2006 pág. 16)

**2.1.24** *Emergencia general.* Suceso que requiere la actuación de equipo interno y ayuda externa y evacuación general. (Linaza, 2006 pág. 16)

**2.1.25** *Incendio.* Siniestro ocasionado por el fuego que origina pérdidas materiales y vidas humanas. (Linaza, 2006 pág. 14)

**2.1.26** *Explosión.* Liberación de gran cantidad de energía de forma brusca, originando un incremento rápido de la presión, desprendiendo calor, luz y gases. (Linaza, 2006 pág. 14)

## **2.2 Marco legal**

**Art. 424.-** La Constitución es la norma suprema y prevalece sobre cualquier otra del ordenamiento jurídico. Las normas y los actos del poder público deberán mantener conformidad con las disposiciones constitucionales; en caso contrario carecerán de eficacia jurídica.

**Art. 425.-** El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos. Gráficamente quedaría representada así:

Figura 1. Pirámide de Kelsen



Fuente: <http://tinyurl.com/hpaq8q7>

### 2.2.1 *Constitución de la República del Ecuador.*

**Art. 326.-** El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

**Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

**Art. 390.-** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico.

Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

### **2.2.2** *Ley de Seguridad Pública y del Estado*

**Art. 11.-** De los órganos ejecutores.- Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente:

d) De la gestión de riesgos.- La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales.

La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

### **2.2.3** *Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado*

**Art. 3.-** Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos.- La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y executor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos.

Dentro del ámbito de su competencia le corresponde:

c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

f) Coordinar los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en las fases de prevención, mitigación, la preparación y respuesta a desastres, hasta la recuperación y desarrollo posterior.

#### **2.2.4** *Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomías y Descentralización (COOTAD)*

**Art. 140.-** Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos.- La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.

Para el caso de riesgos sísmicos los Municipios expedirán ordenanzas que reglamenten la aplicación de normas de construcción y prevención.

#### **2.2.5** *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP)*

**Art. 64.-** Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo.- En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales.

#### **2.2.6** *Plan Nacional de Desarrollo para el “Buen Vivir” 2013- 2017 (Objetivo# 3).*

Gestión de riesgos: Las vulnerabilidades están asociadas, por definición, a la exposición ante las amenazas de origen antrópico, natural o socio natural y a la capacidad que las sociedades y personas desarrollan para proteger y hacer uso de los beneficios de las inversiones y esfuerzos que realizan a lo largo del tiempo en sus territorios. Uno de los mecanismos más poderosos para reducir sostenidamente la vulnerabilidad es la planificación del desarrollo y el ordenamiento de los usos del territorio; otro es la construcción del sistema de gestión de riesgos, a cuyo cargo está, entre otros desafíos, la preparación e implementación de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

## **2.3 Métodos de evaluación de riesgos**

El Ministerio de Trabajo describe que las metodologías de evaluación de riesgos quedan a libre elección de la(s) personas que realicen estas evaluaciones, siempre cuando estas cumplan con los parámetros establecidos.

NTP 330 Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos; la evaluación del riesgo se vuelve más fácil debido a la verificación del riesgo e identificación de las deficiencias mediante la aplicación de cuestionarios de chequeo.

GTC 45 Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional; es una guía que presenta un conjunto integrado de prácticas, principios y criterios para mejorar la identificación de los peligros y cualificar los riesgos. Teniendo como base las normas OHSAS 18001, NTP 330 y BS 8800.

**2.3.1** *Clasificación de los riesgos según la matriz GTC 45.* Los factores de riesgo son los que se pueden desarrollar en las actividades del trabajo y son las siguientes:

**2.3.1.1** *Riesgos Biológicos.* Encontramos un grupo de agentes orgánicos animados o inanimados como los hongos, virus, bacterias, parásitos, pelos, plumas, polen (entre otros), presentes en determinados ambientes laborales, que pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones al ingresar al organismo. (Valle, 2005)

**2.3.1.2** *Riesgos Físicos.* El factor de riesgo físico se conoce como el factor ambiental de su lugar de trabajo que puede producir alteraciones a la salud de un trabajador, dependiendo de la intensidad, tiempo de exposición y concentración del mismo. (Muñoz, 2014)

**2.3.1.3** *Riesgos Químicos.* Son aquellos elementos y sustancias que, al entrar en contacto con el organismo, bien sea por inhalación, absorción o ingestión, pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sistémicas, según el nivel de concentración y el tiempo de exposición. (Valle, 2005)

**2.3.1.4 Riesgos Psicosociales.** La interacción en el ambiente de trabajo, las condiciones de organización laboral y las necesidades, hábitos, capacidades y demás aspectos personales del trabajador y su entorno social, en un momento dado pueden generar cargas que afectan la salud, el rendimiento en el trabajo y la producción laboral. (Valle, 2005)

**2.3.1.5 Riesgos Biomecánicos.** Involucra a todos aquellos agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo a la fisonomía humana. Representan factor de riesgo los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobre esfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares. (Valle, 2005)

**2.3.1.6 Condiciones de seguridad.** Son aquellas condiciones materiales que pueden dar lugar a accidentes de trabajo. Son factores de riesgo derivados de las condiciones de seguridad los elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo, pueden producir daños a la salud del trabajador. (Los riesgos derivados de las condiciones de seguridad, 2016 pág. 168)

**2.3.1.7 Fenómenos Naturales.** Es cuando existe un cambio que se produce en la naturaleza, que a veces causan daños irreparables cuando existen asentamientos de personas cercanos a lugares propensos a producirse sismos, terremotos, vendavales, inundaciones, derrumbes y precipitaciones.

## **2.4 Métodos de evaluación del riesgo de incendio**

Existen varios métodos de evaluación del riesgo de incendio, estos métodos se basan en la relación entre la noción de exposición, la magnitud (no medible exactamente) y la probabilidad de que se suscite un incendio.

Los métodos de evaluación más conocidos son:

Método de Gustav Purt: Con este método se deduce las medidas de prevención contra incendios. Este método evalúa riesgos de tipo medio de forma orientativa y rápida. No determina qué tipo de elementos detectores se deben instalar o que medios de extinción

se deben colocar, por ellos se debe utilizar normas adicionales como la NFPA 10. Utiliza una gráfica para determinar el resultado del análisis realizado.

Gretner: Es la base de diferentes tipos de evaluación de incendios, su método de cálculo es bastante completo, y el resultado determinará si el riesgo es aceptable o si se debe volver a realizar una vez implementadas las medidas de protección y detección.

Frame: Es el método del cual se obtienen los resultados más veraces, esto se debe a sus tres parámetros de evaluación; personas, patrimonio y actividades. Si ninguno de estos resultados supera la unidad, se puede decir que las medidas de prevención de la empresa o institución son las idóneas.

Meseri: Es el método de evaluación más sencillo de aplicar, además de ser el método que la SGR (Secretaría de Gestión de riesgos) recomienda para evaluar el riesgo de incendios en instituciones educativas. Este método ofrece una visión global del riesgo.

Es considerado como un esquema de asignación de puntos debido a que se basan en la consideración individual, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio; y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo.

Simulacros: Es una simulación de una posible emergencia, con los peores escenarios posibles, sin previo aviso. Se efectuará al menos una vez al año. Los objetivos principales de los simulacros son:

- Detectar errores u omisiones en el contenido del plan como en las acciones a realizarse.
- Habituarse a los ocupantes a evacuar las edificaciones.
- Prueba de idoneidad y suficiencia de equipos y medios de comunicación.
- Estimación de tiempos de evacuación, de intervención de equipos propios y de ayudas externas.

Los simulacros deberán realizarse con el conocimiento y con la colaboración del cuerpo general de bomberos y ayudas externas que deban intervenir en caso de emergencia.

#### 2.4.1 *Metodo Simplificado Evaluación del riesgo de incendio.*

- **Descripción.**

El método Meseri pertenece al grupo de los métodos de evaluación de riesgos conocidos como “de esquemas de puntos”, que se basan en la consideración individual, por un lado, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio, y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo. Una vez valorados estos elementos mediante la asignación de una determinada puntuación se trasladan a una fórmula del tipo:

$$R = \frac{x}{y} \text{ O bien } R = X \pm Y \quad (1)$$

Donde, X es el valor global de la puntuación de los factores generadores o agravantes. Y el valor global de los factores reductores y protectores, y R es el valor resultante del riesgo de incendio, obtenido después de efectuar las operaciones correspondientes.

En el caso del método MESERI este valor final se obtiene como suma de las puntuaciones de las series de factores agravantes y protectores, de acuerdo con la fórmula:

$$R = \frac{5}{129} X + \frac{5}{30} Y \quad (2)$$

Este método evalúa el riesgo de incendio considerando los factores:

- Que hacen posible su inicio: por ejemplo, la inflamabilidad de los materiales dispuestos en el proceso productivo de una industria o la presencia de fuentes de ignición.
- Que incrementan o disminuyen el valor económico de las pérdidas ocasionadas: por ejemplo, la destructibilidad por calor de medios de producción, materias primas y productos elaborados.

- Que favorecen o entorpecen su extensión e intensidad: por ejemplo, la resistencia al fuego de los elementos constructivos o la carga térmica de los locales.
- Que están dispuestos específicamente para su detección, control y extinción: por ejemplo, los extintores portátiles o las brigadas de incendios.

La consideración de estos grupos de factores permite ofrecer una estimación global del riesgo de incendio.

Su simplicidad radica en que solo se valoran los factores más representativos de la situación real de la actividad inspeccionada de entre los múltiples que intervienen en el comienzo, desarrollo y extinción de los incendios. (Estudios, 1998 págs. 18-19)

- **Aplicación:**

El método MESERI está principalmente diseñado para su aplicación en empresas de tipo industrial, cuya actividad no sea destacadamente peligrosa (para analizar estos riesgos existen otros métodos más adecuados).

Además, debe aplicarse por edificios o instalaciones individuales, de características constructivas homogéneas.

Como su nombre indica el método es simplificado en muchos casos es la experiencia del inspector la que determina por simple estimación de lo observado el nivel de puntuación que debe otorgarse sin entrar en complicados cálculos.

Esto implica que el inspector debe tener conocimientos de los siguientes temas: prevención y sistemas de protección contra incendios; organización de la seguridad en la empresa; procesos industriales y edificación, entre otros. (Estudios, 1998 pág. 19)

- **Factores evaluados:**

Es obvio que un método simplificado debe aglutinar mucha información en poco espacio, habiendo sido preciso seleccionar únicamente los aspectos más importantes y no considerar otros de menor relevancia. Contempla dos bloques diferenciados de factores:

- **Factores propios de las instalaciones**

- Construcción
- Situación
- Procesos
- Concentración
- Propagabilidad
- Destructibilidad

- **Factores de protección**

- Extintores
- Bocas de incendio equipadas (BIEs)
- Bocas hidrantes exteriores
- Detectores automáticos de incendio
- Rociadores automáticos
- Instalaciones fijas especiales

Cada uno de los factores de riesgo se subdivide a su vez teniendo en cuenta los aspectos más importantes a considerar. A cada uno de ellos se le aplica un coeficiente dependiendo de que propicien el riesgo de incendio o no lo hagan, desde cero en el caso más desfavorable hasta diez en el caso más favorable. (Estudios, 1998 págs. 1-2)

**2.4.1.1 Método de cálculo Meseri.** Para facilitar la determinación de los coeficientes y el proceso de evaluación, los datos requeridos se han ordenado en una planilla la que, después de completarse, lleva el siguiente cálculo numérico:

**Subtotal X:** suma de los coeficientes correspondientes a los primeros 18 factores.

**Subtotal Y:** suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

**Coficiente B:** es el coeficiente que evalúa la existencia de una brigada interna contra incendio.

El coeficiente de protección frente al incendio (**P**), se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{5}{129}X + \frac{5}{26}Y + B \quad (3)$$

El valor de P ofrece la evaluación numérica objeto del método, de tal forma que las siguientes tablas indican el nivel del riesgo. (Estudios, 1998 págs. 9-10)

Tabla 1. Análisis de la evaluación cuantitativa

Valor de P	Significado	Nivel del riesgo
0 a 2	Se debe suspender todas las actividades e implementar las medidas correctivas y preventivas necesarias. De no ser posible controlar, eliminar o disminuir el riesgo se debe planificar un cambio en las instalaciones. Implementación obligatoria del plan y brigadas de emergencia	Riesgo muy grave
2,1 a 4	No se puede continuar con el trabajo hasta implementar las medidas correctivas y preventivas. Implementación obligatoria del plan y brigadas de emergencia.	Riesgo grave
4,1 a 6	Es necesario implementar las medidas de prevención y correctivas en el menor tiempo posible. Implementación obligatoria del plan y brigadas de emergencia.	Riesgo medio
6,1 a 8	No es obligatorio mejorar el control de riesgos; se pueden buscar soluciones más rentables y eficaces. Se requiere de verificaciones periódicas.	Riesgo leve
8,1 a 10	Se debe continuar con la verificación de efectividad del plan y brigada de emergencia al igual que el mantenimiento correspondiente a los medios de protección y detección.	Riesgo muy leve

Fuente: (MAPFRE, 1998)

Tabla 2. Análisis de la evaluación taxativa

Aceptabilidad	Valor de P
Riesgo aceptable	P > 5
Riesgo no aceptable	P < 5

Fuente: (MAPFRE, 1998)

**2.4.2 Norma NFPA 10.- Extintores portátiles contra incendios.** Esta norma está preparada para uso y guía de las personas a cargo de la selección, compra, instalación, aprobación, listado, diseño y mantenimiento de equipos portátiles de extinción de incendios.

**2.4.2.1 Alcance.** Las estipulaciones de esta norma se dirigen a la selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extinción portátiles. Los

extintores portátiles son una línea primaria de defensa para combatir incendios de tamaño limitado.

**2.4.2.2** *La selección e instalación de extintores es independiente de si la propiedad esté equipada con regaderas automáticas, red hidráulica y mangueras u otros equipos fijos de protección.* Los requisitos dados aquí son mínimos y no se aplican a sistemas instalados permanente para la extinción de incendios, aunque partes de dichos sistemas sean portátiles (tales como mangueras y boquillas conectadas a un abastecimiento fijo de agente extintor).

**2.4.2.3** *Propósito.* Esta norma está preparada para el uso y orientación de las personas encargadas de la selección, compra, instalación, aprobación, registro, diseño y mantenimiento de equipos portátiles de extinción de incendios.

Los requisitos de protección contra incendio de esta norma son de naturaleza general y no tienen el propósito de abrogar los requisitos específicos de otras normas de la NFPA para ocupaciones determinadas.

#### **2.4.2.4** *Requisitos Generales*

- Listado y etiquetado. Los extintores portátiles contra incendio que se usen para cumplir con esta norma deberán estar enlistados y etiquetados y deberán reunir o exceder todos los requerimientos de una de las normas de prueba de equipo.
- En cada extintor debe ir marcado claramente la identificación de la organización que concede el rótulo o lista al equipo, la prueba de fuego y la norma de desempeño que el extintor iguala o excede.
- Una Organización que lista, rotula y marca extintores para cumplir con los requisitos de esta norma debe utilizar una tercera entidad certificadora de extintores portátiles que cumpla o exceda a ANSI/UL 1893, Standard for Factory Follow-up on Third Party Certified Portable Fire Extinguishers.
- Conductividad Eléctrica. Extintores enlistados para la clasificación de la Clase C no deberán contener agentes que sean conductores de electricidad.

- Identificación de contenidos. El extintor debe tener fijado en la forma de etiqueta, rótulo, tarjeta o alguna marca similar la siguiente información.
  - Nombre de producto contenido tal como aparece en la hoja del sistema de información de material peligroso del fabricante (HSIMP).
  - Una lista de identificación de materiales peligrosos de acuerdo al Sistema de identificación de materiales peligrosos (SIMP).
  - La lista de los materiales peligrosos que estén en exceso 1% del contenido.
  - La lista de cada químico en exceso del 5.0 del contenido.
  - Información sobre lo que es peligroso en el agente de acuerdo a la Hoja de Información de seguridad del material (HISM).
  - Nombre del fabricante, o de la agencia del servicio, dirección comercial y nombre del teléfono.

#### **2.4.2.5** *Selección de Extintores*

- Requisitos generales. La selección de extintores para una situación dada será determinada por los requerimientos aplicables de los siguientes factores:
  - El tipo de fuego que pueda ocurrir más frecuente.
  - El tamaño de fuego que se pueda desarrollar más frecuentemente.
  - Peligros en el área que se puedan presentar con fuegos más frecuentemente.
  - Equipo eléctrico energizado en áreas cercanas al fuego
  - Condiciones ambientales de temperatura.
  - Otros Factores.

**2.4.2.6 Clasificación de fuegos.** Los fuegos deberán ser clasificados de acuerdo a las guías especificadas siguientes.

- Fuegos Clase A. Son los fuegos en materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho, y muchos plásticos.

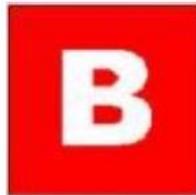
Figura 2. Fuego Clase A



Fuente: (NFPA, 10)

- Fuegos Clase B. Son los fuegos de líquidos inflamables y combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, bases de aceite para pinturas, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.

Figura 3. Fuego Clase B



Fuente: (NFPA, 10)

- Fuegos Clase C. Son incendios en sitios que involucran equipos eléctricos energizados.

Figura 4. Fuego Clase C



Fuente: (NFPA, 10)

- Fuegos Clase D. Son aquellos fuegos en metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

Figura 5. Fuego Clase D



Fuente: (NFPA, 10)

- Fuegos Clase K. Fuegos en aparatos de cocina que involucren un medio combustible para cocina (aceites minerales, animales y grasas).

Figura 6. Fuego Clase K



Fuente: (NFPA, 10)

#### **2.4.2.7** *Clasificación de los riesgos*

- Cuartos o áreas deberán ser clasificadas generalmente en riesgos ligero (bajo), ordinario (moderado), extra (alta).
- Riesgo Ligero (bajo). Locaciones de riesgo ligero (bajo) son aquellas en donde el total de materiales combustibles de Clase A y Clase B es de menor cantidad y fuegos con rangos bajos de liberación de calor se desarrollan. Estas instalaciones contienen riesgos de incendio con cantidades normales de combustibles Clase A con acabados combustibles normales o la cantidad total de inflamable Clase B no sea mayor a 1 galón (3,8 litros) en cualquier lugar del área.
- Riesgo Ordinario (Moderado). Lugares con la clasificación de riesgo ordinario o moderado son instalaciones donde la cantidad de materiales combustibles de Clase A y Clase B es ordinaria o moderada y los fuegos con rangos ordinario o moderados de liberación de calor se espera se desarrollan. Estas instalaciones contienen riesgos de incendio con cantidades normales de combustibles Clase A con acabados combustibles normales o la cantidad total de inflamable Clase B este entre 1 galón (3,8 litros) y 5 galones (18,9 litros) en cualquier lugar del área.

- **Riesgo Extra (Alto).** Lugares con clasificación de riesgo extra o altos son instalaciones donde la cantidad de materiales combustibles de Clase A es alta o donde altas cantidades de combustibles Clase B estén presentes y se espera se desarrollen fuegos con liberación de grandes cantidades de calor. Estas instalaciones consisten en instalaciones con almacenaje, empaque, manejo o fabricación de materiales o combustibles de la Clase A y o la cantidad total de inflamable Clase B sea mayor a 5 galones (18,9 litros) en cualquier lugar del área.

## **2.5 Señalización de seguridad**

Las señales de seguridad, según el Ministerio de Trabajo, son una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinada, proporciona una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual según proceda.

Hay cuatro tipos: de obligación, de peligro, de auxilio y de prohibición. Son de obligado cumplimiento en los centros de trabajo.

Las señales de seguridad son producto de la combinación de formas geométricas y colores, a las que se les añade un símbolo o pictograma y se les da un significado determinado relacionado con la seguridad. Mencionado el mensaje se quiere comunicar de una forma simple, rápida y de comprensión colectiva.

**Señalización:** Conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo frente a unas circunstancias como, riesgos, protecciones necesarias a utilizar, entre otras que se pretende resaltar.

**Señalética horizontal:** Hace referencia a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el piso con el objetivo de regular las zonas de circulación y zonas con presencia de obstáculos.

**Señalética vertical:** Son aquellos elementos que transmiten información sobre alguna situación en particular dentro de un área de trabajo y que orienta nuestro accionar con el fin de evitar algún tipo de accidente laboral o adquisición de enfermedades profesionales.

Señalética: Estudia las relaciones entre los signos de orientación en el espacio y el comportamiento de las personas.

## 2.6 Normativa legal

En la normativa ecuatoriana así como la internacional, se muestra la obligación del empleador de alertar sobre los peligros existentes en la organización, uno de los mecanismos es la señalización. A continuación se enlista las normas referentes al tema:

- Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores, Art. 11 numerales 9 y 11, Art. 164
- Norma NFPA 10: Extintores portátiles contra incendios.
- Norma NTP 436: Cálculo estimativo de vías y tiempos de evacuación.
- Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1: Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad.
- Norma NTE INEN 878: 201: Rótulos, placas rectangulares y cuadradas.

**2.6.1** *Tamaño y diseño de señalización.* El tamaño de la señalización debe obedecer los lineamientos de la Norma Técnica NTE INEN-ISO 3864-1.

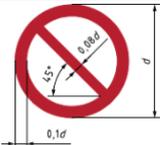
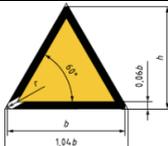
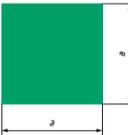
Figura 7. Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad

FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CÍRCULO CON UNA BARRA DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO*	NEGRO	- NO FUMAR - NO BEBER AGUA - NO TOCAR
 CÍRCULO	ACCIÓN OBLIGATORIA	AZUL	BLANCO*	BLANCO*	- USAR PROTECCIÓN PARA LOS OJOS - USAR ROPA DE PROTECCIÓN - LAVARSE LAS MANOS
 TRIÁNGULO EQUILÁTERO CON ESQUINAS EXTERIORES REDONDEADAS	PRECAUCIÓN	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	- PRECAUCIÓN: SUPERFICIE CALIENTE - PRECAUCIÓN: RIESGO BIOLÓGICO - PRECAUCIÓN: ELECTRICIDAD
 CUADRADO	CONDICIÓN SEGURA	VERDE	BLANCO*	BLANCO*	- PRIMEROS AUXILIOS - SALIDA DE EMERGENCIA - PUNTO DE ENCUENTRO DURANTE UNA EVACUACIÓN

Fuente: (NTE INEN-ISO, 2013)

Diseño de las señales de seguridad. Para dimensionar las señales de seguridad se deben realizar de acuerdo a las especificaciones de la norma.

Tabla 3. Dimensiones para pictogramas de seguridad

Señal de seguridad	Significado
	Prohibición
	Acción obligatoria
	Precaución
	Condición segura
	Equipo contra incendio

Fuente: (NTE INEN-ISO, 2013)

**2.6.2 Disposiciones para indicaciones de seguridad.** Para el diseño y significado de las diferentes indicaciones de seguridad; las bandas deben ser del mismo color, inclinadas a un Angulo de 45°.

Figura 8. Diseño y Significado de indicaciones de Seguridad

DISEÑO	COMBINACIÓN DE COLORES	SIGNIFICADO/USO	
	amarillo y contraste negro	lugares de peligro y obstáculos donde existe el riesgo de - que la gente se golpee, se caiga o tropiece - que caigan cargas	alertar de peligros potenciales
	rojo y contraste blanco		prohibir la entrada
	azul y contraste blanco	indicar una instrucción obligatoria	
	verde y contraste blanco	indicar una condición segura	

Fuente: (NTE INEN-ISO, 2013)

## CAPITULO III

### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 Información general

El edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica se encuentra ubicado dentro de los predios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo junto al edificio de la Escuela de Ingeniería Automotriz. Su estructura está constituida de tres plantas, donde se encuentran las áreas administrativas y de laboratorios:

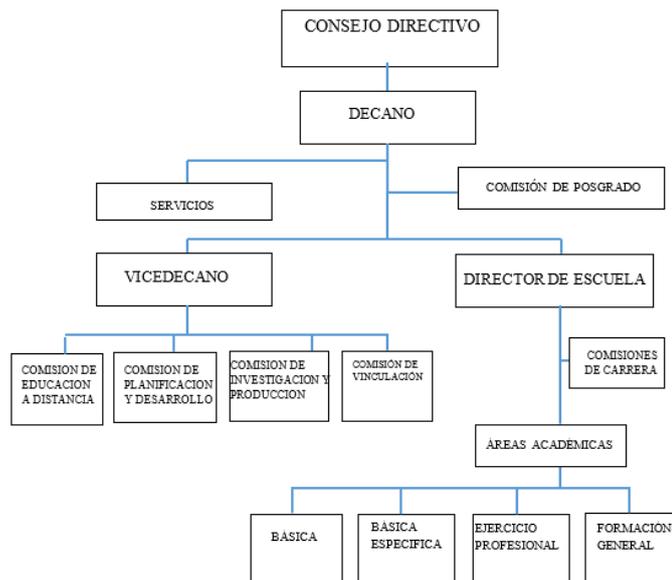
**Planta baja.-** Laboratorios de vibraciones y diagnóstico técnico, eficiencia energética, materiales, CAD CAM, sala de reuniones y conserjería.

**Piso 1.-** Laboratorios de electrónica y control, tratamientos térmicos, ensayos no destructivos, eléctrica (2) y baños de hombres y mujeres.

**Piso 2.-** Área administrativa (decanato, vicedecanato), aula (1), laboratorio de neumática y oleohidráulica, archivo y sala de reuniones.

#### 3.2 Organigrama de la Facultad de Mecánica

Figura 9. Orgánico estructural de la Facultad de Mecánica



Fuente: <https://goo.g8l/6UPXJA>

### **3.3 Visión y Misión**

#### **Visión**

Apoyar la gestión académica y de producción de bienes y servicios especializados en la escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Mantenimiento e Ingeniería Automotriz.

#### **Misión**

Ser una unidad productiva eficiente y ágil, cuyo servicio sea de calidad de tal forma que demuestre el profesionalismo de los politécnicos y aporte significativamente al desarrollo de la actividad investigativa y productiva de la facultad de Mecánica, para lograr el reconocimiento social.

### **3.4 Diagnóstico de la situación actual de las instalaciones**

El edificio a analizar no cuenta con ningún estudio de seguridad, tampoco cuenta con ningún plan de emergencia en caso de suscitarse algún evento adverso, es decir que las personas (docentes, estudiantes y personal administrativo) que realizan sus labores cotidianas en este predio no cuentan con los medios ni el conocimiento necesario para hacer frente a una emergencia.

Figura 10. Fachada frontal del edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica



Fuente: Autores

### **3.5 Análisis de la infraestructura del edificio**

**3.5.1 Puertas de acceso.** Las puertas de acceso miden de altura 2,11 m, ancho 2,03 m.; la puerta de acceso principal como la secundaria se abren hacia afuera y hacia adentro.

Al comparar las medidas actuales con los datos de la norma ISO 21542, se concluye que si se cumplen con las recomendaciones indicadas en la norma.

**3.5.2 Pasillos.** Los pasillos miden de altura 2,88 m, ancho 1,66 m.

Al comparar las medidas actuales con los datos de la norma ISO 21542, se concluye que si se cumplen con las recomendaciones indicadas de la norma.

**3.5.3 Escaleras de acceso.** Las escaleras miden de ancho 2,01 m, huella 0,3 m, contrahuella 0,18 m.

Al comparar las medidas actuales con los datos de la norma ISO 21542, se concluye que si se cumplen con las recomendaciones indicadas en la norma.

Figura 11. Escaleras de acceso al primer piso



Fuente: Autores

**3.5.4 Pasamanos.** La altura de los pasamanos es de 0,92 m.

Al comparar las medidas actuales con los datos de la norma ISO 21542, se concluye que la medida se encuentra dentro del rango indicado en la norma.

**3.5.5 Rampas.** El edificio cuenta con rampas para el acceso a la planta baja, para los pisos 1 y 2 cuenta con un ascensor que permite el acceso a las personas con discapacidad.

### **3.6 Análisis de riesgos**

La GTC 45 es el método de análisis de riesgos que vamos a utilizar, esta guía técnica puede ser modificada según nuestras necesidades con respecto a los riesgos y peligros, es de fácil aplicación permitiendo identificar rápidamente las situaciones de riesgos por medio de la investigación de sus factores. Identifica los peligros o situaciones de peligro, al final como resultados ayuda a crear medidas de prevención y protección, disminuyendo significativamente los riesgos y los peligros analizados.

En la evaluación de los riesgos se debe primeramente determinar la probabilidad de ocurrencia de los eventos adversos y la dimensión de las consecuencias que provocan, mediante el uso metódico de la información recogida disponible.

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debería determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC \quad (4)$$

Dónde:

NP=Nivel de probabilidad

NC= Nivel de consecuencia

A se vez para determinar el NP

$$NP = ND \times NE \quad (5)$$

Dónde:

ND= Nivel de deficiencia

NE= Nivel de exposición

Para determinar el ND se puede utilizar la Tabla 4, a continuación:

Tabla 4. Determinación del nivel de deficiencia

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligros(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativas(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado  Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV) Véase la Tabla 9.

Fuente: GTC 45, 2010

Para determinar el NE se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 5. Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: GTC 45, 2010

Para determinar el NP se combinan los resultados de las tablas 4 y 5, en la tabla 6.

Tabla 6. Determinación del nivel de probabilidad

Nivel de probabilidad		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Fuente: GTC 45, 2010

El resultado de la tabla 6, se interpreta de acuerdo con la tabla 7.

Tabla 7. Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: GTC 45, 2010

Se determina el nivel de consecuencias en la tabla 8.

Tabla 8. Determinación del nivel de consecuencias

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Fuente: GTC 45, 2010

Los resultados de las tablas 7 y 8 se combinan en la tabla 9 para obtener el nivel de riesgo.

Tabla 9. Determinación del nivel de riesgo

Nivel de riesgo NR= NP x NC		Nivel de probabilidad			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de Consecuencias (NC)	100	I 4000 -2400	I 2000 - 1200	I 800 - 600	II 400 - 200
	60	I 2400 -1440	I 1200 - 600	II 480 - 360	II 200 III 120
	25	I 1000 - 600	II 500 -250	II 200 - 150	III 100 - 50
	10	II 400 - 240	II 200 III 100	III 80 - 60	III 40 IV 20

Fuente: GTC 45, 2010

La tabla 9 se interpreta en la tabla 10.

Tabla 10. Significado del nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
I	4000 – 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control. Intervención urgente
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se debería considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aun es aceptable.

Fuente: GTC 45, 2010

El desarrollo de la matriz se encuentra en el anexo A.

Figura 12. Porcentaje de factores de riesgo existentes en el edificio



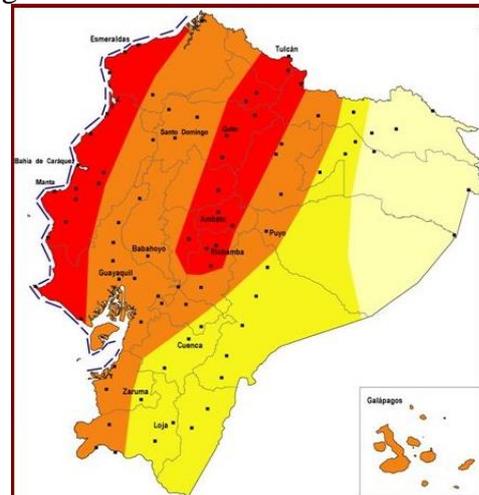
Fuente: Autores

Según la matriz, los riesgos químicos y ergonómicos representan ser los más ponderantes con el 29%, seguido el riesgo eléctrico con un 18% y los riesgos físicos y mecánicos con el 12%.

Riesgos existentes dentro del edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica.

- Riesgos físicos:
  - Quemaduras por contacto y quemaduras por radiación.
  - Quemaduras producidas por el manejo del Ácido sulfúrico.
  
- Riesgos ergonómicos:
  - Posturas inadecuadas.
  - Movimientos repetitivos de miembros superiores.
  - Posición sedente (sentada) y parada prolongada.
  
- Condiciones de seguridad:
  - Caída de objetos.
  - Atrapamiento de extremidades superiores en bandas y poleas de los motores.
  - Electrocuación.
  
- Riesgo químico:
  - Inhalación de químicos y material particulado.
  - Explosión que puede producirse por la presencia de aceite y éter etílico.
  - Explosión que puede producirse al manipular el Ácido sulfúrico.

Figura 13. Amenaza sísmica en el Ecuador



Amenaza Sísmica	Valoración
Zona IV (mayor peligro)	3
Zona III	2
Zona II	1
Zona I (menor peligro)	0

Fuente: <https://goo.gl/ChQcOC>

El mapa muestra la amenaza sísmica en el Ecuador.

Toda la Sierra norte (desde Tulcán hasta Riobamba, incluyendo Quito) está clasificada como zona de alto peligro (zona IV). Mientras más se va hacia al Oriente, menor es el peligro.

Figura 14. Volcanes potencialmente activos cerca de la ciudad de Riobamba.



Fuente: <http://www.igepn.edu.ec/red-de-observatorios-vulcanologicos-rovig>

El mapa anterior indica los volcanes continentales que son potencialmente activos cerca de la ciudad de Riobamba. Entre 2 y 3 volcanes representan amenazas por su actividad potencial.

El peligro mayor son los lahares o las avenidas de lodo que al bajar de los volcanes destruyen vías, viviendas y cultivos a lo largo de su recorrido.

Los lahares representan una amenaza real por la gran extensión que pueden recorrer.

El mapa de riesgos se encuentra en el anexo B.

### 3.7 Identificación de amenazas

Se identifican las situaciones o eventos adversos a los que podría estar expuesto el centro educativo.

Tabla 11. Identificación de amenazas

AMENAZAS	PUEDE AFECTAR AL EDIFICIO		NIVEL DE EXPOSICIÓN A LA AMENAZA		
	SI	NO	Alto	Medio	Bajo
Erupciones volcánicas	X		X		
Caída de ceniza	X		X		
Deslizamiento		X			
Sismos	X		X		
Tsunami		X			
Inundaciones		X			
Vientos fuertes	X				X

Fuente: Plan Institucional de Gestión de Riesgos para Centros Educativos, 2012

Este edificio esta expuesto a erupciones volcánicas, caída de ceniza, sismos con un nivel de exposición alto y vientos fuertes con un nivel de exposición bajo. Estas amenazas nos hacen notar la necesidad que tiene el edificio de contar con un plan de emergencia que nos ayude a combatir estas amenazas.

### 3.8 Identificación de vulnerabilidades

Se identifican las debilidades externas e internas del edificio que pueden poner en riesgo a las personas y bienes materiales en caso de presentarse algún evento adverso.

Tabla 12. Identificación de vulnerabilidades externas en el edificio

VULNERABILIDADES	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se encuentra construido sobre un relleno sobre planicies anteriormente inundadas, sobre o cerca e rellenos y quebradas o cauces de ríos antiguos?		X	
¿Se encuentra dentro de la zona de mayor peligro volcánico según los mapas de riesgos existentes?	X		
¿Existen estructuras o elementos en mal estado que pueden afectar al centro educativo? Por ejemplo postes de luz a punto de caerse		X	
¿Existen transformadores de energía cercanos?	X		
¿Existen depósitos de materiales inflamables y explosivos cercanos? Por ejemplo gasolineras	X		La gasolinera de la ESPOCH
¿Existen vías de transito masivo cercanas?	X		
¿No existen señales de tránsito en el entorno?		X	

Fuente: Plan Institucional de Gestión de Riesgos para Centros Educativos, 2012

Este edificio se encuentra dentro de las zonas de mayor peligro volcánico, muy cerca al edificio se encuentran transformadores de energía y la gasolinera de la ESPOCH. En la parte delantera del edificio existe una calle de transito masivo. Todos estos factores externos hacen notar la vulnerabilidad del edificio.

Tabla 13. Identificación de vulnerabilidades internas en el edificio

<b>VULNERABILIDADES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>PUERTAS DE SALIDA DEL EDIFICIO</b>			
¿Se encuentran en mal estado?		X	
¿Cumplen con las medidas reglamentarias?	X		
¿Se abren hacia adentro?	X		Se abren tanto para adentro como hacia afuera.
¿Están bloqueadas?	X		
<b>VENTANAS</b>			
¿Los vidrios se encuentran rotos?		X	
¿Los vidrios presentan algún peligro de quebrarse?		X	
¿Tiene protección contra caídas? (ejemplo cortinas)		X	
<b>ESCALERAS</b>			
¿Carecen de pasamanos ? (baranda)		X	
¿Cumplen con las medidas reglamentarias?	X		
¿Los peldaños dificultan la movilización segura y rápida?	X		No presentan borde antideslizantes
<b>RUTAS DE EVACUACIÓN</b>			
¿Son antideslizantes?		X	
¿Son estrechas existiendo el peligro de saturarse?		X	
¿Carecen de rampas para el acceso de personas con discapacidad?	X		
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			
¿Se encuentran en mal estado?		X	
¿Existen cables sueltos o expuestos?		X	
¿Existen tomacorrientes en mal estado?		X	
<b>ESTRUCTURA Y TIPO DE CONSTRUCCIÓN</b>			
¿La estructura del edificio se soporta en estructuras de concreto y no presentan ningún tipo de deterioro en las paredes, columnas, techos?	X		
<b>ALARMA PARA EVACUACIÓN</b>			
¿Existe instalada y es funcional?		X	No existe
¿Se encuentra o se ve claramente en todos los sitios?		X	No existe
<b>SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO</b>			
¿El edificio cuenta con sistema de detección de incendios compuesto por detectores de humo en todas las áreas?		X	No existen
<b>PUNTOS DE ENCUENTRO EN UNA EVACUACIÓN</b>			
¿Se han establecido claramente y los conocen los ocupantes del edificio?		X	El edificio no cuenta con puntos de encuentro establecidos técnicamente.
¿Son amplios y seguros?		X	
<b>LA SEÑALIZACIÓN PARA EVACUACIÓN</b>			
¿Es visible plenamente en todas las áreas del edificio?		X	El edificio no cuenta con este tipo de señalización.
<b>LOS EXTINTORES PARA INCENDIO</b>			
¿Están ubicados en las áreas críticas?		X	No hay un estudio que lo respalde

Fuente: Plan Institucional de Gestión de Riesgos para Centros Educativos, 2012

Tabla 14. Resumen de las vulnerabilidades internas

VULNERABILIDADES	CUMPLE	
	SI	NO
Puertas de salida del edificio	X	
Ventanas	X	
Escaleras	X	
Rutas de evacuación		X
Instalaciones eléctricas	X	
Estructura y tipo de construcción	X	
Alarma para la evacuación		X
Sistema de detección de humo		X
Puntos de encuentro en una evacuación		X
Señalización para la evacuación		X
Extintores para incendio		X

Fuente: Autores

Estas vulnerabilidades internas nos indican la necesidad que tiene este edificio de contar con un plan de emergencia implementado.

Probabilidad: Una medida (expresada como porcentaje o razón) para estimar la posibilidad de que ocurra un incidente o evento. Contando con registros, puede estimarse a partir de su frecuencia histórica mediante modelos estadísticos de mayor o menor complejidad.

### 3.9 Probabilidad de ocurrencia

La probabilidad de que ocurran consecuencias adversas (daños materiales, víctimas, interrupción de actividades o deterioro ambiental) como resultado de amenazas naturales. Una evaluación completa de riesgos evalúa la magnitud, probabilidad y las consecuencias.

Se toma los siguientes criterios para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso:

- Alta: El evento ocurrirá en la mayor parte de las circunstancias. (tiende al 100%)
- Media: Se espera que el evento ocurra en la mayor parte de las circunstancias. (se tiene entre el 51% al 74% de seguridad que esté presente)

- Baja: El evento debe ocurrir en algún momento. (se tiene entre el 51% al 74% de seguridad que esté presente)

### 3.10 Análisis del riesgo de incendio

Los edificios de las instituciones de educación deben poseer un análisis de riesgo contra incendio para desarrollar sus actividades sin ningún peligro, por lo que estarán preparados en caso de suscitarse un conato de incendio; en nuestro país la SGR y el MT recomiendan utilizar el método de análisis de riesgo de incendio MESERI, de igual manera el cuerpo de bomberos solicita trabajar con este método.

**3.10.1 Cálculo de la carga térmica ponderada.** El cálculo de la carga térmica ponderada se realiza basándose en la norma NTP 036: Riesgo intrínseco de incendio. La carga de fuego ponderada  $Q_p$  se calculará considerando todos los materiales combustibles que existen en el edificio, el cálculo se establecerá mediante la siguiente expresión:

$$Q_p = \frac{\sum P_i H_i C_i}{A} R_a \left( \frac{Mcal}{m^2} \right) \quad (6)$$

Dónde:

$P_i$ = Peso en kg de cada una de las diferentes materias combustibles.

$H_i$ = Poder calorífico de cada una de las diferentes materias en Mcal/Kg.

$C_i$ = Coeficiente adimensional que refleja la peligrosidad de los productos conforme a los siguientes valores:

Tabla 15. Grado de peligrosidad de los productos

	Grado de peligrosidad		
	Alta	Media	Baja
Descripción de los productos	Cualquier líquido o gas licuado a presión de vapor de 1 kg Descripción de los productos /cm <sup>2</sup> y 23°C. Materiales criogénicos. Materiales que pueden formar mezclas explosivas en el aire. Líquidos cuyo punto de inflamación sea inferior a 23°C.	Los líquidos cuyo punto de inflamación este comprendido entre los 23 y los 61°C. Los sólidos que comienzan su ignición entre los 100° y los 200°C. Los sólidos y semisólidos que emiten gases inflamables.	Productos sólidos que requieran para comenzar su ignición estar sometidos a una temperatura superior a 200°C. Líquidos con punto de inflamación superior a 200°C. Líquidos con punto de inflamación superior a los 61°C.

	Materiales de combustión espontánea en su exposición al aire. Todos los sólidos capaces de inflamarse por debajo de los 100°C.		
<b>Valor de C</b>	<b>1,6</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>

Fuente: NTP 36

A= Superficie construida del local, considerada en m<sup>2</sup>.

Ra= Coeficiente adimensional que pondera el riesgo de activación inherente a la actividad industrial, de la siguiente forma:

Tabla 16. Riesgo de activación

<b>Riesgo de activación</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>Coefficiente <math>R_a</math></b>	3	1,5	1

Fuente: NTP 36

A fin de establecer la evaluación del riesgo de activación de cada proceso, conforme a los niveles de Alto (A), Medio (M) o Bajo (B), se facilita el listado de actividades en la NTP 036: Riesgo intrínseco de incendio.

El valor de Hi, se lo va a determinar por las tablas de la Búsqueda y validación de parámetros de la carga de fuego en establecimientos industriales, estos valores se aplicarán para cada dependencia de la edificación, obteniendo la carga térmica de cada material.

**3.10.2** *Inventario general del edificio.* El edificio lleva las labores de la administración de la Facultad de Mecánica como el Decanato, Vicedecanato, cuenta con una planta baja y dos plantas altas, en este edificio se encuentran también laboratorios, aulas, conserjería, archivo y servicios higiénicos, en cada una de las dependencias encontramos mobiliario, computadoras de escritorio, portafolios, carpetas, equipos, módulos, motores de 1 y 2 hp, multímetros, vatímetros, reactivos, proyectores y carteles didácticos.

**3.10.3** *Datos generales para el cálculo de la carga de fuego.* La siguiente tabla nos muestra los datos generales para el cálculo de la carga de fuego para el laboratorio de eficiencia energética.

Tabla 17. Datos generales para el cálculo de la carga de fuego

Planta	Dependencia	Material combustible	Nº de artículos	Cantidad en ( $\frac{kg}{unidad}$ )	Total (kg)	Poder calorífico ( $\frac{Mcal}{kg}$ )	Ci	Ra	
Planta Baja	Laboratorio de Eficiencia Energética	Madera	Sillas	17	7,84	133,28	4,0	1	1
			Pizarra	1	20	20			
			Escritorios	3	25,4	76,2			
			Mesas estudiantiles	10	12	120			
			Planchas de madera	7	8	56			
			Puertas	3	15	45			
		Fibras	Tela de las sillas ( $m^2$ )	11	0,2	2,2	4,0	1	1
		Plástico	Computadoras	3	15	45	7,0	1	1
			Tubería PVC	4 m	0,6	2,4			
			Secadoras	4	0,5	2			
			Equipos eléctricos	12	20	240			
			Vinil (sillas)	6	0,2	1,2			
		Polietileno	Recubrimiento de los circuitos eléctricos	300 m	0,05	15	10,0	1	1
		Espuma de poliuretano	Relleno (sillas)	17	0,8	13,6	6,7	1	1
Yeso	Cielo raso ( $0,36m^2$ )/plancha	444	0,5	222	0,1	1	1		

Fuente: Autores

### 3.10.4 Cálculos de la Carga de fuego ponderada

- Planta baja:
  - Laboratorio de Eficiencia Energética

$$Q_p = \frac{\sum P_i \times H_i \times C_i}{A} \times R_a \quad (7)$$

$$Q_p = \frac{(450,48 \times 4 \times 1) + (2,2 \times 4 \times 1) + (290,6 \times 7 \times 1) + (15 \times 10 \times 1) + (13,6 \times 6,7 \times 1) + (222 \times 0,1 \times 1) \left[ kg \times \frac{Mcal}{kg} \right]}{160m^2} \times 1$$

$$Q_p = \frac{4107,2Mcal}{160m^2} \times 1$$

$$Q_p = 25,67 \frac{Mcal}{m^2}$$

Los demás cálculos se encuentran en el Anexo C. Cálculos de la Carga de fuego ponderada.

– Resumen de los cálculos

Tabla 18. Resumen de los cálculos de la carga de fuego del edificio

EDIFICIO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA					
Plantas	Dependencia	Combustible	Superficie (m <sup>2</sup> )	Carga de fuego Mcal/m <sup>2</sup>	Riesgo
Planta Baja	Laboratorio de eficiencia energética	A, C	160	25,67	Bajo
	Laboratorio de materiales	A, B, C	71,03	39,87	Bajo
	Conserjería	A, C	5,68	83,71	Bajo
	Laboratorio de Cad Cam	A, C	48,43	101,61	Bajo
	Hall y pasillo	A, C	102,65	0,55	Bajo
Primera Planta Alta	Laboratorio de electrónica y control industrial	A, C	79,13	46,36	Bajo
	Laboratorio de eléctricas (1)	A, B, C	64,88	150,45	Bajo
	Laboratorio de eléctricas (2)	A, B, C	64,88	150,45	Bajo
	Laboratorio de ensayos no destructivos	A, B, C	64,074	15,89	Bajo
	Laboratorio de tratamientos térmicos	A, B, C	63,98	238,55	Medio (Ordinario)
	Hall y pasillo	A, C	75,08	0,43	Bajo
Segunda Planta Alta	Decanato	A, C	65,49	39,82	Bajo
	Vicedecanato	A, C	66,35	23,67	Bajo
	Archivo	A, C	61,42	111,32	Bajo
	Aula A1	A	60,63	52,72	Bajo
	Laboratorio de sistemas hidráulicos y neumáticos	A, B, C	69,28	49,17	Bajo
	Sala de reuniones	A, C	56,84	29,03	Bajo
	Hall y pasillo	A, C	76,58	2,32	Bajo

Fuente: Autores

**3.10.5 Método Meseri.** Para la aplicación de esta matriz debemos tomar en cuenta la teoría descrita en la sección 2.4.1 Método simplificado de evaluación del riesgo de incendio.

Tabla 19. Análisis método de evaluación del riesgo de incendio actual

Nombre de la Empresa: Epoch -Edificio de laboratorios de la facultad de mecánica		Servicios		Fecha:	Riobamba, 14 de septiembre, 2016	Área:	E. Laboratorios	
Persona que realiza evaluación:		Sr. Freire/Sr. Valle						
Concepto		Coefficiente	Puntos	Concepto		Coefficiente	Puntos	
<b>CONSTRUCCION</b>				<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>				
Nº de pisos	Altura			Por calor				
1 o 2	menor de 6m	3	2	Baja	10	5		
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		Media	5			
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Alta	0			
10 o más	más de 28m	0		Por humo				
Superficie mayor sector incendios				Baja	10	10		
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	Media	5				
de 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4	Alta	0				
de 1501 a 2500 m <sup>2</sup>		3	4	Por corrosión				
de 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2		Baja	10	5		
de 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1		Media	5			
más de 4500 m <sup>2</sup>		0		Alta	0			
<b>Resistencia al Fuego</b>				Por Agua				
Resistente al fuego (hormigón)		10	10	Baja	10	0		
No combustibel (metálica)		5		Media	5			
Combustible (madera)		0		Alta	0			
<b>Falsos Techos</b>				<b>PROPAGABILIDAD</b>				
Sin falsos techos		5	0	<b>Vertical</b>				
Con falsos techos incombustible M0		3		Baja	5	3		
Con falsos techos combustibles M4 o peor		0		Media	3			
			Alta	0				
<b>FACTORES DE SITUACIÓN</b>				<b>Horizontal</b>				
<b>Distancia de los Bomberos</b>				Baja	5	0		
menor de 5 km	5 min.	10	Media	3				
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	Alta	0				
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6						
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2	8					
más de 25 km	25 min.	0						
<b>Accesibilidad de edificios</b>				<b>SUBTOTAL (X)</b>				
Buena		5	5	<b>69</b>				
Media		3		<b>FACTORES DE PROTECCIÓN</b>				
Mala		1		<b>INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>				
Muy mala		0						
<b>PROCESOS</b>				Detección automática				
<b>Peligro de activación</b>				Sin CRA	0	3	0	
Bajo		10	5	Con CRA	2	4		
Medio		5		Rociadores automáticos				
Alto		0		Sin CRA	5	7	0	
<b>Carga Térmica</b>			Con CRA	6	8			
Bajo	Inferior 1000 Mj/m <sup>2</sup>	10	5	<b>Extintores portátiles</b>		1	2	1
Moderada	Entre 1000 y 2000	5		<b>Bocas de incendio equipadas</b>		2	4	2
Alta	Entre 2000 y 5000	2		<b>Hidrantes exteriores</b>		2	4	2
Muy alta	Superior a 5000	0		<b>ORGANIZACIÓN</b>				
<b>Combustibilidad</b>				Brigadas de primera intervención	2	2	0	
Bajo		5	3	Brigadas de segunda intervención	4	4	0	
Medio		3		Plan de autoprotección y emergencia	2	4	0	
Alto		0		<b>SUBTOTAL (Y)</b>				
<b>Orden y Limpieza</b>				<b>5</b>				
Alto		10	5	<b>CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección)</b>				
Medio		5		$P = \frac{5}{129}x + \frac{5}{30}y + 1(BCI)$				
Bajo		0						
<b>Almacenamiento en Altura</b>				P	3,5	Riesgo Grave		
menor de 2 m.		3	2	<b>OBSERVACIONES:</b> Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.				
entre 2 y 4 m.		2						
más de 6 m.		0						
<b>FACTOR DE CONCENTRACIÓN</b>								
<b>Factor de concentración \$/m<sup>2</sup></b>								
Menor a 600		3	0					
entre 600 y 1500		2						
Superior a 1500		0						
<b>Realizado por:</b>			<b>Revisado por:</b>			<b>Aprobado por:</b>		

Fuente: Autores

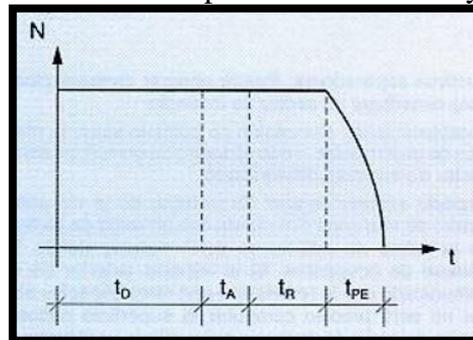
Como resultado de la evaluación nos da un riesgo grave según la Tabla 1. Análisis de la evaluación cuantitativa, por lo que se justifica la implementación del plan de emergencia.

### 3.11 Cálculo estimado de vías y tiempos de evacuación

Los ocupantes de un edificio deben ser los primeros en ser precautelados y protegidos, por lo que deben poseer rutas de evacuación adecuadas y que cumplan con los requisitos de seguridad en caso de una emergencia.

El siguiente cálculo se realiza bajo la normativa de la NTP 436: Cálculo estimativo de vías y tiempos de evacuación.

Figura 15. Relación entre el número de personas evacuadas y el tiempo de evacuación



Fuente: NTP 436, 1996

$$t_E = t_D + t_A + t_R + t_{PE} \quad (8)$$

La suma de todos estos tiempos es el tiempo de evacuación. Estos están en función de la implementación del plan de emergencia.

El tiempo de detección ( $t_D$ ) transcurre desde el inicio del fuego o emergencia hasta que la persona responsable inicie la alarma, esto a su vez se puede apreciar como el tiempo de detección automática o humana, el de comprobación de la alarma y el de aviso para iniciar la alarma.

El tiempo de alarma ( $t_A$ ) es el tiempo de emisión de los sonidos, luces de emergencia para avisar a las personas, esto depende de los elementos de detección instalados.

El tiempo de retardo  $t_R$  es el asignado para que las personas asimilen los mensajes de alarma y empiecen el movimiento hacia las correspondientes salidas. Influye de una manera importante en la disminución de  $t_R$  la eficacia de comunicación de los mensajes y la buena organización del personal de ayuda para la evacuación.

El tiempo propio de evacuación  $t_{PE}$  comienza en el momento que las primeras personas usan las vías de evacuación con intención de salir al lugar seguro preindicado. Se puede contar aproximadamente desde la salida del primer evacuado.

El tiempo total de evacuación depende del número de salidas del edificio o recinto a evacuar. Se considera que los ocupantes asignados a una salida deben poder traspasarla en un tiempo máximo de 2 minutos.

**3.11.1** *Número de ocupantes del edificio.* En la siguiente tabla se describe detalladamente el número de personas y el área que ocupan cada una de las dependencias del edificio.

Tabla 20. Uso del edificio de laboratorios de la facultad de mecánica

Planta	Unidad	Dependencia/ Laboratorio/ Espacio	Área ( $m^2$ )	Ocupantes
1	Apoyo Académico	Laboratorio de eficiencia energética	160	15
1	Apoyo Académico	Laboratorio de materiales	71,03	15
1	Servicios Generales	conserjería	5,68	1
1	Apoyo Académico	Laboratorio de Cad Cam	48,43	30
1	Circulación interna	Hall y pasillo	102,65	
2	Apoyo Académico	Laboratorio de electrónica y control industrial	79,13	15
2	Apoyo Académico	Laboratorio de eléctricas (1)	64,88	15
2	Apoyo Académico	Laboratorio de eléctricas (2)	64,88	15
2	Apoyo Académico	Laboratorio de ensayos no destructivos	64,074	15
2	Apoyo Académico	Laboratorio de tratamientos térmicos	63,98	15
2	Circulación interna	Hall y pasillo	75,08	
2	Servicios Generales	Servicio higiénico	45	6
3	Administrativo	Decanato	65,49	2
3	Administrativo	Vicedecanato	66,35	2
3	Administrativo	Archivo	61,42	1
3	Académico	Aula A1	60,63	30

3	Apoyo Académico	Laboratorio de sistemas hidráulicos y neumáticos	69,28	15
3	Apoyo Académico	Sala de reuniones	56,84	30
3	Circulación interna	Hall y pasillo	76,58	
Total	19		1110,064	222

Fuente: Autores

**3.11.2** *Cálculo de la vía de evacuación.* El número de rutas de evacuación que posee el edificio en nuestro caso solo existe una ruta de evacuación desde la segunda planta alta hacia la planta baja en forma ascendente y descendente, mediante cálculos se va a verificar si es la adecuada para el número de personas que utilizan el edificio.

Figura 16. Escalera de evacuación del edificio



Fuente: Autores

Según la normativa NTP 436, se debe calcular el ancho mínimo de las vías de evacuación, por medio de la siguiente fórmula:

$$P \leq 3S + 160A \quad (9)$$

Dónde:

P= El número de ocupantes

S= Superficie útil de la escalera

A= Ancho de la escalera

La normativa nos dice que el ancho de las escaleras de evacuación no debe ser menor a 1 m, con esta medida tenemos que la superficie útil es de 11m<sup>2</sup>, la altura del edificio es de 9 m y la altura desde la planta baja a la primera planta es de 3 m. Entonces el valor de S corresponde a:

$$S = 9 \times 11/3A \quad (10)$$

$$S = 33A$$

Remplazamos en la ecuación (9)

$$222 \leq 3 \times 33A + 160A$$

$$A \geq 0,86$$

El ancho requerido es de 0,86 m, y el ancho de las escaleras son de 2 m; por lo que se está cumpliendo con este punto de seguridad.

**3.11.3** *Cálculo del tiempo de evacuación.* Una persona adulta que no tenga ningún impedimento físico, ni mental puede recorrer cualquier distancia con una velocidad de un metro por segundo, con este dato se calcula el tiempo de evacuación.

El tiempo propio de evacuación es de 2 minutos corresponde al tiempo que se tarda una persona en trasladarse desde la oficina del Decanato hacia la puerta de salida de la planta baja. El tiempo de detección es de 10 minutos, porque no existe ningún tipo de detección automática, en el caso de haberlo el tiempo es menor a un minuto. El tiempo de retardo es de 5 minutos, porque no existe el plan de emergencia, cuando se llegue a implementar este tiempo no debe exceder de un minuto. El tiempo de alarma es el que corresponde al envío de mensajes, luces o sonidos codificados, este tiempo no debe superar de un minuto.

$$T_E = T_D + T_A + T_R + T_{PE}$$

$$T_E = (10 + 1 + 5 + 2) \text{ min}$$

$$T_E = 18 \text{ min}$$

El tiempo de evacuación de la situación actual es de 18 minutos para que el edificio quede totalmente evacuado. El tiempo máximo para una evacuación según la normativa NTP 436, es de 15 a 20 minutos.

**3.11.4** *Tiempo estimado de llegada de las instituciones de servicio público.* Se debe tener en cuenta las instituciones de socorro que estén cercanos al edificio, porque en el caso de solicitar su ayuda lleguen lo más rápido posible al establecimiento mencionado.

Figura 17. Tiempo de llegada del cuerpo de bomberos al edificio



Fuente: <https://goo.gl/3Yg60w>

El tiempo de llegada del cuerpo de bomberos desde el norte de Riobamba según el sitio web Google maps es de 7 minutos.

Figura 18. Tiempo de llegada de la Policia Nacional al edificio



Fuente: <https://goo.gl/CGsok0>

El tiempo de llegada de la Policia Nacional desde el Ecu 911 Riobamba según el sitio web Google maps es de 8 minutos.

## CAPÍTULO IV

### **4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH**

Después de haber concluido con la investigación de campo y determinar los recursos y vulnerabilidades que tiene el edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica de la EsPOCH, se propone el siguiente Plan de Emergencia que presentamos a continuación, el mismo que se basa en la Norma “NTP 361: Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia”. El plan de emergencia es la planificación y organización humana para la utilización óptima de los medios técnicos previstos con la finalidad de reducir al mínimo la posibles consecuencias humanas y/o económicas que pudieran derivarse de la situación de emergencia.

El plan de emergencia se estructura en cuatro fases como son:

Evaluación del riesgo.

Medios de protección.

Plan de emergencia.

Implementación.

#### **4.1 Justificación del plan de emergencia**

En estos edificios y/o espacios concurren factores de riesgo propios. De entre ellos cabe destacar por su incidencia e importancia:

- Densidad de ocupación
- Características de los ocupantes
- Existencia de personal foráneo
- Limitaciones lumínicas

La existencia de alguno de estos factores o la conjunción de todos ellos junto a otros que puedan existir, previsiblemente darían lugar a consecuencias graves o incluso catastróficas ante la aparición de una situación de emergencia, si previamente no se ha

previsto tal evento y se han tomado medidas para su control. Por eso la importancia de contar con un plan de emergencia implementado.

## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA (EDIFICIO DE LABORATORIOS)**

### **PLAN DE EMERGENCIA**

#### **CROQUIS GEO-REFERENCIAL**

Figura 19. Ubicación posicional del edificio de laboratorios



Fuente: Google Maps

#### **4.2 Objetivo general**

Proporcionar un conjunto de información necesaria que facilite la pronta actuación en caso de algún tipo de emergencia, y así poder precautelar la integridad física de los ocupantes y los bienes del edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica de la Espoch.

#### **FASE 1**

#### **4.3 Evaluación del riesgo**

En el capítulo III de este documento se realizó el análisis de riesgo así como también la evaluación de medios de protección existente, y se pudo concluir que no existe algún medio de protección que ayude en la minimización o mitigación si se presenta algún tipo de emergencia en el edificio de laboratorios de la facultad de Mecánica.

## **FASE 2**

### **4.4 Medios de protección**

**4.4.1** *Inventario de medios técnicos contra incendios.* El edificio cuenta con tres hidrantes contra incendios y extintores distribuidos en cada uno de los pisos.

**4.4.2** *Elaboración del mapa de evacuación.* Un plano de evacuación es de suma importancia para guiarse en caso de suscitarse una emergencia en el edificio, el cual indica de manera completa las rutas de evacuación a seguir en cada planta hasta llegar a la puerta de emergencia o el punto de encuentro.

La normativa de seguridad en cuanto a mapas de evacuación nos guiaremos con la norma ISO 23601: Identificación de seguridad, Diseño de planes de Evacuación y Escape. Ya que en el país no posee una normativa en este tema en sus leyes, reglamentos y ordenanzas.

El mapa de evacuación se encuentra en el anexo D

**4.4.3** *Punto de encuentro.* En caso de una emergencia puede ser necesario la evacuación del edificio ya sea en forma parcial o total, y en ese caso se debe trasladar a los estudiantes, docentes, personal administrativo y todas las personas que se encuentren dentro de las instalaciones del mismo a un lugar definido como punto de encuentro.

El punto de encuentro es un lugar designado y señalizado específicamente para que todas las personas evacuadas se reúnan al momento de una emergencia. El propósito de este punto de encuentro es proveer de un lugar seguro donde poder comprobar si a evacuado a todo el personal, alumnado etc. y el estado en el que se encuentran los mismos.

Hay que tener algunas consideraciones para designar un punto de encuentro:

- Que sea un lugar seguro.
- Que tenga espacio suficiente.
- Debe ser de fácil acceso para los servicios de emergencia.
- No debe ser necesario cruzar la calle.

- Debe ser conocido por todo el personal que hace uso de las instalaciones del edificio.
- Debe disponer a su vez de rutas para realizar una posible evacuación de dicho punto de encuentro en el caso de que la emergencia fuera de mayor magnitud y pueda afectar a este punto.

Para el caso de nuestro estudio no es necesario un análisis para determinar el punto seguro ya que el punto de encuentro se encuentra lo bastante distante y en el caso de que la emergencia sea de mayor envergadura.

**4.4.4** *Rutas de acceso.* Existen dos formas en que los elementos externos de socorro tendrían acceso al edificio y son por la parte frontal del predio y por la parte posterior.

Figura 20. Acceso principal del edificio



Fuente: Autores

### **FASE 3**

#### **4.5 Plan de emergencia**

**4.5.1** *Clasificación de las emergencias.* La elaboración de los planes de emergencia se hará teniendo en cuenta la gravedad o el tipo de emergencia a suscitarse dentro del edificio.

Conato de emergencia (grado I): situación que puede ser controlada y solucionada de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector.

Emergencia parcial (grado II): situación que puede ser dominada requiere la actuación de equipos especiales del sector. No es previsible que afecte a sectores colindantes.

Emergencia general (grado III): situación para cuyo control se precisa de todos los equipos y medios de protección propios y la ayuda de medios de socorro y salvamento externos. Generalmente comportará evacuaciones totales o parciales.

#### 4.5.2 Acciones

**4.5.2.1 Detección de la emergencia.** Se debe instalar una alarma manual para dar el aviso correspondiente de evacuación. Además se implementará luces de emergencia en los pasillos y escaleras que guíen a las salidas más cercanas y sitios seguros.

**4.5.2.2 Selección de elementos de alerta, detección y protección.** En el caso de un incendio se necesitan otras medidas de detección y protección como son detectores de humo, extintores. El riesgo del edificio estriba en la posibilidad que se produzca un daño importante en el inmueble.

**4.5.2.3 Selección de extintores portátiles.** El reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Ecuador dicta en su artículo 30, utilizar la norma NFPA 10 Extintores Portátiles Contra Incendios.

Mediante los cálculos de la carga de fuego de la Tabla 16. Resumen de los cálculos de la carga de fuego del edificio, procedemos a encontrar el tipo de extintor a utilizar en cada dependencia del edificio.

Tabla 21. Niveles de riesgo

NIVELES DE RIESGO INTRÍNSECO		
Niveles de riesgo intrínseco	Carga de fuego ponderada QP	
	MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>
Bajo	1 de 210 hasta 420	50<Qp<100
	2 de 421 hasta 850	100<Qp<200
Medio	3 de 851 hasta 1275	200<Qp<300
	4 de 1276 hasta 1700	300<Qp<400
	5 de 1701 hasta 3400	400<Qp<800
Alto	6 de 3401 hasta 6800	800<Qp<1600
	7 de 6801 hasta 13600	1600<Qp<3200
	8 de 13601 en adelante	Qp>3200

Fuente: <https://goo.gl/9uckmL>

Con la ayuda de la figura anterior encontramos que en la planta baja en el Laboratorio de eficiencia energética existe un grado de riesgo intrínseco bajo. De igual manera en todas las dependencias del edificio, excepto en laboratorio de tratamientos termicos existe un riesgo intrínseco medio.

- **Selección, tamaño y número de extintores según la norma NFPA 10**

Este análisis se examinó en dos partes: la primera parte se evaluará con riesgo intrínseco leve para todas las dependencias del edificio, excepto la del laboratorio de tratamientos térmicos; y la segunda parte se evaluará el laboratorio de tratamientos térmicos con un riesgo medio por la cantidad de aceite SAE 40 que posee, según lo indica en las especificaciones de la Tabla 21. Niveles de riesgo.

**Primera parte**

Primero: Se evalúa con la siguiente figura, la clasificación del extintor para fuego clase A, bajo el parámetro de riesgo leve que existe en cada dependencia del predio.

Tabla 22. Clasificación del extintor fuego clase A  
Área máxima protegida por extintores en pies cuadrados [ $ft^2$ ]

Clasificación del extintor	Ocupación de riesgo leve	Ocupación de riesgo ordinario	Ocupacion de riesgo alto
1 A	-	-	-
2 A	6.000	3.000	-
3 A	9.000	4.500	-
4 A	11.250	6.000	4.000
6 A	11.250	9.000	6.000
10 A	11.250	11.250	10.000
20 A	11.250	11.250	11.250
30 A	11.250	11.250	11.250
40 A	11.250	11.250	11.250

Fuente: NFPA 10

La tabla muestra una clasificación de extintor 2A. En la figura anterior el área protegida máxima por extintor se determina en  $ft^2$ , por lo tanto 6000  $ft^2$  equivale a 560  $m^2$ . Por lo tanto, este análisis para la clasificación del extintor de fuego clase A, corresponde para todas las dependencias analizadas del establecimiento, ya que ninguna área supera los 560  $m^2$  en el edificio.

Segundo: Se evalúa con la siguiente figura la clasificación del extintor para fuego clase B, bajo el parámetro de riesgo leve que existe en cada dependencia del edificio.

Tabla 23. Clasificación de extintor fuego clase B  
Tamaño y localización de extintores para riesgos clase B

Tipo de Riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia Máxima a recorrer hasta el extintor	
		(pies)	(m)
Leve (Bajo)	5B	30	9,15
	10B	50	15,25
Ordinario (Moderado)	10B	30	9,15
	20B	50	15,25
Extra (Alto)	40B	30	9,15
	80B	50	15,25

Fuente: NFPA 10

La tabla muestra una clasificación de extintor 5-10B para fuegos de esta clase.

Por lo tanto, este análisis para la clasificación del extintor de fuego clase B, corresponde para las dependencias donde existe este tipo de fuego y se encuentran en el laboratorio de materiales de la planta baja, en el laboratorio de electrónica, máquinas eléctricas (1) y (2) y el laboratorio de ensayos no destructivos de la primera planta alta y en el laboratorio de sistemas hidráulicos y neumáticos de la segunda planta alta.

Tercero: Se evalúa con la siguiente figura la clasificación del extintor para fuego clase C, bajo el parámetro de la norma NFPA 10 que menciona que el fuego de clase C se puede determinar como un fuego de clase A o B, se seleccionó un fuego de clase A en función de fuego de clase C.

En el fuego de clase C tenemos un riesgo leve que existe en cada dependencia del edificio.

Tabla 24. Clasificación del extintor fuego clase C  
Área máxima protegida por extintores en pies cuadrados [ $ft^2$ ]

Clasificación del extintor	Ocupación de riesgo leve	Ocupación de riesgo ordinario	Ocupación de riesgo alto
1 A	-	-	-
2 A	6.000	3.000	-
3 A	9.000	4.500	-
4 A	11.250	6.000	4.000
6 A	11.250	9.000	6.000

10 A	11.250	11.250	10.000
20 A	11.250	11.250	11.250
30 A	11.250	11.250	11.250
40 A	11.250	11.250	11.250

Fuente: NFPA 10

Por lo tanto, se obtuvo una clasificación de extintor de 2 A.

Cuarto: Se determina la capacidad del extintor mediante la clasificación UL, por medio de la siguiente tabla se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 25. Resumen de clasificación de extintor.

Tipo de fuego	Clasificación del extintor
A	2 A
B	5-10B
C	2 C

Fuente: Autores

Encontrada la tabla de la clasificación de extintores para cada tipo de fuego se procede a buscar la clasificación UL correspondiente para determinar la capacidad del extintor.

Tabla 26. Seleccionamiento de la capacidad de extintor P.Q.S multipropósito

Agente extintor	Método de operación	Capacidad	Alcance horizontal del chorro	Tiempo aproximado de descargue	Protección requerida bajo 40°F (4°C)	Clasificación UL o ULC
Polvo Químico	Presurizado	1 a 5 lbs	5 - 12 pies	8 a 10 seg	No	1 a 5-A y 2 a 10 B:C
Seco Multipropósito o ABC (Fosfato de amonio)	Presurizado o capsula	2 ½ a 9 lbs	5 - 12 pies	8 a 15 seg	No	1 a 4-A y 10 a 40 B:C
	Presurizado o capsula	9 a 17 lbs	5 - 20 pies	10 a 25 seg	No	2 a 20-A y 10 a 80-B:C
	Presurizado o capsula	17 a 30 lbs	5 - 20 pies	10 a 25 seg	No	3 a 20-A y 30 a 120-B:C

Fuente: NFPA 10

La figura anterior nos indica que necesitamos un extintor de polvo químico seco multipropósito presurizado con un rango de capacidad de 1 a 5 lbs, con un alcance horizontal del chorro de 5 a 12 pies (1,5m a 3,6m) y un tiempo aproximado de descargue de 8 a 10 seg.

Por ultimo se realiza una tabla resumen de las características del extintor para el laboratorio de eficiencia energética y las demás excepto el laboratorio de tratamientos termicos que se analizará en la segunda parte de nuestro análisis.

Tabla 27. Resumen de las características del extintor seleccionado

Ítem	Agente extintor	Cantidad	Capacidad (lbs)	Marca del extintor	Imagen
1	Polvo Químico Seco (PQS) multipropósito presurizado	1	5	Global Security	

Fuente: Autores

### Segunda parte

Primero: Se evalúa con la siguiente figura, la clasificación del extintor para fuego clase A, bajo el parámetro de riesgo ordinario que existe en el laboratorio de tratamientos termicos.

Tabla 28. Clasificación del extintor fuego clase A

Área máxima protegida por extintores en pies cuadrados [ $ft^2$ ]			
Clasificación del extintor	Ocupación de riesgo leve	Ocupación de riesgo ordinario	Ocupacion de riesgo alto
1 A	-	-	-
2 A	6.000	3.000	-
3 A	9.000	4.500	-
4 A	11.250	6.000	4.000
6 A	11.250	9.000	6.000
10 A	11.250	11.250	10.000
20 A	11.250	11.250	11.250
30 A	11.250	11.250	11.250
40 A	11.250	11.250	11.250

Fuente: NFPA 10

Encontramos una clasificación de extintor 2A. En la figura anterior el área protegida máxima por extintor se determina en  $ft^2$ , por lo tanto  $3000 ft^2$  equivale a  $280 m^2$ .

Por lo tanto, este análisis para la clasificación del extintor de fuego clase A corresponde para nuestro laboratorio, ya que esta área no supera los  $280 m^2$ .

Segundo: Se evalúa con la siguiente figura la clasificación del extintor para fuego clase B, bajo el parámetro de riesgo alto que existe en el laboratorio de tratamientos termicos.

Tabla 29. Clasificación de extintor fuego clase B  
Tamaño y localización de extintores para riesgos clase B

Tipo de Riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia Máxima a recorrer hasta el extintor	
		(pies)	(m)
Leve (Bajo)	5B	30	9,15
	10B	50	15,25
Ordinario (Moderado)	10B	30	9,15
	20B	50	15,25
Extra (Alto)	40B	30	9,15
	80B	50	15,25

Fuente: NFPA 10

La tabla muestra una clasificación de extintor 10-20B para fuegos de esta clase.

Tercero: Se evalúa con la siguiente figura la clasificación del extintor para fuego clase C, bajo el parámetro de la norma NFPA 10 que menciona que el fuego de clase C se puede determinar como un fuego de clase A o B, se seleccionó un fuego de clase B en función de fuego de clase C.

En el fuego de clase C tenemos un riesgo ordinario que existe en el Laboratorio de tratamientos térmicos.

Tabla 30. Clasificación de extintor fuego clase C  
Tamaño y localización de extintores para riesgos clase B

Tipo de Riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia Máxima a recorrer hasta el extintor	
		(pies)	(m)
Leve (Bajo)	5B	30	9,15
	10B	50	15,25
Ordinario (Moderado)	10B	30	9,15
	20B	50	15,25
Extra (Alto)	40B	30	9,15
	80B	50	15,25

Fuente: NFPA 10

Por lo tanto, se obtuvo una clasificación de extintor 10B-20B para fuegos de esta clase.

Cuarto: Se determina la capacidad del extintor mediante la clasificación UL, por medio de la siguiente tabla se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 31. Resumen de clasificación de extintor.

Tipo de fuego	Clasificación del extintor
A	2 A
B	10-20B
C	10-20 C

Fuente: Autores

Encontrada la tabla de la clasificación de extintores para cada tipo de fuego se procede a buscar la clasificación UL correspondiente para determinar la capacidad del extintor.

Tabla 32. Seleccionamiento de la capacidad de extintor P.Q.S multipropósito

Agente extintor	Método de operación	Capacidad	Alcance horizontal del chorro	Tiempo aproximado de descargue	Protección requerida bajo 40°F (4°C)	Clasificación UL o ULC
Polvo Químico	Presurizado	1 a 5 lbs	5 - 12 pies	8 a 10 seg	No	1 a 5-A y 2 a 10 B:C
Seco Multipropósito o ABC (Fosfato de amonio)	Presurizado o capsula	2 ½ a 9 lbs	5 - 12 pies	8 a 15 seg	No	1 a 4-A y 10 a 40 B:C
	Presurizado o capsula	9 a 17 lbs	5 - 20 pies	10 a 25 seg	No	2 a 20-A y 10 a 80-B:C
	Presurizado o capsula	17 a 30 lbs	5 - 20 pies	10 a 25 seg	No	3 a 20-A y 30 a 120-B:C

Fuente: NFPA 10

La figura anterior nos indica que necesitamos un extintor de polvo químico seco multipropósito presurizado con un rango de capacidad de 2 a 9 lbs, con un alcance horizontal del chorro de 5 a 12 pies (1,5m a 3,6m) y un tiempo aproximado de descargue de 8 a 15 seg.

Por ultimo se muestra una tabla resumen de las características del extintor para el laboratorio de tratamientos termicos.

Tabla 33. Resumen de las características del extintor seleccionado

Ítem	Agente extintor	Cantidad	Capacidad (lbs)	Marca del extintor	Imagen
1	Polvo Químico Seco (PQS) multipropósito presurizado	2	5	Global Security	

Fuente: Autores

- **Condiciones de seguridad.**

Cada extintor debe cumplir con las condiciones de seguridad generales siguientes que redacta la norma.

- Deberán ser colocados en donde se necesiten y estén accesibles de forma rápida y disponible en caso de un fuego.
- Se colocarán en el recorrido de las salidas de emergencia, incluyendo las salidas de los locales.
- No deberán ser bloqueados ni obstaculizados visualmente.
- Los extintores que no sean sobre ruedas deberán ser instalados por: ganchos para colgar el extintor, con el soporte del fabricante que trae el extintor, en soportes aprobados para tal fin y en gabinetes o huecos en la pared.
- Los extintores que tengan un peso bruto que no exceda de 40 libras (18,14 kg) deberán ser instalados de tal manera que entre la parte superior del extintor y suelo no sea mayor a 5ft (1,53) m.
- Las instrucciones de operación del extintor deben estar colocadas al frente del extintor y deben ser visibles y claras.
- Los gabinetes que protejan extintores no deberán estar cerrados, excepto en lugares donde puedan ser extraídos o darles uso malicioso y que estos tengan una salida de emergencia para el extintor.

- No deberán ser expuestos a temperaturas fuera del rango enlistado demostrado en la etiqueta del extintor.
- La disposición del extintor será de tal manera que desde ningún foco de ignición se tenga que recorrer una distancia mayor a 12 m, ya sea un recorrido radial o no.

**4.5.2.4 Selección de los elementos de detección, protección y salvamento.** Para la detección de un incendio se puede realizar por medio de detección humana, una instalación de detección automática o la utilización de sistemas mixtos. La detección automática de incendios es más rápida que la detección humana y pueden vigilar en zonas inaccesibles a la detección humana.

- **Detectores automáticos de humos:**

Para nuestro caso de estudio se utilizó detectores de humos iónicos por sus ventajas y su fácil detección de humos visibles e invisibles, la distribución se lo hará en base a la normativa del decreto 2393.

- La normativa dice que debemos utilizar 1 detector al menos cada 60 m<sup>2</sup> en locales de altura inferior o igual a 6 m y cada 80 m<sup>2</sup> si la altura fuese superior a 6 m e inferior a 12 m.
- En los pasillos deberá disponerse de un detector al menos cada 12 m<sup>2</sup>.
- La instalación estará alimentada como mínimo por dos fuentes de suministro de las cuales la principal será la red general del edificio, la fuente secundaria de suministro dispondrá de una autonomía de 72 horas de funcionamiento en estado de vigilancia y de una hora en estado de alarma.

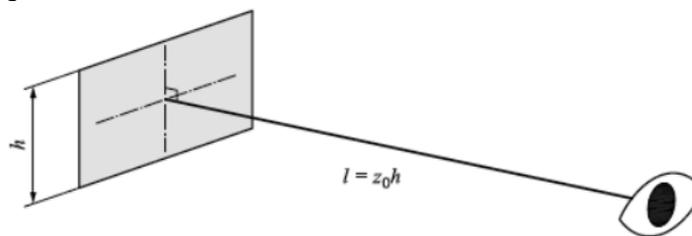
**4.5.2.5 Lámparas de emergencia.** Las lámparas de emergencia se seleccionan y se ubican de acuerdo a la norma NFPA 101: Código de Seguridad Humana. La norma dicta que es necesario de lámparas de emergencia en los corredores y escaleras. Especifica también que no es necesario dentro de las oficinas y dependencias de un establecimiento o edificio.

Las lámparas a seleccionar son de tipo no permanente, que solo entran en funcionamiento cuando falle la alimentación del alumbrado normal. Estas lámparas funcionan con una batería como su fuente de alimentación en caso de corte de la energía eléctrica, la duración de la batería para la iluminación en caso de emergencia será por lo menos de una hora.

**4.5.2.6 Sistema manual de alarma de incendio.** La alarma es un medio de comunicación de emergencia por lo cual se debe tener en el edificio para el rápido accionamiento en caso de un incendio o una emergencia en la que amerita la evacuación de las personas hacia el punto de encuentro, cada alarma será presionada únicamente por las personas de las brigadas de emergencia.

**4.5.2.7 Dimensionamiento de la señalética.** La norma NTE INEN- ISO 3864-1:2013: Símbolos gráficos, Colores de seguridad y Señales de seguridad; en el anexo A.2 establece los parámetros básicos para realizar una señal de seguridad y este pictograma pueda ser fácilmente identificable.

Figura 21. Esquema de distancia de observación normal de una señal de seguridad



Fuente: NTE INEN-ISO 3864-1: 2013

Para encontrar la distancia normal de observación se aplica la siguiente fórmula:

$$l = z_o \times h \quad (11)$$

Dónde:

$l$ = Distancia de observación.

$z_o$ = Factor de distancia desde una posición normal de observación hacia el centro de la señal de seguridad.

$h$ = La altura de la señal de seguridad.

Para poder aplicar la formula anterior se deben tener en cuenta algunos factores.

El valor de  $z_o$  para una población de usuarios y condiciones de iluminación dadas el valor puede variar entre las señales de seguridad. Cuando no se conoce el porcentaje de una población con visión normal que identifique correctamente los elementos de los símbolos gráficos para una señal de seguridad específica, se utiliza un valor general de  $z_o$  de 60.

Cuando las señales de seguridad están externamente iluminadas, el factor de distancia es afectado por el nivel de iluminación de la señal.

Las señales de seguridad externamente iluminadas en un ambiente de baja iluminación, tal como la luminosidad por iluminación de emergencia  $z_o$  debe ser multiplicada por un factor de 0,5.

Cuando la observación de la señal de seguridad normal se realiza desde un ángulo con respecto a la vista normal, las dimensiones proyectadas se reducen, reduciendo así la distancia de observación para la identificación correcta de los símbolos gráficos.

1. A un ángulo de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $60^\circ$  con respecto a la vista normal  $z_o$  debe ser multiplicada por 0,87, 0,71 y 0,5 respectivamente.

$$z_a = z_o \times \cos \alpha \quad (12)$$

La distancia de observación idónea que describe la norma, es la distancia más lejana y de difícil observación a la cual vamos a apreciar e interpretar los símbolos gráficos de seguridad en el edificio. Por la cual la distancia más lejana será de 8 m a la cual estarán colocadas las señaléticas correspondientes.

La altura mínima para la señal de seguridad, en milímetros (mm), se calcula a partir de la siguiente ecuación.

$$h = \frac{l_s}{z_o \times \cos \alpha \times 0,5} \quad (13)$$

Donde:

$h$ = Altura mínima para la señal de seguridad.

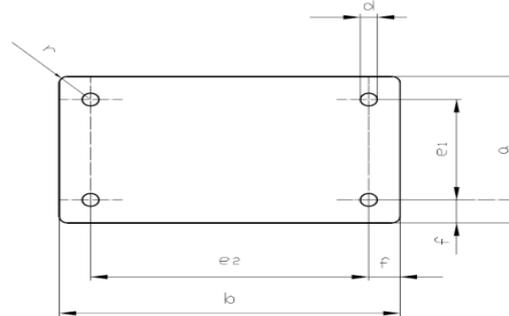
$l_s$ = Distancia requerida para una observación segura.

$z_o$ = Factor de distancia pertinente.

$\cos \alpha$ = Factor de observación.

0,5= Factor de iluminación de emergencia.

Figura 22. Dimensiones de un rótulo cuadrado o rectangular



Fuente: NTE INEN 878: 2013

- **Cálculo para señaléticas de evacuación y de salidas de emergencia**

El tamaño de la señalética para pictogramas de evacuación y de salidas de emergencia según la norma ISO 7010-e001 y e002 se utilizará el factor de corrección de 95 porque la señal será iluminada por luces de emergencia de  $5 \geq lx$ .

$$h = \frac{8 \text{ m}}{z_o \times \cos \alpha \times 0,5}$$

$$h = \frac{8 \text{ m}}{95 \times \cos 30^\circ \times 0,5}$$

$$h = 0,194\text{m (194 mm)}$$

La altura de la señalética es de 194 mm, esta medida la complementamos con las tablas de dimensiones para rótulos cuadrados y rectangulares, que se encuentra en la norma NTE INEN 878: Rótulos, placas rectangulares y cuadradas dimensiones, la dimensión según la tabla es de (200 x 200) mm y (200x500) mm, estas medidas se encuentra dentro del rango calculado.

La tabla de dimensiones para rótulos cuadrados y rectangulares se encuentra en el anexo E.

- **Cálculo para señaléticas de seguridad para extintores y de precaución**

El tamaño de la señalética para pictogramas de seguridad para extintores según la norma ISO 7010-f001 y de precaución se utilizará el factor de corrección de 60, cuando no se conoce el porcentaje de una población con visión normal que identifique correctamente los elementos de los símbolos gráficos para una señal de seguridad específica.

$$h = \frac{8 \text{ m}}{z_o \times \cos \alpha \times 0,5}$$

$$h = \frac{8 \text{ m}}{60 \times \cos 30^\circ \times 0,5}$$

$$h = 0,305\text{m} \text{ (305 mm)}$$

La altura de la señalética es de 305 mm, esta medida la complementamos con la normativa NTP 399.010-1:2004, esta tabla se encuentra en el anexo F. Instalación de señales de seguridad, los parámetros que aplica esta norma es la distancia de observación que es de (0-10m), la dimensión según la tabla es de (200 x 300) mm.

- **Cálculo para señaléticas de prohibición y acciones obligatorias**

Para el tamaño de la señalética de prohibición y acción obligatoria nos basaremos en la normativa NTP 399.010-1:2004, esta tabla se encuentra en el anexo F. Instalación de señales de seguridad, los parámetros que aplica esta norma es la distancia de observación que es de (0-10m), la dimensión según la tabla es de (200 x 300) mm.

- **Especificaciones técnicas que debe cumplir la señalética de seguridad**

A más de las normas NTE INEN ISO 3864-1:2013 y la NTE INEN 878.2013, las normativas siguientes ayudaran en la selección del tamaño, símbolo, forma y ubicación de la señalética.

- NTP 399.010-1:2004. Norma Técnica Peruana, Señales de seguridad, colores, símbolos, formas y dimensiones de las señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad.

- ISO 3864-3. Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad, Parte 3: Diseños principales para símbolos gráficos usados en señales de seguridad.
- ISO 16069. Símbolos gráficos, señales de seguridad, sistema de señalización y rutas de evacuación.
- ISO 7010. Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad, registro de señales de seguridad.
- ISO 3864-2. Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad, Parte 4: Propiedades calorimétricas, y fotométricas de los materiales para señales de seguridad.
- ISO 3864-4. Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad, Parte 4: Propiedades colorimétricas y fotométricas de los materiales para señales de seguridad.

**4.5.2.8** *Funciones de las brigadas de emergencia.* Las brigadas de emergencia son un grupo de personas que están conjuntamente entrenadas, organizadas y capacitadas para enfrentar los riesgos de determinadas emergencias, se encuentran correctamente entrenadas para controlar y minimizar las consecuencias de los riesgos que se presentan por dichas emergencias, ya que de su correcta actuación pueden depender la seguridad y la salud de las personas.

Para la selección del personal de las brigadas de emergencia, se debe tomar en cuenta algunos aspectos como el tiempo de permanencia en el predio, además de ello se debe evaluar su entrenamiento y continúa capacitación, formación, condición física y estar comprometidos con la protección de todas las personas y los bienes físicos y materiales. Ante el desarrollo de una emergencia las brigadas deben estar previamente preparadas realizando inspecciones, dando mantenimiento a los equipos y elementos de protección.

Cada brigada estará compuesta por un coordinador y por lo menos dos brigadistas que ayudarán a controlar la emergencia, en cada grupo de trabajo actúan tres etapas importantes de la emergencia que son: antes, durante y después.

Figura 23. Conformación de las brigadas de emergencia



Fuente: Autores

- **Jefe de brigada**

Es la persona encargada de controlar y guiar las actividades de las diferentes brigadas, preferentemente es el que ocupa un mayor rango administrativo, se encontrará en el centro de control, lugar donde llegarán los avisos de emergencia.

Funciones del Jefe de brigada.

Antes del evento:

- Identificar y definir lugares o zonas de seguridad.
- Identificar la naturaleza, extensión, intensidad y magnitud de la amenaza.
- Determinar la existencia y grado de vulnerabilidad.
- Establecer las medidas y recursos disponibles.
- Conocer el mapa de riesgos de la empresa, lugar y fecha de elaboración.
- Elaborar el plan de emergencia de la institución, detallar su fecha de elaboración y el nombre de los participantes que participaron en el plan.
- Programar jornadas de capacitación.

- Aprobar el calendario de simulación y simulacros de evacuación.

Durante el evento:

- Verificar la autenticidad de la alarma.
- Poner en ejecución el plan de emergencia.
- Activar las unidades de las brigadas de emergencia.
- Solicitar y coordinar el apoyo necesario a los organismos básicos y otras instituciones a fin de reducir al máximo la pérdida de vidas.

Después del evento:

- Verificar las condiciones en las que se encuentran las instalaciones antes de ser ocupadas nuevamente.
- Verificar novedades del personal y material de las brigadas de emergencia.
- Receptar los informes parciales de cada brigada operativa.

- **Subjefe de brigada**

Es la persona que entrará en mando en caso de una emergencia si el jefe de brigada no se encuentra, ayudara en casos de emergencias extensos donde se necesite otra persona en un lugar diferente.

Las funciones del subjefe son las mismas que el jefe de brigada.

- **Líder de brigada**

Es una persona que tiene capacidad de mando, su selección dependerá del jefe de brigada. Se encargará de las funciones a dirigir antes, durante y después de una emergencia, ejecutará las órdenes del jefe o subjefe de brigada estará el mayor tiempo de su jornada en el establecimiento de trabajo.

## Funciones del líder de brigada.

### Antes del evento:

- Seguir renovando el conocimiento sobre atención de emergencias o desastres.
- Reportar a la Unidad de seguridad y salud ocupacional, cualquier anomalía que observe con respecto a los dispositivos contra incendios y evacuación.
- Verificar si los integrantes de las brigadas están suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

### Durante el evento:

- Comunicar de manera inmediata al jefe de emergencia o a la USSO de la ocurrencia de una emergencia.
- Estar al mando de las operaciones para enfrentar la emergencia cumpliendo con los requisitos del plan.
- Asistir a las emergencias catalogadas como grado I.
- Usar los extintores sin asumir riesgos innecesarios para atacar el fuego incipiente.
- Cortar el suministro eléctrico de ser necesario.
- En caso de no poder extinguir el fuego, comunicar a los bomberos y evitar su expansión.
- Servir de elemento canalizador de la evacuación y de su concentración en los puntos de reunión.

### Después del evento:

- Reportar al jefe de la emergencia, cualquier novedad suscitada en dicho evento.

- Ayudar en cualquier actividad tendiente a la rehabilitación de la situación, como son remoción de escombros, evacuación de bienes, entre otros aspectos relacionados.

- **Brigada de manejo y lucha contra incendios**

Esta brigada se encargara del control de pequeños fuegos dentro de las instalaciones. En las empresas o instituciones donde se requiera deberán contar con dotación de protección individual contra incendio: casco, botas, trajes, guantes, etc. Las empresas que necesiten de estas brigadas son consideradas de alto riesgo o sus materiales pueden provocar pérdidas muy costosas. Además estas personas deben tener conocimientos en manejo de extintores de incendio y sus diferentes sistemas de extinción.

Funciones de la brigada de manejo y lucha contra incendios.

Antes del evento:

- Gestionar, actualizar y fortalecer constantemente los conocimientos en manejo de extintores, prevención y control de incendios.
- Conocer el mapa de riesgos.
- Conocer la ubicación de los extintores en el mapa de recursos.
- Verificar periódicamente las fechas de renovación de cargas, además del estado de los extintores.
- Revisar constantemente las instalaciones eléctricas así como los aparatos eléctricos.
- Comprobar si la alarma de emergencia es procedente de una emergencia.

Durante el evento:

- Mantener la calma

- Combatir el incendio en su inicio hasta donde sea posible, utilizando los medios disponibles a nivel de extintores.
- Cortar la energía eléctrica desde el tablero principal.
- Seguir la ruta de evacuación.
- Colaborar con los servicios externos de extinción.
- Si la atmósfera es demasiado densa, por el humo y los gases, cubrir su nariz y boca con un paño mojado.

Después del evento:

- Verificar que todos los asistentes se encuentren en la zona de seguridad.
- Verificar novedades del personal y material de la brigada.
- Realizar la evaluación de daños y análisis de necesidades del establecimiento.
- Elaborar el informe parcial sobre las actividades realizadas y los elementos usados para el control del fuego.

- **Brigada de primeros auxilios**

Los integrantes de esta brigada brindarán atención médica de primeros auxilios a las personas afectadas durante una emergencia, deberán estar preparados para actuar con las personas heridas y cuidar sus lesiones que no empeoren, así mismo proceder a la estabilidad de los lesionados graves a fin de ser evacuados. Además estas personas tienen que poseer características de serenidad y tranquilidad para difundirlos hacia a las demás personas.

Funciones de la brigada de primeros auxilios.

Antes del evento:

- Gestionar, actualizar y fortalecer constantemente los conocimientos en primeros auxilios básicos.
- Conocer el mapa de riesgos
- Disponer del equipo mínimo indispensable de primeros auxilios, botiquín y otros recursos para cumplir su tarea.
- Conocer la zona de seguridad y establecer el sitio donde serán atendidos los heridos, donde se ubicaran los botiquines y las camillas.
- Mantener un listado de hospitales, clínicas, y centros de salud más cercanos al establecimiento.
- Participar en ejercicios de simulación y simulacros.

Durante el evento:

- Conservar la calma.
- Proporcionar primeros auxilios al personal que lo necesite, hasta que llegue la ayuda de especialistas.
- Priorizar la atención de personas afectadas, dependiendo de su gravedad.
- Evacuar a las víctimas a zonas seguras.
- Elaborar una lista de afectados con sus signos y síntomas para entregar esta información.
- Elaborar un listado donde se especifique a qué lugar fueron diferidas cada una de las personas afectadas durante el evento adverso.

Después del evento:

- Brindar asistencia en primeros auxilios básicos en el caso de requerirlo por parte del personal que se encuentra evacuado en las zonas seguras.
- Evaluar la calidad de los primeros auxilios prestados.
- Realizar un informe sobre las actividades realizadas y los elementos usados para la atención pre hospitalario.

- **Brigada de búsqueda, rescate y evacuación**

Esta brigada estará a cargo de facilitar el proceso de escape desde una zona de peligro hacia una zona de seguridad como el punto de encuentro.

Funciones de la brigada de búsqueda, rescate y evacuación.

Antes del evento:

- Participar en los ejercicios de simulación y simulacros.
- Gestionar, actualizar y fortalecer constantemente los conocimientos en procedimientos de evacuación.
- Identificar las rutas de evacuación y los puntos de encuentro para facilitar la guía de evacuación a todo el personal en la emergencia.
- Conocer el mapa de evacuación de cada planta del establecimiento.
- Revisión periódica del buen estado y visibilidad de la señalética indicativa de evacuación.
- Crear o articular el funcionamiento de un sistema de alarma (sirena, silbato, campana, etc.)

Durante el evento:

- Disponer la activación de la alarma.
- Organizar la evacuación de los asistentes en forma calmada hacia las rutas de evacuación.
- Trasladar a las personas con discapacidad hacia el punto de encuentro.
- Inspeccionar detenidamente todas las áreas de su responsabilidad si la situación lo amerita para verificar que todos hayan salido.
- Dar apoyo a las otras brigadas abasteciéndoles con equipos o elementos para enfrentar la emergencia.
- Dirigir al personal evacuado hacia las zonas de seguridad.
- Realizar el conteo del personal en el punto de encuentro.

Después del evento:

- Notificar cualquier novedad durante la evacuación a la máxima autoridad.
- No abandonar la zona segura hasta recibir nuevas instrucciones.
- Realizar un informe sobre las actividades realizadas y los elementos usados para el evento.

- **Brigada de comunicación**

Se encarga de comunicar a los organismos de socorro y a las personas del establecimiento lo que está sucediendo dentro de la emergencia, el lugar de este centro debe ser el más seguro y el de menor probabilidad de ocurrencia de una emergencia.

Funciones de la brigada de comunicación.

Antes del evento:

- Instruir al personal para las diferentes situaciones de emergencia.
- Mantener actualizados los números telefónicos de: Cruz roja, Cuerpo de bomberos, Policía nacional, hospitales, casas de salud, médicos y del personal que trabaja en la institución.
- Participar activamente en la instrucción y adiestramiento al personal de la brigada en el manejo de las alarmas colocadas en lugares estratégicos.
- Disponer de medios necesarios para su misión.
- Participar en los ejercicios de simulacros.

Durante el evento:

- Activar la alarma al darse el evento adverso.
- Determinar lugares más cercanos para el traslado.
- Controlar el orden en los puntos críticos.
- Guiar a las personas a las zonas seguras.
- Mantener una comunicación efectiva entre organismos de socorro.
- Coordinar las actividades con el resto de brigadas.

Después del evento:

- Verificar novedades tanto del personal como del establecimiento.
- Realizar un informe sobre las actividades realizadas y los elementos usados para la evacuación, orden, seguridad y posibles rescates.

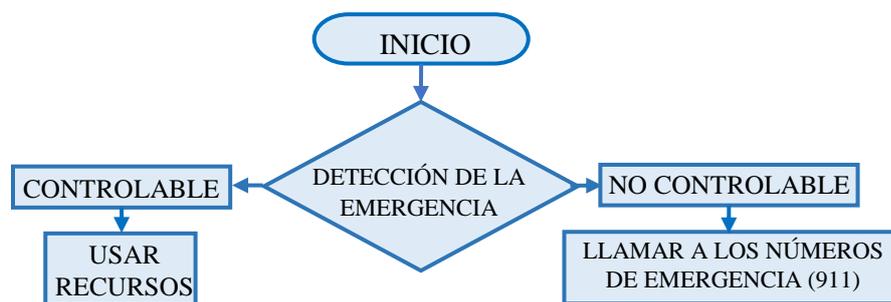
- Reformular el plan en caso de ser necesario.

Acciones y procedimientos ante una emergencia. Las situaciones de emergencia pueden ocurrir en cualquier momento. Por ello no deben enfrentarse en forma improvisada con decisiones al azar, y se necesita la actuación de las personas encargadas, capacitadas y medios para garantizar en todo momento:

- La alerta, que de la forma más rápida posible pondrá en acción a los equipos del personal de primera intervención interiores e informará a los restantes equipos del personal interiores y a las ayudas externas.
- La alarma para la evacuación de los ocupantes.
- La intervención para el control de las emergencias.
- El apoyo para la recepción e información a los servicios de ayuda exterior como bomberos.

**4.5.2.9** *Detección de la emergencia.* En el caso que suceda alguna emergencia, el jefe de brigadas e intervención dará el aviso correspondiente con los medios que disponga, si es que el conato de incendio se pudo controlar las personas estarán atentas para reiniciar las actividades o realizar una posible evacuación.

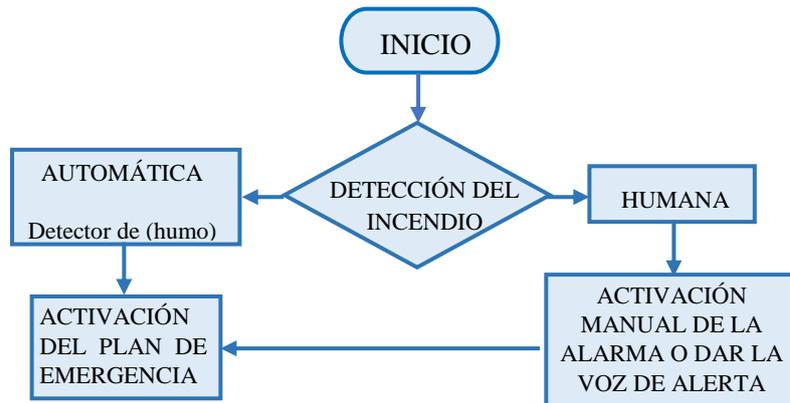
Figura 24. Protocolo detección de la emergencia



Fuente: Autores / (Plan de Gestión de Riesgos MICSE, 2016)

**4.5.2.10** *Activación de la alarma.* En el caso de que se haya activado la alarma permanentemente sea por una emergencia fuera o en el interior de las instalaciones, el personal del edificio pondrá en marcha el presente plan de emergencia.

Figura 25. Protocolo activación de la alarma



Fuente: Plan de Gestión de Riesgos MICSE, 2016

**4.5.2.11** *Procedimiento de actuación en caso de incendio.* Seguir las instrucciones de evacuación.

- Antes de abrir una puerta, hay que tocarla con el dorso de la mano para ver si está caliente.
- Si la puerta está caliente, no la debemos abrir sino buscar otra salida alterna (ventana, puertas traseras).
- Si vemos que hay mucho humo, salir de rodillas, en cuclillas o arrastrarnos sobre el piso. Taparnos la boca y nariz con un pañuelo o tela húmeda (saco, bufanda, etc.).
- En caso de que las ropas se incendien, debemos tirarnos al piso y rodar sobre nuestro cuerpo.

**4.5.2.12** *Evacuación.* Este plan se refiere a todas las acciones necesarias para detectar la presencia de un riesgo que amenace la integridad de las personas, y como tal comunicarles oportunamente la decisión de abandonar las instalaciones y facilitar su rápido traslado hasta un lugar que se considere seguro, desplazándose por lugares también seguros.

El jefe de brigadas del edificio dará la orden de actuar según la emergencia presentada. Para poder determinar la forma de actuar según el tipo de emergencia y la cantidad de

personas o las áreas a evacuarse serán establecidas por el tipo de emergencias detalladas anteriormente en este plan.

- **Procedimiento para la evacuación**

Cuando se dé la orden para la evacuación del personal administrativo, docentes, estudiantes y/o visitantes, deberán evacuar de la siguiente manera.

- Mantenga la calma.
- Suspnda cualquier actividad que este realizando.
- En lo posible apague de forma segura los equipos que esté utilizando.
- Proceda a evacuar de forma ordenada.
- Utilice la ruta de evacuación señalizada.
- Nunca utilice los ascensores en caso de una emergencia.
- Siga las instrucciones suministradas por los brigadistas.
- Ayude a las personas vulnerables (Discapacitados y mujeres embarazadas).
- Abandone la zona de forma ordenada.
- Evacúe por las salidas de emergencia establecidas previamente.
- No cierre las puertas de acceso
- Aléjese de la estructura y diríjase al punto de encuentro.
- No bloquee las vías de salida y accesos.
- Permanezca en el punto de encuentro hasta que se le dé otra indicación.
- Preséntese ante los brigadistas de evacuación para hacer un recuento del personal.

**4.5.2.13** *Conato de emergencia (grado I).* No es necesaria la evacuación en esta fase siempre y cuando se asegura la eficacia del control total del conato de incendio y otras emergencias.

**4.5.2.14** *Emergencia parcial (grado II).* Se aplicará la evacuación del personal de manera parcial del área más afectada, pero si se considera el avance el fuego ir directamente a una evacuación total.

**4.5.2.15** *Emergencia General (grado III).* Todo el personal, evacuarán de las instalaciones ya que su vida se encuentra en alto riesgo.

**4.5.2.16** *Reinicio de actividades.* Cuando la emergencia finalice y antes de reanudar las actividades en el edificio es necesario que el jefe de brigada conjuntamente con todos los líderes de brigada realicen una inspección de la secuelas que pudo haber dejado esta emergencia en las instalaciones físicas del predio y deben tomar la decisión de suspender las actividades en forma temporal o reanudarlas de forma inmediata.

## CAPÍTULO V

### 5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH.

Realizado el estudio de los espacios donde deben colocarse e instalarse los extintores, señalética y detectores de humo finalmente se procede a la ubicación de cada elemento de protección, detección y salvamento.

#### 5.1 Instalación de los extintores portátiles

Tomando en cuenta las condiciones de seguridad del capítulo IV ítem 4.12.3.1, se debe instalar a una altura de 5 ft (1,53m), según la norma NFPA 10. En cada dependencia se implementó un extintor PQS (polvo químico seco) de 5 libras, excepto en el Laboratorio de tratamientos térmicos que se colocaron 2 extintores. La instalación de cada extintor se realizó con tacos fisher por medio de un soporte metálico.

Figura 26. Instalación del extintor portátil

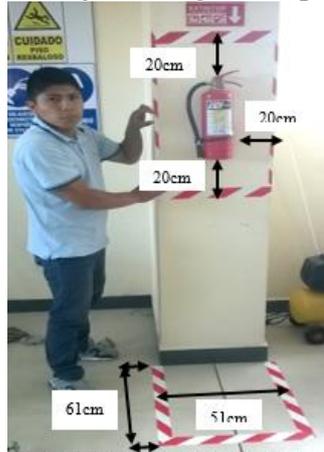


Fuente: Autores

En el anexo G se encuentra la distribución de los extintores portátiles.

Los extintores portátiles que no estén dentro de un gabinete portátil deben ir enmarcados con una franja de seguridad de color rojo y blanco que delimita el área libre de cada extintor. En el anexo H se encuentra el diseño de un puesto de extinción de incendios.

Figura 27. Ubicación de las franjas de seguridad para los extintores portátiles.



Fuente: Autores

El mantenimiento mínimo que debe realizarse a un extintor se encuentra en el anexo I revisión trimestral de extintores portátiles.

## 5.2 Instalación de los detectores automáticos de humo

Bajo los parámetros del capítulo IV ítem 4.12.4.1, los detectores instalados son de tipo iónicos porque detectan humos visibles e invisibles y se ubicaron en los techos sujetándolos con tornillos en cada una de las dependencias.

Figura 28. Detector de humo tipo iónico.



Fuente: Autores

En el anexo J se encuentra la Distribución de los Detectores de Humo iónicos.

El mantenimiento de este elemento consiste en limpiar cada cierto tiempo, observar si el elemento esta bien sujeto hacia el techo, verificar el funcionamiento del detector con el sonido de la alarma como si estuviera ocurriendo un incendio y el cambio de la batería cada año.

### 5.3 Instalación de lámparas de emergencia

Estos elementos ya estuvieron instalados con la construcción del edificio y se encuentran perfectamente ubicados y cumplen con las indicaciones de seguridad del capítulo IV ítem 4.12.5. En cada piso se encuentra una lámpara de emergencia al frente de cada escalera.

Figura 29. Lámparas de emergencia



Fuente: Autores

### 5.4 Instalación del sistema manual de alarma de incendio

La sirena de incendio se instaló en la segunda planta alta del edificio, el pulsador de accionamiento se colocó en la planta baja siguiendo la ruta de evacuación a una altura de 1,53 m; para su instalación se utilizó cable gemelo # 14 y canaletas.

Figura 30. Sistema manual de alarma de incendio

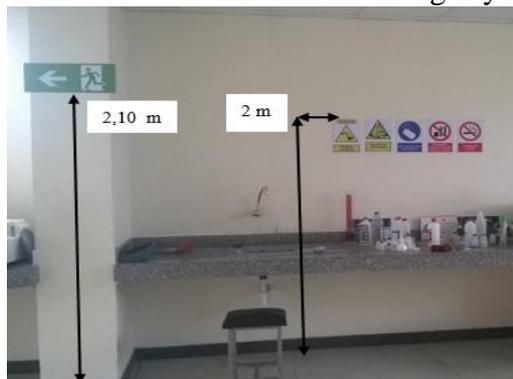


Fuente: Autores

### 5.5 Instalación de la señalética

La señalética de riesgos se colocó a 2 metros de altura y la señalética de evacuación se ubicó a una altura de 2,10 metros según la norma NTP 399.010-1. La instalación de la señalética se realizó con cinta doble faz y tacos fisher en algunos casos.

Figura 31. Colocación de la señalética de riesgos y de evacuación



Fuente: Autores

En el anexo K se encuentra la Distribución de la Señalética de Riesgos y de Evacuación.

### 5.6 Instalación del mapa de evacuación

El mapa de evacuación se colocó en cada planta del edificio exactamente en el hall y pasillo para que alcance a ser visto por todos los ocupantes y demás personas que se encuentren haciendo uso de las instalaciones.

En el anexo D se encuentra el Mapa de Evacuación.

### 5.7 Instalación del punto de encuentro

El punto de encuentro se instaló en la parte posterior del edificio a una distancia de 50 metros para que alcance albergar a las personas que se encuentren en el predio en caso de una emergencia, la señal posee un área de 80cm de ancho por 100cm de alto y se ubicó a una altura de 2 metros para una mejor visualización.

Figura 32. Instalación del punto de encuentro



Fuente: Autores

## 5.8 Creación de las brigadas de emergencia

Las personas seleccionadas para las brigadas de emergencia deben ser las que permanezcan el mayor tiempo posible en las instalaciones del edificio, así mismo que conozcan cada área del mismo y posean libre colaboración de ayudar y tener conocimientos básicos en materia de seguridad para que cumplan con las actividades que deben de realizar cuando se presente una emergencia. En el anexo L se encuentra la tabla de Asignación de los Brigadistas.

## 5.9 Capacitación

En nuestro país las instituciones como la Secretaria de gestión de riesgos, Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Policía Nacional y Fuerzas Armadas son las que ayudan a brindar capacitaciones concernientes a la gestión de riesgos. Para realizar estas capacitaciones se debe enviar un oficio a cualquier institución y ellos tramitarán el pedido en pocos días. Dentro de las instalaciones del edificio se llevó a cabo una capacitación sobre seguridad, conceptos y conocimiento de riesgos además el uso, manejo y cuidado de los extintores, detectores de humo y la señalética. En el anexo M se encuentran las imágenes de la capacitación.

Figura 33. Capacitación de los implementos de lucha contra incendio



Fuente: Autores

## 5.10 Simulacro

Sirve para reconocer las falencias y las capacidades que poseen los brigadistas y evaluar el comportamiento de las personas en el suceso de una emergencia, además se prepara a todos los usuarios para que puedan actuar correctamente en el caso de un siniestro. Se debería coordinar con el cuerpo de bomberos para una capacitación de mayor amplitud.

En el anexo N se encuentran las cartillas de simulacro.

### 5.11 Análisis del Método Meseri después de la Implementación.

Tabla 34. Análisis del riesgo de incendio Meseri una vez implementado

Nombre de la Empresa: Epoch -Edificio de laboratorios de la facultad de mecánica		Servicios		Fecha:	Riobamba, 17 de diciembre, 2016	Área:	E. Laboratorios		
Persona que realiza evaluación:		Sr. Freire/Sr. Valle							
Concepto		Coefficiente	Puntos	Concepto		Coefficiente	Puntos		
<b>CONSTRUCCION</b>				<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>					
Nº de pisos	Altura			Por calor					
1 o 2	menor de 6m	3	2	Baja	10	5			
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		Media	5				
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Alta	0				
10 o más	más de 28m	0		Por humo					
<b>Superficie mayor sector incendios</b>				Baja	10	10			
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	4	Media	5				
de 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4		Alta	0				
de 1501 a 2500 m <sup>2</sup>		3							
de 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2		Por corrosión					
de 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1		Baja	10	5			
más de 4500 m <sup>2</sup>		0		Media	5				
				Alta	0				
<b>Resistencia al Fuego</b>				Por Agua					
Resistente al fuego (hormigón)		10	10	Baja	10	0			
No combustible (metálica)		5		Media	5				
Combustible (madera)		0		Alta	0				
<b>Falsos Techos</b>				<b>PROPAGABILIDAD</b>					
Sin falsos techos		5	0	Vertical					
Con falsos techos incombustible M0		3		Baja	5	3			
Con falsos techos combustible M4 o peor		0		Media	3				
			Alta	0					
<b>FACTORES DE SITUACIÓN</b>				<b>Horizontal</b>					
<b>Distancia de los Bomberos</b>				Baja	5	0			
menor de 5 km	5 min.	10	8	Media	3				
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8		Alta	0				
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6							
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2							
más de 25 km	25 min.	0		<b>SUBTOTAL (X)</b>					
<b>Accesibilidad de edificios</b>				<b>FACTORES DE PROTECCIÓN</b>					
Buena		5	5	<b>INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>					
Media		3							
Mala		1				SV	CV		
Muy mala		0			<b>Detección automática</b>				
<b>PROCESOS</b>				Sin CRA					
<b>Peligro de activación</b>				Con CRA					
Bajo		10	5	Sin CRA					
Medio		5		Con CRA					
Alto		0		Rociadores automáticos					
<b>Carga Térmica</b>				Sin CRA					
Bajo	Inferior 1000 Mj/m <sup>2</sup>	10	5	Con CRA					
Moderada	Entre 1000 y 2000	5		Extintores portátiles					
Alta	Entre 2000 y 5000	2		Bocas de incendio equipadas					
Muy alta	Superior a 5000	0		Hidrantes exteriores					
<b>Combustibilidad</b>				ORGANIZACIÓN					
Bajo		5	3	Brigadas de primera intervención					
Medio		3		Brigadas de segunda intervención					
Alto		0		Plan de autoprotección y emergencia					
<b>Orden y Limpieza</b>				<b>SUBTOTAL (Y)</b>					
Alto		10	5	CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección)					
Medio		5		$P = \frac{5}{129}x + \frac{5}{30}y + 1(BCI)$					
Bajo		0						<table border="1"> <tr> <td>P</td> <td>6.2</td> <td>Riesgo Lew</td> </tr> </table>	
P	6.2	Riesgo Lew							
<b>Almacenamiento en Altura</b>				OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.					
menor de 2 m		3	2						
entre 2 y 4 m		2							
más de 6 m		0							
<b>FACTOR DE CONCENTRACIÓN</b>									
<b>Factor de concentración \$/m<sup>2</sup></b>									
Menor a 600		3	0						
entre 600 y 1500		2							
Superior a 1500		0							
<b>Realizado por:</b>				<b>Revisado por:</b>					
				<b>Aprobado por:</b>					

Fuente: Autores

## 5.12 Cálculo del tiempo de evacuación después de la implementación

Finalizado la implementación del plan de emergencia, el cálculo del tiempo de evacuación es el siguiente:

$$T_E = T_D + T_A + T_R + T_{PE}$$

$$T_E = (5 + 1 + 1 + 2) \text{ min}$$

$$T_E = 9 \text{ min}$$

Los implementos instalados son los necesarios para que los ocupantes del edificio puedan actuar de manera correcta en caso de que se suscite una emergencia.

Tabla 35. Comparación de los implementos de lucha contra incendios

<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>				
EXTINTORES	DETECTORES DE HUMO	SEÑALÉTICA	SIRENA CONTRA INCENDIOS	LÁMPARAS DE EMERGENCIA
No existe	No existe	No existe	No existe	Si existen
<b>CON LA IMPLEMENTACIÓN</b>				
EXTINTORES	DETECTORES DE HUMO	SEÑALÉTICA	SIRENA CONTRA INCENDIOS	
15	15	180	1	

Fuente: Autores

## 5.13 Cronograma de costos

Tabla 36. Costos de implementación

<b>COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>		
Ítem	Denominación	Valor
<b>Costos directos</b>		
1	Señalética	412
2	Extintores portátiles	210
3	Detectores de humo	285
4	Franjas de seguridad para los extintores	85
5	Punto de encuentro	60
6	Mapas de evacuación	60
7	Sirena contra incendios	15
8	Alarma contra incendios	25
<b>Costos indirectos</b>		
9	Materiales	214
<b>Gastos de operación</b>		
10	Gastos de representación	180
	<b>TOTAL</b>	1546

Fuente: Autores

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Al realizar el análisis de la situación actual de las instalaciones del edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica, se consiguió determinar que el grado de amenazas externas son: por erupciones volcánicas: alto, caída de ceniza: alto, por sismos: alto, ya que la ciudad de Riobamba según el mapa de amenaza sísmica en el Ecuador está clasificada como zona de alto peligro.

La identificación y análisis técnico de los riesgos existentes en el edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica, fue fundamental para determinar la situación actual y así poder tomar las medidas preventivas y correctivas pertinentes.

Los riesgos que predominan en mayor porcentaje son los químicos con un 29%, debido a que se trabajan con sustancias tóxicas en los laboratorios de materiales y tratamientos térmicos y los riesgos ergonómicos con un 29%, debido a las posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, posición sedente y parada prolongada.

Se diseñó e implementó un plan de emergencia contra incendios basándose su estudio en la situación actual del edificio, en el cual se logró identificar y señalizar rutas de evacuación, punto de encuentro, salida de emergencia, se instaló detectores de humo y se colocó extintores en todos los laboratorios y oficinas administrativas del predio; con ello actualmente estas instalaciones ya cuenta con los recursos necesarios para hacer frente a cualquier emergencia.

#### 6.2 Recomendaciones

Tomar en cuenta y aplicar las indicaciones de la señalética de seguridad que están colocadas en cada dependencia del edificio, porque estas pueden ayudar a prevenir accidentes y salvaguardar a las personas.

Se propone anclar los equipos y módulos de los laboratorios para mejorar las condiciones de seguridad en cada puesto de trabajo.

Concientizar a todas las personas que realizan actividades en las instalaciones del edificio, por medio de charlas y capacitaciones, para que ayuden a precautelar el buen estado de todos los elementos de protección, detección y alarma como la señalética, detectores de humo, extintores portátiles, alarma de incendio y luces de emergencia.

Las capacitaciones en el manejo de los extintores portátiles y medios de detección deberán ser permanentes porque cada inicio de semestre ingresan nuevos estudiantes a la facultad y hacen uso de las instalaciones mencionadas.

Se recomienda en el caso de tener que evacuar el edificio se camine y se baje escaleras por la derecha para ayudar a que el tránsito de las personas evacuadas y personal de ayuda puedan fluir con mayor rapidez.

Se recomienda adecuar de mejor manera el suelo del punto de encuentro para que este sea cumpla nos las características de una zona segura.

Se recomienda dejar todos los equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos desconectados de la fuente eléctrica, para evitar que se produzca un incendio.

## BIBLIOGRAFÍA

**DÍAZ CORTÉS, José María.** *Técnicas de prevención de riesgos de trabajo Seguridad e Higiene del Trabajo.* Madrid: Tebar, 2007. pp. 32, 307.

**ESTUDIOS, FUNDACION MAPFRE.** *Grupo.cmd.*[En línea] 12 de Febrero de 1998. [Consulta el: 2 de Diciembre de 2016.] Disponible en: [https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1020222](https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1020222). Gr 64. pp. 1 - 19.

**GALINDO ESTRADA, Silvia.** *Prevencion de riesgos laborales básico.* España: Innova, 2006. pp. 78, 79.

**HERNÁNDEZ ZÚÑIGA, Alfonso.** *Seguridad e Higiene Industrial.* México: Lumisa, 2005. pp. 22 - 24.

**ASSETS.** Los riesgos derivados de las condiciones de seguridad, ergonomicas y psicosociales. [En línea] [Consulta el: 7 de Diciembre de 2016.] Disponible en : <http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448175530.pdf>. pp. 168.

**MANCERA FERNÁNDEZ, Mario , et al.** *Seguridad e Higiene Industrial Gestión de riesgos.* Colombia: Alfaomega, 2012. pp. XIX.

**MUÑOZ, Geraldine.** Salud ocupacional - Riesgos fisicos. *Prezi.* [En línea] 3 de Abril de 2014. [Consulta el: 7 de Diciembre de 2016.] Disponible en: <https://prezi.com/ydvezpucsuqr/salud-ocupacional-riesgos-fisicos/>. pp. 2.

**RAMÍREZ CAVASSA, César.** *Seguridad industrial un enfoque integral.* México, D.F.: Limusa Noriega Editores, 2002. pp. 183 - 185.

**VALLE, Universidad del.** Salud Ocupacional. *Factores de riesgo ocupacional.* [En línea] 23 de Mayo de 2005. [Consulta el: 8 de Diciembre de 2016.] Disponible en: <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>. pp. 1,2.

