



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE  
CONFIABILIDAD EN SISTEMAS CONTRA INCENDIOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA  
SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL BASADO EN LA NORMATIVA NFPA 101 EN UNA  
EMPRESA DEDICADA A LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD**

**Víctor Manuel Godoy Palala**

Asesorado por el M.A. Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, septiembre de 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE  
CONFIABILIDAD EN SISTEMAS CONTRA INCENDIOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA  
SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL BASADO EN LA NORMATIVA NFPA 101 EN UNA  
EMPRESA DEDICADA A LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**VÍCTOR MANUEL GODOY PALALA**

ASESORADO POR EL M.A. ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I    | Ing. José Francisco Gómez Rivera      |
| VOCAL II   | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez   |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran         |
| VOCAL IV   | Br. Christian Moisés de la Cruz Leal  |
| VOCAL V    | Br. Kevin Armando Cruz Lorente        |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez       |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO      | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco   |
| EXAMINADOR  | Ing. José Francisco Gómez Rivera     |
| EXAMINADOR  | Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco |
| EXAMINADORA | Inga. Yoselin Niyam Mackenzie Gómez  |
| SECRETARIA  | Inga. Lesbia Magalí Herrera López    |



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE  
CONFIABILIDAD EN SISTEMAS CONTRA INCENDIOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA  
SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL BASADO EN LA NORMATIVA NFPA 101 EN UNA  
EMPRESA DEDICADA A LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 25 de noviembre de 2019.

**Víctor Manuel Godoy Palala**





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por guiar e iluminar mis pasos, y permitirme alcanzar este triunfo, honrado y glorificado sea su nombre.
- Mis padres** Mirna Palala la persona más importante de mi vida y Víctor Godoy (q. d. e. p.) que este triunfo sea para ellos una recompensa a sus esfuerzos y apoyo brindado en todo momento.
- Mis hermanos** Que este triunfo sea para ellos que han sido un gran ejemplo y motivación a lo largo de mi vida.
- Mis sobrinos** Que este esfuerzo sirva de motivación para su desarrollo personal y profesional.
- Mis amigos** De la vida, de trabajo, colegio y universidad, gracias por su apoyo y los grandes momentos vividos.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por haberme albergado y formado profesionalmente.

**Facultad de Ingeniería** Por haberme preparado para poder enfrentar los retos profesionales del campo laboral.

**Catedráticos** Por su enseñanza y apoyo.

**Amigos y familiares** Por ser parte y un pilar en mi vida y por compartir conmigo el logro de esta meta.



## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                      | VII  |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....                            | IX   |
| GLOSARIO .....                                     | XI   |
| RESUMEN .....                                      | XIII |
| <br>   |      |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                              | 1    |
| <br>   |      |
| 2. ANTECEDENTES.....                               | 5    |
| <br>   |      |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                | 11   |
| 3.1. Descripción del problema.....                 | 11   |
| 3.2. Formulación del problema .....                | 11   |
| 3.2.1. Pregunta central.....                       | 12   |
| 3.2.2. Preguntas auxiliares .....                  | 12   |
| 3.3. Delimitación del problema .....               | 12   |
| <br>   |      |
| 4. JUSTIFICACIÓN.....                              | 13   |
| <br>   |      |
| 5. OBJETIVOS .....                                 | 15   |
| 5.1. General.....                                  | 15   |
| 5.2. Específicos.....                              | 15   |
| <br>   |      |
| 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN..... | 17   |
| <br>   |      |
| 7. MARCO TEÓRICO .....                             | 21   |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 7.1.     | Empresas de sistemas de seguridad.....                         | 21 |
| 7.1.1.   | Actividades principales .....                                  | 22 |
| 7.1.2.   | Proceso de contratación de instalación del sistema.....        | 22 |
| 7.1.2.1. | Requisitos para el contrato de instalación.....                | 22 |
| 7.1.2.2. | Responsabilidades.....   | 23 |
| 7.2.     | Modelos de confiabilidad en sistemas contra Incendios.....     | 22 |
| 7.2.1.   | Factores importantes en un modelo de confiabilidad.....        | 24 |
| 7.2.1.1. | Equipos de calidad y funcionales.....                          | 25 |
| 7.2.1.2. | Listado de equipos del Sistema.....                            | 25 |
| 7.2.1.3. | Estado del mantenimiento del sistema.....                      | 25 |
| 7.2.1.4. | Desempeño del mantenimiento.....                               | 26 |
| 7.2.1.5. | Planificación del mantenimiento del sistema de extinción ..... | 26 |
| 7.2.1.6. | Estudiar los requerimientos de las normativas NFPA.....        | 27 |
| 7.2.1.7. | Determinar el sistema contra incendio.....                     | 28 |
| 7.2.2.   | Sistemas contra incendios .....                                | 28 |
| 7.2.3.   | Medidas fundamentales pasivas .....                            | 30 |
| 7.2.4.   | Medidas fundamentales activas .....                            | 30 |
| 7.2.4.1. | Detección.....   | 30 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 7.2.4.2.  | Alerta y señalización .....                           | 30 |
| 7.2.4.3.  | Iluminación.....                                      | 31 |
| 7.2.4.4.  | Extinción.....  | 31 |
| 7.2.5.    | Clasificación del fuego.....                          | 31 |
| 7.2.5.1.  | Fuego clase A.....                                    | 32 |
| 7.2.5.2.  | Fuego clase B.....                                    | 32 |
| 7.2.5.3.  | Fuego clase C.....                                    | 32 |
| 7.2.5.4.  | Fuego clase D.....                                    | 32 |
| 7.2.5.5.  | Fuego clase K.....                                    | 33 |
| 7.2.6.    | Métodos de la extinción del fuego .....               | 33 |
| 7.2.6.1.  | Extinción por reducción de temperatura.....           | 33 |
| 7.2.6.2.  | Extinción por eliminación del combustible.....        | 33 |
| 7.2.6.3.  | Extinción por dilución de oxígeno .....               | 34 |
| 7.2.6.4.  | Extinción por inhibición química de la llama.....     | 34 |
| 7.2.7.    | Sistema de detección de incendios convencionales..... | 34 |
| 7.2.8.    | Sistemas de detección y alarma.....                   | 35 |
| 7.2.8.1.  | Detectores térmicos .....                             | 35 |
| 7.2.8.2.  | Detectores de humo .....                              | 36 |
| 7.2.8.3.  | Detectores de llama.....                              | 36 |
| 7.2.9.    | Sistemas de rociadores automáticos.....               | 36 |
| 7.2.10.   | Sistemas con hidrantes .....                          | 37 |
| 7.2.11.   | Sistema hidráulico o red de incendio.....             | 37 |
| 7.2.12.   | Sistemas de extinción de incendios especiales ..      | 38 |
| 7.2.13.   | Sistemas con extintores portátiles.....               | 38 |
| 7.2.13.1. | De presión incorporada.....                           | 38 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 7.2.13.2. | De presión adosada.....  | 39 |
| 7.2.13.3. | Clasificación basada en la forma de<br>impulsión.....                              | 39 |
| 7.2.13.4. | Clasificación según la sustancia<br>extintora.....                                 | 39 |
| 7.2.14.   | Sistemas fijos de extinción.....   | 40 |
| 7.3.      | Normativa NFPA.....  | 41 |
| 7.3.1.    | Historia.....  | 42 |
| 7.3.2.    | Código 101 - 2018.....   | 43 |
| 7.3.3.    | Cambios en el alcance del Código 101-<br>2018.....                                 | 43 |
| 7.3.3.1.  | Primer cambio.....   | 44 |
| 7.3.3.2.  | Segundo cambio.....  | 44 |
| 7.3.3.3.  | Tercer cambio.....   | 45 |
| 7.3.4.    | Contenido de la NFPA.....  | 45 |
| 7.3.4.1.  | Capítulos aplicables a los sectores<br>empresarial, comercial e<br>industrial..... | 46 |
| 7.3.5.    | Salud y seguridad ocupacional.....   | 47 |
| 7.3.6.    | NFPA como complemento a la salud y<br>seguridad ocupacional.....                   | 48 |
| 8.        | PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....   | 49 |
| 9.        | METODOLOGÍA.....   | 53 |
| 9.1.      | Enfoque.....   | 53 |
| 9.2.      | Diseño de investigación.....   | 53 |
| 9.3.      | Tipo de estudio.....   | 54 |
| 9.4.      | Alcance.....   | 54 |



|         |  |    |
|---------|--|----|
| 9.5.    | Variables e indicadores .....  | 55 |
| 9.5.1.  | Definición conceptual de las variables.....  | 57 |
| 9.5.2.  | Definición operacional de las variables.....   | 57 |
| 9.6.    | Fases .....  | 57 |
| 9.6.1.  | Fase I: revisión bibliográfica y documental....  | 58 |
| 9.6.2.  | Fase II: realizar un diagnóstico del sistema<br>contra incendios que instala la empresa .....  | 58 |
| 9.6.3.  | Fase III: analizar los factores críticos del<br>sistema de protección contra incendios de<br>acuerdo al sistema de salud y seguridad<br>ocupacional basado en la normativa NFPA<br>101 ..... | 60 |
| 9.6.4.  | Fase IV: determinar los beneficios que<br>presenta la normativa NFPA 101 para<br>proteger la vida de los colaboradores en los<br>puestos de trabajo .....                                    | 60 |
| 9.7.    | Resultados esperados.....  | 61 |
| 9.8.    | Área de estudio .....  | 61 |
| 9.9.    | Población y muestra .....  | 61 |
| 10.     | TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....  | 63 |
| 10.1.   | Técnica estadística descriptiva.....   | 63 |
| 10.2.   | Análisis de contenidos.....  | 64 |
| 11.     | CRONOGRAMA.....  | 65 |
| 12.     | FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....  | 67 |
| 12.1.   | Recursos necesarios .....  | 67 |
| 12.1.1. | Humanos .....  | 67 |

|           |                         |    |
|-----------|-------------------------|----|
| 12.1.2.   | Materiales .....        | 67 |
| 12.1.2.1. | Útiles de oficina ..... | 67 |
| 12.1.2.2. | Equipo .....            | 68 |
| 12.1.2.3. | Servicios.....          | 68 |
| 12.1.3.   | Monetarios .....        | 68 |
| 12.2.     | Factibilidad.....       | 70 |
| 13.       | REFERENCIAS .....       | 71 |
| 14.       | APÉNDICES .....         | 79 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|    |                                |    |
|----|--------------------------------|----|
| 1. | Cronograma de actividades..... | 65 |
|----|--------------------------------|----|

### TABLAS

|      |  |    |
|------|--|----|
| I.   | Esquema de solución.....                 | 18 |
| II.  | Operacionalización de las variables..... | 56 |
| III. | Presupuesto.....                         | 69 |
| IV.  | Desglose del presupuesto.....            | 70 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo         | Significado   |
|-----------------|---|
| db              | Decibel o decibelio es la unidad de medida de la intensidad sonora. |
| CO <sub>2</sub> | Dióxido de carbono, también denominado anhídrido carbónico.         |
| °F              | Grados Fahrenheit.  |
| =               | Igual a.  |
| kg              | Kilogramo (s).  |
| m <sup>2</sup>  | Metro cuadrado.   |
| ≠               | No igual a.   |



## GLOSARIO

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Confiabilidad</b>   | Probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.   |
| <b>Extintor</b>        | Aparato portátil que consiste en una especie de botella grande que contiene en su interior una sustancia líquida, espumosa o en forma de polvo para apagar fuegos o incendios de pequeña magnitud.                 |
| <b>Mantenimiento</b>   | Actividades rutinarias necesarias para mantener las instalaciones, planta, edificio, máquinas, equipos e inmuebles, en las condiciones adecuadas para permitir su uso de forma eficiente, tal como está designado. |
| <b>Red de incendio</b> | Sistema hidráulico que tiene la finalidad única de combatir posibles incendios que puedan originarse dentro de un recinto específico.  |
| <b>SCI</b>             | Sistema contra incendio.   |
| <b>SSO</b>             | Salud y Seguridad Ocupacional.   |





## **RESUMEN**

Es necesario establecer modelos de confiabilidad en los sistemas contra incendios que cumplan con los requisitos que dicta la norma NFPA 101 para garantizar la salud, la seguridad y la vida de los colaboradores dentro de las instalaciones de trabajo, que permitan a las empresas que los adquieren cumplir con el compromiso y responsabilidad con los que componen la fuerza laboral.

La investigación conducirá a la consecución de los objetivos planteados en el diseño, busca también constatar la efectividad y correspondiente importancia de cumplir con la norma NFPA 101 en los sistemas contra incendios y la protección de la salud y seguridad ocupacional para afianzar la credibilidad en los clientes, despertar el interés y concretar la venta de los sistemas de la que depende la sostenibilidad del negocio, esto a través del establecimiento de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios en la empresa dedicada a la comercialización e instalación de sistemas de seguridad.



# 1. INTRODUCCIÓN

El diseño de investigación se centra en la sistematización del sistema de seguridad que comercializa la empresa, para determinar el cumplimiento de las normas establecidas y de los componentes de detección y extinción de incendios, se enfoca en la salud y seguridad de los colaboradores de las empresas que son clientes fidelizados y potenciales desde una perspectiva de confiabilidad para adquirir y adoptar dicho sistema, plantea la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad.

La metodología se basa en los requerimientos básicos y criterios de diseño enunciados por la norma internacional NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego). Emplea el método mixto cualitativo y cuantitativo para describir los componentes del sistema que instala la empresa y el cumplimiento de los requisitos necesarios para la protección de la salud y seguridad ocupacional.

El estudio propone desarrollar el esquema de solución en tres fases: revisión documental de la bibliografía y documentos de registro del sistema de seguridad que instala la empresa, realizar un diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa, analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 y determinar los beneficios que presenta la normativa para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.

La importancia del estudio se encuentra en que permite contribuir en la solución del problema planteado, a través de la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 con el fin de incrementar la confiabilidad en los clientes de la empresa y lograr agilizar la comercialización de los sistemas de seguridad.

La pertinencia del estudio se encuentra en que la empresa necesita que los clientes potenciales adquieran los sistemas de seguridad que comercializa, debido a que las ventas e instalación de estos sistemas se ha reducido considerablemente, los propietarios de empresas no están interesados en instalar un sistema de seguridad para protección de los colaboradores dentro de las instalaciones de trabajo, en el caso de no realizarse el estudio la empresa seguirá enfrentando problemas de bajo nivel de ventas, pérdida de recursos económicos y riesgo de cierre de operaciones.

La originalidad del estudio se encuentra en que la propuesta se constituye en una opción importante y prioritaria para instalar sistemas de seguridad que garanticen la salud y seguridad ocupacional de los clientes potenciales de la empresa objeto de estudio, con base en la propuesta de un modelo de confiabilidad.

Los beneficios para la empresa serán: incrementar la confiabilidad de los clientes en los sistemas de seguridad a través de la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistema contra incendios basado en la normativa NFPA 101 que permitirá despertar el interés en los clientes para adquirirlos y cumplir con la responsabilidad empresarial de proteger la salud, seguridad y la vida de los colaboradores dentro de las instalaciones de trabajo.

El aporte que se dará a la empresa es la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101, que contribuirá a resolver el problema de la inexistencia de confiabilidad por parte de los clientes y la reducción de ventas de los sistemas de seguridad que instala y el aporte que se dará a la comunidad académica serán los resultados alcanzados expuestos en el informe final, que serán de utilidad como antecedentes para futuras investigaciones en la línea de seguridad y salud ocupacional en la protección contra incendios, dentro del contexto de la gestión industrial.

El informe final, se estructura de la manera siguiente: en el capítulo I marco teórico, se desarrollará el tema relacionado con las empresas dedicadas a la instalación de sistemas de seguridad, modelos de confiabilidad en sistemas contra incendios, sistemas contra incendios, norma NFPA, historia de la normativa, Código 101-2018, cambios en el alcance y contenido, salud y seguridad ocupacional y la NFPA como complemento a la salud y seguridad ocupacional.

En el capítulo II desarrollo de la investigación, en el capítulo III se hará la presentación de resultados obtenidos y en el capítulo IV se presentará la discusión de resultados a partir del análisis interno y externo de la investigación. Los apartados finales incluyen conclusiones, recomendaciones, referencias, apéndices y anexos.



## 2. ANTECEDENTES

Para contribuir a la solución del problema, se hace necesario partir desde el estado del arte, se encontró antecedentes de estudios que hacen referencia al problema identificado, presentan importantes resultados y conclusiones que aportan información valiosa a tomar en cuenta en la realización de este estudio.

Se presenta los estudios previos que se tuvo al alcance, realizados por investigadores de diferentes países, relacionados con los sistemas contra incendios en el marco de la seguridad y protección a la industria, empresas y la vida humana.

Barreto (2013) propone el diseño de un sistema contra incendio para una empresa productora de cereales, divide el proceso en pasos que pueden ser adaptados a la experiencia del diseñador, realizó un análisis de la situación actual y determinó las condiciones de la instalación; diseñó el sistema, basado en las normas NFPA que contienen recomendaciones de seguridad y protección para un área, con la combinación de sistemas y equipos, mangueras, extintores y rociadores e hizo los cálculos y la selección de los materiales para los planos de instalación.

El aporte de este diseño es el contenido general que contiene los elementos importantes contemplados en la norma NFPA, que deben ser considerados en un sistema contra incendios, lo que será de utilidad para esta propuesta debido a que se centra en establecer un modelo de confiabilidad para asegurar la credibilidad y aceptación de los clientes de la empresa.

Bósquez (2013) se planteó el objetivo diseñar un sistema contra incendios con base en la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana ADELCA C.A. describió el estado organizacional, los procesos de producción y las actividades de acería, laminado y trefilado, constató que cuenta con sistemas contra incendios internos en cada una de sus áreas (extintores PQS, CO<sub>2</sub>, espumas AFFF) y propuso un presupuesto de materiales para el sistema en rublos para equipos y accesorios.

El aporte de este estudio es la propuesta del sistema de protección contra incendios que considera la norma NFPA, que incluye el Código de Seguridad Humana, Código Uniforme Contra Incendios, el Código de Alarmas Contra Incendios y el Código Eléctrico, la que será de utilidad para el establecimiento del modelo de confiabilidad, debido a que este debe estar enfocado en la protección de la salud y seguridad de los colaboradores de las empresas que adquieren el equipo e instalación de sistemas contra incendios que comercializa e instala la empresa objeto de estudio.

Escobar (2013) en su estudio realizado en Infom Guatemala, obtuvo como resultados: la descripción del diseño y parámetros, cálculo hidráulico para nudos y para tubos; el esquema del sistema simulado que tiene la identificación de cada elemento que compone el sistema contra incendios; el tanque de almacenamiento, la bomba que succionará el agua de dicho tanque y los tubos conectados por nodos, todos identificados con un número determinado.

El aporte de este estudio son los parámetros de diseño propuestos y los resultados obtenidos en la simulación del sistema, que son adecuados y cumplen con las normas mínimas de funcionamiento en sistemas de abastecimiento de agua, este es un aspecto importante que se tomará en cuenta para el desarrollo de la propuesta.



El estudio de Torres (2016) tuvo como objetivo implementar un sistema contra incendios con base en la normativa vigente, para la empresa de alimentos embutidos La Cuenca, determinó el cumplimiento mínimo normado de los niveles de ruido y el cumplimiento de los niveles de presión sonora industrial; estableció un nivel equivalente a 70 dB y diseño un plan de manejo ambiental con base a medidas preventivas, de protección, mitigación, seguimiento, control y capacitación contra incendios, estableció las disposiciones preventivas y correctivas logrando el principio de sustentabilidad y la administración ambiental adecuada.

El aporte de este estudio es el plan de manejo ambiental, que contiene medidas de prevención, protección y mitigación de incendios, que orientará para el modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios de la empresa objeto de estudio debido a que está enfocado en la protección de la salud y seguridad laboral.

Los autores Molano y Rodríguez (2017) plantearon como objetivo diseñar el sistema de extinción y detección de incendios para la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA y la NSR-10, realizaron un diagnóstico de las áreas a proteger; cálculo hidráulico y de baterías; diseño y selección del sistema de agente limpio; diseño de detección; listado de materiales y el presupuesto del proyecto.

El aporte de este estudio es el método aplicado en el proceso y el contenido total basado en la norma que se considera en esta propuesta, que será de utilidad al momento de diseñar el modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios que es el enfoque principal de esta investigación.

Luna (2016) planteó como objetivo diseñar un sistema para la detección, verificación de alarmas y generación de señales de comando para el sistema de mitigación de incendios para el teatro de Bogotá de la Universidad Central, realizó un análisis del espacio que incluyó ubicaciones con base en la Norma NFPA 72, en la que se indica la separación entre detectores, la manera de ubicarlos en techos suspendidos, la distancia mínima de instalación cuando se encuentra cerca de una pared, describió las características del teatro, la demarcación de siete zonas de riegos y planos arquitectónicos que indican la ubicación de detectores, alarmas, recorrido de cableado y ubicación del cuarto de control.

El aporte de este estudio es la ubicación de detectores, alarmas, cableado y ubicación del cuarto de control, que orientará para el establecimiento del modelo de confiabilidad del sistema contra incendios planteado en esta propuesta debido a que refiere la importancia de los planos de cada planta o empresa y las recomendaciones de la norma NFPA 72.

Ruíz (2016) abordó el tema sistemas hidráulicos de protección contra incendios, planteó como objetivo precisar los requisitos que deben cumplir los diseñadores y constructores tomando como referencia la normatividad colombiana e internacional, obtuvo como resultados relevantes la descripción de los principales componentes de un sistema de protección contra incendios y especificó los materiales, identificó las fallas más comunes que se presentan en el diseño, la instalación y el mantenimiento de los sistemas, estableció criterios y propuso requisitos mínimos para la entrega.

El aporte que hace este estudio es que establece que es necesario practicar una inspección, realizar pruebas y mantenimiento de acuerdo con lo dispuesto por la NFPA 25, probando todos los componentes para verificar su correcto

funcionamiento cuando la firma ejecutora entrega un sistema contra incendios, labor que debe realizar el cuerpo de bomberos o un experto que debe documentar cada actividad, este argumento orienta para dirigir la atención en estos aspectos que deberán formar parte del modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios que instala la empresa objeto de estudio de esta propuesta.

Esono (2015) logró diseñar el sistema de protección contra incendios de la nueva instalación de almacenamiento en la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH) de Almodóvar del Campo, provincia de Ciudad Real, con base a normas de aplicación alcanzó la protección superficial con espuma física de baja expansión, del interior de los tanques de combustible y del cubeto y en la refrigeración envolvente de los tanques incendiados y contiguos, con la bomba Jockey capaz de mantener la red a la presión mínima de 12 bar (12,23 kg/ m<sup>2</sup>).

El aporte de este estudio es el énfasis que le da el investigador a las pruebas que deben realizarse en todos los elementos que constituyen la instalación. La NFPA indica, la realización de pruebas preliminares y de pruebas finales o de aceptación del funcionamiento de los sistemas instalados, en todas las condiciones de servicio, provocando todas las situaciones anormales que puedan originar la puesta en servicio de los sistemas de alarma y extinción. Este aspecto orienta en acciones para la propuesta del modelo de confiabilidad contra incendios que deberá incluir las pruebas en el sistema hidráulico, eléctrico y de control de la instalación.

Mendoza (2014) en su estudio en la unidad minera Toquepala obtuvo como resultado un sistema de bombeo que garantiza los requerimientos mínimos de presión y caudal del sistema agua-espuma, del sistema de enfriamiento y la extinción de un incendio en el tanque de almacenamiento de combustible, hace un aporte metodológico de ingeniería aplicada para el desarrollo de la memoria

de cálculo del sistema contra incendio (sistema de tuberías, sistema de bombeo), utiliza lineamientos de cálculos recomendados por la NFPA.

El aporte de este estudio es el sistema de bombeo que garantiza los requerimientos mínimos de presión y caudal del sistema agua-espuma y del sistema de enfriamiento, la combinación de los sistemas seleccionados servirá de orientación para establecer el modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios que instala la empresa objeto de la investigación propuesta debido a que se utilizará los requerimientos básicos de las normas NFPA.

Lavado (2015) en su estudio, realizó un análisis del sistema de protección contra el fuego, una evaluación del estado de los elementos, reconocimiento de las zonas de riesgos existentes (en el edificio de la biblioteca pública municipal de Valdivia, Región de los Ríos) las zonas de seguridad y vías de escape ante un incendio; interpretación de la normativa vigente de seguridad; propuesta de mejoras incorporando elementos activos y pasivos para resguardar la seguridad de los usuarios y el valor patrimonial, opciones de mejoramiento para el actual sistema de protección y un diseño de un sistema compuesto por medios activos contra el fuego.

El aporte de este estudio es la propuesta de mejoras y diseño de red de rociadores que contiene vías de evacuación: pasillos, escaleras, puertas de escape, elementos activos: extintores, red húmeda, Iluminación, sistema de detección, alarma y señalización, estos elementos se tomarán en cuenta porque forman parte de los factores que se deben considerar en un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para garantizar la salud y seguridad de los colaboradores en las áreas de trabajo.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema central es que no existe confiabilidad por parte de los clientes en los sistemas contra incendios que instala la empresa y no deciden adoptar o instalar dichos sistemas.

#### **3.1. Descripción del problema**

En la empresa que comercializa e instala sistemas de seguridad, se manifestó durante el 2018 el problema de que los clientes no tienen confiabilidad en los sistemas contra incendios y esto hace que no decidan adoptar e instalar dichos sistemas, que son necesarios para garantizar el estado de los bienes, el bienestar y resguardo de la vida de todos los que componen la fuerza laboral, de proveedores y clientes que visitan las instalaciones de las empresas.

Entre las causas principales se encuentra que los clientes no cuentan con un plan de salud y seguridad ocupacional; desconocimiento de los alcances de un sistema contra incendios y lo consideran como gasto y no como inversión y entre los efectos más inmediatos están la escasa confiabilidad en la eficiencia de los sistemas, desinterés de los clientes y reducción de ventas, lo que podría conducir a pérdida de la rentabilidad empresarial.

#### **3.2. Formulación del problema**

Debido a que el problema tiene como principal efecto una notable baja en las ventas que repercute en la rentabilidad y en la estabilidad del negocio y a la importancia que posee la salud y seguridad ocupacional que debe ser una de las

principales áreas de interés a nivel industrial, se plantean las interrogantes siguientes:

### **3.2.1. Pregunta central**

¿Cómo el modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios basados en la normativa NFPA 101, optimizará la protección a la salud y seguridad ocupacional en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad?

### **3.2.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es la situación de los sistemas de protección para la salud y seguridad ocupacional que instala la empresa?
- ¿Cuáles son los factores críticos que están considerados en el sistema de protección contra incendios que instala la empresa para proteger la salud y seguridad ocupacional?
- ¿Cuál es el valor agregado al implementar un sistema contra incendios basado en normativas NFPA 101?

### **3.3. Delimitación del problema**

Los límites del problema son: espacial y temporal, se limita a una empresa dedicada a la comercialización e instalación de sistemas de seguridad, ubicada en ciudad Guatemala, y el tiempo planificado para desarrollar el estudio es de 26 semanas, iniciando posteriormente a la aprobación del protocolo.

## 4. JUSTIFICACIÓN

El enfoque de este diseño es la salud y seguridad ocupacional, corresponde a la línea de sistemas de control de calidad porque se basa en la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios, dentro de la maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que capacita, prepara para enfrentar los retos en el campo industrial empresarial y para proponer solución a los problemas que se presentan en el ámbito industrial.

La importancia del estudio se encuentra en que permite contribuir a la solución del problema planteado, a través de la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 con el fin de incrementar la credibilidad y confiabilidad en los clientes de la empresa y lograr agilizar la comercialización.

La necesidad de realizar este estudio obedece a la urgencia de resolver el problema de que no existe confiabilidad en los sistemas contra incendios por parte de los clientes potenciales de la empresa y esto hace que no decidan adoptar dichos sistemas, que son necesarios para garantizar el bienestar y resguardo de la vida de todos los que componen la fuerza laboral, proveedores y clientes que visitan las instalaciones de las empresas.

La comercialización de equipos e instalación de sistemas contra incendios de la empresa, requiere de un modelo de confiabilidad eficaz en funcionamiento y protección de la salud y seguridad laboral, considerando que los empresarios deben tomar en cuenta que los colaboradores de sus empresas tienen derecho

a la protección de la salud, la integridad física y de la vida y que es responsabilidad como empleadores adoptar medidas encaminadas a asegurar el bienestar y la vida dentro de las instalaciones, previniendo contra los daños que provoca el siniestro de incendio en el momento en que este se manifiesta.

La motivación personal para realizar la investigación es la oportunidad de proponer un modelo de confiabilidad en sistemas de protección contra incendios basado en la normativa NFPA 101, para contribuir a la solución del problema identificado en la empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad.

Los beneficios para la empresa serán: incrementar la confiabilidad de los clientes en los sistemas contra incendios; la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistema contra incendios basado en la normativa NFPA 101 que permitirá despertar el interés en los clientes para adquirirlos y cumplir con la responsabilidad empresarial de proteger la salud, seguridad y la vida de los colaboradores dentro de las instalaciones de trabajo.

Los beneficiarios directos de la investigación serán los propietarios de la empresa que comercializa e instala los sistemas, que podrán contar con la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101, que le permitirá ofrecer a los clientes la oportunidad de cumplir con el deber y con la legislación de protección SSO y de las instalaciones ante la manifestación de incendios y los beneficiarios indirectos serán los clientes propietarios de empresas, los colaboradores que laboran en estas y los que las visitan, debido a que contarán con la posibilidad de resguardar la integridad física y su vida dentro de las instalaciones con medidas preventivas y ante un incendio con un sistema de control de fuego funcional y eficaz.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Proponer un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basada en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad.

### **5.2. Específicos**

- Realizar un diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa.
- Analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101.
- Determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 en el sistema contra incendios, para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Las necesidades a cubrir en la empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad son: contar con un modelo de confiabilidad de dichos sistemas para garantizar la salud y seguridad de los colaboradores e instalaciones de plantas industriales de los clientes a nivel nacional, para incrementar las ventas, mantener la rentabilidad, conservar el prestigio empresarial y la presencia en el mercado competitivo.

Las soluciones se proponen para contribuir a resolver el problema planteado de que no existe confiabilidad por parte de los clientes en los sistemas contra incendios que instala la empresa y no deciden adoptar o instalar dichos sistemas, estas se desarrollarán dentro de cuatro fases las que se describen en la tabla I. Esquema de solución, que se presenta en la página siguiente:

Tabla I. **Esquema de solución**

| Fases  | Soluciones   |
|--|--|
| <b>Primera fase:</b> revisión bibliográfica y documental de la bibliografía y documentos de registro del sistema de seguridad que instala la empresa.                                  | Revisión y selección de contenidos bibliográficos, revisión de documentos de registro del sistema que instala la empresa.  |
| <b>Segunda fase:</b> realizar un diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa.  | Observación directa a los componentes del sistema que instala la empresa. Entrevista dirigida al encargado de ventas e instalación de sistemas de seguridad para el diagnóstico. |
| <b>Tercera fase:</b> analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101. | Revisión y análisis de los factores necesarios para un sistema de protección contra incendios.   |
| <b>Cuarta fase:</b> determinar los beneficios que presenta la normativa para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.  | Revisión bibliográfica para determinar los beneficios que presenta la normativa.   |

Fuente: elaboración propia.

La propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios contribuirá a resolver el problema planteado debido a que la empresa necesita que los clientes potenciales adquieran los sistemas de seguridad que comercializa, para incrementar las ventas y reducir el riesgo de cierre de operaciones.

Desde la perspectiva técnica del estudio se prevé el control de la validez de los conceptos que se desarrollarán y la fiabilidad del instrumento de medición que se utilizará para medir los conceptos relacionados con la propuesta de un modelo

de confiabilidad en sistemas contra incendios que se desarrollará dentro del contexto de la Maestría en Gestión Industrial, se basa en el sistema de salud y seguridad ocupacional dentro de la normativa NFPA 101, y comprende la descripción de los principales componentes, el análisis de los factores críticos que se presentan en el diseño, la instalación y el mantenimiento de los sistemas, de seguridad que instala la empresa y determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 en el sistema contra incendios, para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.



## **7. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se aborda los conceptos y definiciones relacionadas con el tema de la investigación, vertidos por varios autores.

### **7.1. Empresas de sistemas de seguridad**

Las empresas dedicadas a la instalación de sistemas de protección contra incendios son entidades comerciales que cumplen con los requisitos de habilitación comercial como cualquier empresa mercantil. Han presentado ante el Registro Mercantil de la República Guatemala, C.A. una declaración responsable donde figura la relación con equipos y sistemas de protección contra incendios para comercializar e instalar y que disponen de los medios para realizar estas instalaciones en condiciones de seguridad.

Están registradas en la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) con Número de Identificación Tributaria (NIT) y cumplen con los términos de contratación de personal exigidos por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, bajo las disposiciones establecidas en el Código de Trabajo de Guatemala.

Con base en la información contenida en la página web del grupo Novelec se presenta la descripción correspondiente a las empresas de sistemas de seguridad:

Este tipo de empresas deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma NFPA 101 para ofrecer a la clientela protección a la vida y bienes ante los

efectos del fuego, facilitando los equipos o sistemas para la instalación del sistema más adecuado.

“También deben cumplir con las condiciones exigibles tanto en lo referente al diseño, instalación, mantenimiento e inspección de cualquier sistema o equipo destinado a la protección contra incendios, con la documentación técnica y las condiciones establecidas en la norma” (Grupo Novelec, 2019, p.1).

### **7.1.1. Actividades principales**

Las actividades que realizan estas empresas son: promocionar la instalación de sistemas de protección contra incendios; ubicar e instalar equipos y sistemas de protección activa contra incendios y colocar las señales, balizamientos y planos de evacuación de los sistemas de señalización luminiscente, que son instalados por profesionales competentes. (Grupo Novelec, 2019)

### **7.1.2. Proceso de contratación de instalación del sistema**

Las empresas instaladoras al momento de ofrecer a la venta equipos y sistemas contra incendios a clientes propietarios de empresas que deseen garantizar la protección a la salud y seguridad de los colaboradores y de los bienes productivos deberán efectuar un contrato y cumplir con lo siguiente:

#### **7.1.2.1. Requisitos para el contrato de instalación**

El contrato de instalación debe cumplir con determinados requisitos tales como: disponer de la documentación de identificación legal de registro, el personal



debe poseer documento de identificación y disponer de los medios técnicos para trabajar con total seguridad.

La empresa deberá suscribir un seguro de responsabilidad civil, poseer un certificado de calidad ISO 9001 emitido por una entidad de certificación acreditada. Deberá aclarar que no podrá facilitar o ceder certificados de instalación que no haya sido realizada por su personal acreditado, no instalará sistemas de protección que no cumplan con las disposiciones vigentes, teniendo la obligación de indicarlo por escrito al comprador de los mismos y también deberá proceder si ve que la documentación técnica del proyecto no se ciñe a lo establecido, parando el trabajo hasta que no se corrija dicha situación.

#### **7.1.2.2. Responsabilidades**

Cuando haya terminado el trabajo de instalación, la empresa deberá facilitar al usuario la documentación técnica y las instrucciones de mantenimiento para asegurar su buen uso. Cualquier incumplimiento de la normativa puede suponer el cese de la actividad.

Deberá realizar inspección apropiada para comprobar si el sistema instalado originalmente es el adecuado para los actuales riesgos de incendio que están siendo protegidos y cumplir un programa de inspección regular según lo determinen las necesidades del sistema.

Realizar cualquier investigación o ejecutar cualquier prueba especial para evaluar el desempeño de los dispositivos y del equipo. Reparar o mantener los dispositivos y equipos para que funcionen de forma segura y asegurarse de que todo el personal involucrado en el mantenimiento sea capaz de ejecutar apropiada y correctamente los procedimientos para el desempeño y utilización de los equipos. (Grupo Novelec, 2019)

## **7.2. Modelos de confiabilidad en sistemas contra incendios**

Explica Moncada (2018):

Que el objetivo principal de un sistema de protección contra incendios es que sea fiable, que tenga la máxima probabilidad de un buen funcionamiento en el momento del incendio, debe ser también eficaz, logrando hacer efectivo su propósito en el momento del incendio, que funcione adecuadamente. (p.1)

La tendencia por parte de la mayoría de los usuarios es la de analizar el éxito de un proyecto de protección contra incendios, ya sea de diseño, instalación, inspección, prueba o mantenimiento, en términos que no incluyen la fiabilidad y eficacia del sistema, ni su costo/beneficio. Para determinar el éxito de un proyecto de protección contra incendios deberá la empresa iniciar “evaluando tres aspectos: el tiempo de culminación del proyecto; ejecución dentro del presupuesto; y que se obtuvo lo que se había licitado originalmente” (Moncada, 2018, p. 1).

“La gestión de calidad, se debe relacionar con el sistema de confiabilidad para fortalecer la credibilidad” (Moncada, 2018, p.1).

Un modelo de confiabilidad en un sistema contra incendios debe ser, completo, considerando e incluyendo las NFPA y las actualizaciones del Código 101-2018.

### **7.2.1. Factores importantes en un modelo de confiabilidad**

Con base en Anchundia, Nieto y Ocaña (2012) se expone a continuación los factores a tomar en cuenta para establecer un modelo confiable de sistema contra incendios, para tal fin se presentan a continuación:

#### **7.2.1.1. Equipos de calidad y funcionales**

Este factor es importante porque, para combatir incendios eficazmente dentro de las instalaciones, los equipos deben estar en buen estado físico y funcional, cuenta la calidad y tipo de extintores. Se debe determinar la existencia de contenedores y mangueras de agua, entradas y salidas de redes secas o rociadores y chequear que los equipos presenten un mínimo de funcionalidad, que las mangueras de red húmeda contengan agua, los extintores estén vigentes y los equipos tengan válvulas funcionales.

#### **7.2.1.2. Listado de equipos del sistema**

Se procede a realizar un estudio de los equipos para combatir incendios que se requieren para el sistema y el recuento de los instalados; se debe obtener dos medidas, las que por cuenta propia se obtengan y mapeen y las referidas por la empresa interesada, para instalar los necesarios en los sitios adecuados.

#### **7.2.1.3. Estado del mantenimiento del sistema**

Teniendo los datos de los equipos, las cantidades y las características es necesario indagar en lo que conlleva a la organización, administración y gestión del mantenimiento de este sistema, para lo que es necesario estudiar las áreas, identificar a las personas a cargo, responsables y la estructura. Este estudio se

debe realizar con el apoyo de los encargados de mantenimiento de las empresas que implementan un sistema contra incendios y de los operarios. (Anchundia, *et al.* 2012)

#### **7.2.1.4. Desempeño del mantenimiento**

A partir de la información obtenida en el punto anterior se debe crear indicadores de distintos tipos para medir el desempeño del mantenimiento del sistema. Esto además revela cuales son los puntos donde se presentan posibles oportunidades de mejora; paralelo a esto se profundiza en el estudio del sistema con reuniones y seguimiento de operarios en la ejecución del mantenimiento y las tareas asociadas al sistema contra fuego. (Anchundia, *et al.* 2012)

#### **7.2.1.5. Planificación del mantenimiento del sistema de extinción**

Las normas NFPA están netamente ligadas al mantenimiento preventivo, que, a partir de métodos mínimos de inspección, prueba y mantenimiento, entregan cierto grado de seguridad que cuando se requiera el uso del sistema o componente, este funcione correctamente.

El cuidado y mantenimiento incluye mucho más que la inspección y prueba de los dispositivos y equipos del sistema. Para una protección efectiva, la relación apropiada entre el riesgo y la protección debe ser balanceada y requiere que se haga una consideración minuciosa de los riesgos de incendio y de la suficiencia de la protección para las diversas condiciones de la propiedad. Una inspección apropiada debe comprobar si el sistema instalado es el adecuado para los actuales riesgos de incendio. (Anchundia, *et al.* 2012)

Los sistemas de extinción a base de agua que emplean dispositivos estándar y que están instalados de acuerdo con reglas establecidas deben ser

fuerzas y durables y requieren un gasto mínimo para su mantenimiento debido a que se pueden deteriorar o quedar fuera de servicio por negligencia o por ciertas condiciones del servicio.

Cumplir estrictamente con la política de prevención es la única manera de poder optimizar resultados y evitar siniestros. Para garantizar la eficacia de un sistema contra incendios es recomendable incluir tres acciones: preparación, supervisión e inspección.

La inspección determina la condición operacional del equipo y está ligada directamente al conocimiento del personal de mantenimiento. Las tres consideraciones involucradas en una inspección según (Anchundia *et al.* 2012), son: un procedimiento organizado y metódico para determinar las condiciones de funcionamiento de los dispositivos y equipos, la evaluación de las calificaciones del personal que cuida el sistema y la inspección regular para la detección de condiciones que requieren mantenimiento, reparación o arreglo, para mantener el nivel apropiado de protección de un sistema de extinción a base de agua.

#### **7.2.1.6. Estudiar los requerimientos de las normativas NFPA**

Revisar y estudiar las normativas NFPA con el fin de aclarar y comprender las mejores prácticas recomendadas y ajustarlas a la normativa para garantizar la salud y seguridad del personal en general y personas ajenas que permanecen dentro de las instalaciones de las empresas o plantas industriales.

Observar los criterios de las normas relacionadas con el equipo y tomar en cuenta que todo el que no es ocupado hasta que se produce un siniestro, puede ser descartado casi en su totalidad, el mantenimiento es de tipo

preventivo, debido a que teóricamente ningún componente debería fallar por cumplimiento de su vida útil si es que éste no se ocupa. El mantenimiento correctivo puede verse presente en escenarios posteriores a la ocurrencia de algún tipo de desastre, como incendios, terremotos, inundaciones u otros que puedan producir una rotura o pérdida en el sistema, donde es necesaria la estabilización de éste a un estado de buen funcionamiento. (Anchundia *et al.*, 2012)

#### **7.2.1.7. Determinar el sistema contra incendio**

No se puede referir a un sistema contra incendio general para un sector productivo porque cada sistema es exclusivo de acuerdo a la necesidad de cada empresa. Asegurar una buena instalación no exime a una empresa a realizar continuos chequeos en las partes constitutivas para evitar su deterioro y asegurar su funcionamiento en el momento que ocurra un siniestro.

Las frecuencias de las inspecciones, pruebas y mantenimiento se encuentran enumeradas en la norma NFPA 25 para cada uno de los componentes del sistema “todo hidrante conectado a un sistema privado de protección contra incendio debe ser de color rojo reflectivo, conforme a la norma NFPA 291” (Anchundia, *et al.*, 2012, p.24).

#### **7.2.2. Sistemas contra incendios**

Los sistemas contra incendios alertan de forma temprana el inicio de un incendio y dan aviso a las personas que se encuentran en el lugar para que puedan evacuar lo antes posible respetando los protocolos de contingencia, “las alarmas contra incendios ayudan a advertir una situación anormal, es un sistema de protección de vidas” (Grupo TAS Corp., 2019, p.1).

Una de las ventajas que ofrece un sistema de seguridad contra incendios además de salvaguardar bienes inmuebles y proteger la vida de las personas, es disminuir los costos al contratar un servicio de seguros, los sistemas de seguridad contra incendios “se encargan de impedir que las personas sufran daño, reducir pérdidas económicas y materiales, los equipos que pueden ser acoplados a las diferentes necesidades de cobertura en el sistema contra incendio, son los paneles de control” (Grupo TAS Corp., 2019, p.2).

Un sistema de protección contra incendio incluye dispositivos, soporte, equipos y controles para detectar fuego o humo y activar una señal para suprimirlos. Los sistemas de extinción a base de agua que emplean dispositivos estándar y que están instalados de acuerdo con reglas establecidas deben ser “fuertes y durables y requieren un gasto mínimo para su mantenimiento debido a que se pueden deteriorar o quedar fuera de servicio por negligencia o por ciertas condiciones del servicio” (Grupo TAS Corp., 2019, p. 2).

Los dos objetivos principales de la protección contra el fuego son salvar vidas y proteger los activos e instalaciones; un objetivo secundario es minimizar las interrupciones de producción o servicios debido al fuego y las pérdidas económicas que genere el cese o cierre de operaciones. (Grupo TAS Corp., 2019)

Según Bestraten, Guardino e Iranzo del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (2011):

Se llama protección contra incendios al conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego. El propósito es salvar vidas humanas, minimizar las pérdidas económicas

producidas por el fuego y conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible. (p.1)

### **7.2.3. Medidas fundamentales pasivas**

Son las que facilitan la evacuación de las personas en caso de incendio, a través de caminamientos (pasillos y escaleras) de suficiente amplitud “para retardar y confinar la acción del fuego, para que no se extienda rápido o que se detenga antes de expandirse a otras zonas” (Bestraten, *et. al.*, 2011, p.1).

### **7.2.4. Medidas fundamentales activas**

Estas básicamente se manifiestan en las instalaciones de extinción de incendios y se dividen en los tipos siguientes:

#### **7.2.4.1. Detección**

“Esta medida se realiza por medio de detectores automáticos de humos, llamas o de calor, según las materias contenidas en el local o manuales (timbres que cualquiera puede pulsar si ve un conato o indicios de incendio” (Bestraten, *et. al.*, 2011, p.2).

#### **7.2.4.2. Alerta y señalización**

Consisten en dar aviso a los ocupantes utilizando timbres o megáfonos y se señalan con letreros en color verde (a veces luminosos) las vías para la evacuación. “También dar aviso inmediato por medios electrónicos a los bomberos, en los demás casos debe encargarse una persona y hacerlo vía telefónica” (Bestraten, *et. al.*, 2011, p.2).



#### **7.2.4.3. Iluminación**

Disponer de iluminación alimentada por baterías, que llegue hasta la salida de emergencia en caso de fallo de los sistemas de iluminación normales del edificio.

#### **7.2.4.4. Extinción**

“Combatir el fuego mediante agentes extintores: agua, polvo, espuma, nieve carbónica, contenidos en extintores o conducidos por tuberías que los llevan hasta unos dispositivos bocas de incendio, hidrantes, rociadores que pueden funcionar manual o automáticamente” (Bestraten, *et. al.*, 2011, p.3).

#### **7.2.5. Clasificación del fuego**

Para que se produzca el fuego o la explosión tienen que coexistir tres elementos: combustible, oxígeno y energía en forma de calor (triángulo del fuego), existe un cuarto elemento que es la reacción de los gases de la combustión entre sí y con el propio oxígeno del aire lo que produce una reacción en cadena. (National Fire Protection Association 704, 2014, p. 6)

De esta manera, como resultado de la misma combustión, el triángulo de fuego se transforma en un tetraedro de fuego, que permite su propagación. Si llegara a faltar uno de sus cuatro elementos la combustión no tendría lugar o se extinguiría rápidamente. “La carga de fuego o carga combustible se refiere a la cantidad de energía resultante de la combustión completa de los materiales combustibles de un sector de incendio” (Anchundia, *et al.*, 2012, p.25).

El Instituto Norteamericano de Normalización (2004) define la existencia de cinco tipos distintos de fuego los clasifica según el origen de las llamas y los cataloga por letras:

#### **7.2.5.1. Fuego clase A**

Son los que se producen al arder los combustibles sólidos comunes, como maderas, papeles, corcho, tejidos, fibras, plásticos, entre otros que se queman en la superficie y en profundidades y dejan residuos.

#### **7.2.5.2. Fuego clase B**

Son fuegos de líquidos inflamables, como gasolina, alcohol, disolventes, pintura, barniz, cera, parafina. Se queman solamente en la superficie. No dejan residuos. Incluyen los gases inflamables propano y butano.

#### **7.2.5.3. Fuego clase C**

En este fuego se ven involucrados todo equipo eléctrico energizado, incluye motores eléctricos, transformadores y aparatos eléctricos.

#### **7.2.5.4. Fuego clase D**

Estos son ocasionados con metales inflamables como potasio, magnesio, aluminio en polvo, sodio, circonio, titanio, que lo alimentan y sólo pueden combatirse con líquidos especiales. Son llamados fuegos metálicos.

#### **7.2.5.5. Fuego clase K**

Son fuegos de grasa y aceite de cocinar como manteca vegetal y mineral. (Instituto Norteamericano de Normalización, 2004)

#### **7.2.6. Métodos de la extinción del fuego**

La extinción del fuego está basada en la interrupción de uno o más factores de los elementos esenciales del proceso de combustión. La combustión con llama puede ser extinguida reduciendo la temperatura, eliminando el combustible, el oxígeno o deteniendo la reacción química en cadena.

Los métodos de la extinción de fuego explicados por Dordelly y Campos (2010) son los siguientes:

##### **7.2.6.1. Extinción por reducción de temperatura**

Uno de los métodos más comunes de extinción es por enfriamiento con agua. El proceso de extinción por enfriamiento depende del enfriamiento del combustible hasta el punto donde no se produzcan vapores suficientes que se puedan encender. La reducción de la temperatura depende de la aplicación de un caudal adecuado y en forma apropiada para así lograr establecer un balance negativo de calor.

##### **7.2.6.2. Extinción por eliminación del combustible**

En algunos casos, un incendio puede ser extinguido eficientemente con la remoción de la fuente de combustible. Esto se puede lograr deteniendo el flujo de combustible líquido o gaseoso, o removiendo sólidos del área de

incendio. Otro medio de remoción del combustible es permitir que el incendio continúe hasta que el combustible sea consumido.

#### **7.2.6.3. Extinción por dilución de oxígeno**

Es la reducción de la concentración de oxígeno dentro del área de incendio. Esto se puede lograr introduciendo un gas inerte dentro del incendio o separando el oxígeno del combustible, este método de extinción no será efectivo en materiales auto oxidantes o en ciertos materiales que sean oxidados por el bióxido de carbono o nitrógeno.

#### **7.2.6.4. Extinción por inhibición química de la llama**

Algunos agentes extintores, tales como el polvo químico seco y el halón, interrumpen la producción de llama en la reacción química, resultando una rápida extinción. “Este método solo es efectivo en combustibles líquidos y gases, debido a que estos no pueden arder en la forma de fuego latente” (Dordelly y Campos, 2010, pp. 27-29).

#### **7.2.7. Sistema de detección de incendios convencionales**

González (2010) establece acerca de los sistemas básicos contra incendios que, según su configuración y tecnología de fabricación, pueden ser de detección y extinción de fuego.

Las instalaciones de detección de incendios convencionales son concebidas para una máxima duración y mínimo mantenimiento, además de su facilidad de manejo, por lo que son muy comunes en pequeños locales comerciales y garajes de viviendas, además de ser una instalación

de obligado montaje en prácticamente todos los locales citados anteriormente. En caso de incendio esta central únicamente dice qué zona está en alarma, pero no la ubicación exacta del detector en alarma. (p.27)

En un sistema de detección analógico se pueden integrar centrales de detección convencional o de extinción automática por gases, y ser controladas desde la misma central analógica, esto hace de este sistema el más completo en cuanto a instalaciones de detección de incendios. (González, 2010)

### **7.2.8. Sistemas de detección y alarma**

Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y evacuación.

Los elementos más comunes que pueden ser detectados en un incendio son: el calor, el humo y la radiación luminosa. No todos los incendios generan todos los elementos y algunas situaciones sin incendios producen ambientes similares. (Dordelly y Campos, 2010, p. 33)

#### **7.2.8.1. Detectores térmicos**

Continuando con Dordelly y Campos quienes explican que los detectores térmicos constituyen los más antiguos detectores automáticos de incendio, responden a la energía calorífica transportada por convección y generalmente se sitúan en o cerca del techo. La respuesta se produce cuando el elemento de detección alcanza una temperatura fija predeterminada, o cuando se llega a una velocidad especificada de cambio de temperatura.

### **7.2.8.2. Detectores de humo**

Un detector de humo actúa con mucha más rapidez que uno térmico en la mayoría de los incendios. Se basan en la absorción de luz por el humo en la cámara de medida (oscurecimiento), o también en la difusión de luz. “Se identifican según su principio de funcionamiento, dos de ellos son la ionización y la fotoelectricidad” (Dordelly y Campos, 2010, p.34).

### **7.2.8.3. Detectores de llama**

Los detectores de llama reaccionan ante la aparición de energía radiante visible para el ojo humano (aproximadamente 4 000 y 7 700 angstroms), o a la energía radiante que está fuera del campo de la visión humana. Estos detectores son sensibles a las brasas incandescentes y a las llamas que radian energía con suficiente intensidad y naturaleza espectral para motivar la reacción del detector. Debido a su rápida respuesta detectora, suelen emplearse generalmente en zonas altamente peligrosas, entre estos: detector de infrarrojos y detector ultravioletas. (Dordelly y Campos, 2010)

### **7.2.9. Sistemas de rociadores automáticos**

Los sistemas de rociadores automáticos desempeñan simultáneamente dos funciones con idéntica eficacia: detección y extinción de incendios. Los sistemas se activarán automáticamente para controlar el fuego. “El tiempo de vida útil de los rociadores automáticos depende en gran medida de las condiciones ambientales a las que se encuentren sometidos” (González, 2010, p.27).

### **7.2.10. Sistemas con hidrantes**

“Los sistemas con hidrantes son equipos que suministran gran cantidad de agua en poco tiempo, se conecta y forma parte íntegramente de la red” (Bósquez 2013, p. 93).

Todo hidrante conectado a un sistema privado de protección contra incendio debe ser de color rojo reflectivo. Los hidrantes anti incendios deberán instalarse de forma que resulte fácil el acceso y la utilización; el estricto cumplimiento de una política de prevención es la única forma de poder optimizar resultados y evitar siniestros. “Para garantizar la eficacia de un sistema contra incendios es recomendable incluir tres pasos: preparación, supervisión e inspección” (Bósquez, 2013, p.101).

Los equipos de los sistemas con hidrantes que suministran el agua específica contra incendios, permiten la conexión de mangueras y equipos de lucha para obtener el agua de la red local de abastecimiento o de un depósito, mediante una bomba.

### **7.2.11. Sistema hidráulico o red de incendio**

Una red de incendio es un sistema hidráulico que tiene la finalidad única de combatir posibles incendios que puedan originarse dentro de un recinto específico. “Estas redes están compuestas por un sistema de bombeo de agua, almacenamiento de agua, tuberías, válvulas y mangueras” (Bósquez, 2013, p.101).

### **7.2.12. Sistemas de extinción de incendios especiales**

La Norma NFPA 2001, sistemas de extinción de incendios mediante agentes limpios, describe los requisitos de diseño. “Los agentes limpios, son extintores gaseosos no dejan residuos y no transmiten electricidad. Incluyen tanto a los agentes de halocarbono como a los agentes gaseosos inertes” (Bósquez 2013, p.102).

### **7.2.13. Sistemas con extintores portátiles**

Estos dispositivos de control de incendios son los más utilizados a nivel no profesional, son convenientes y de precio asequible, se basan en el agente extintor que ataca uno de cuatro elementos del tetraedro de fuego, realiza la extinción por reducción de temperatura, eliminación de oxígeno y combustible. (Dordelly y Campos, 2010)

El extintor consiste en un aparato portátil para apagar fuegos o incendios de pequeña magnitud constituido por un recipiente metálico en cuyo interior contiene un agente extintor de fuegos a presión, el cual puede ser una sustancia líquida, espumosa o en forma de polvo, de modo que al abrir una válvula el agente sale por una boquilla. (Dordelly y Campos, 2010)

#### **7.2.13.1. De presión incorporada**

Si el extintor está constantemente bajo presión, el gas impulsor se encuentra en contacto con el agente extintor en el interior del cuerpo, a este tipo se le llama de presión incorporada, estando generalmente equipados con un manómetro que indica la presión interior. (Dordelly y Campos, 2010)



### **7.2.13.2. De presión adosada**

Si el extintor se presuriza en el momento de su disparo o utilización, el gas impulsador está contenido en un botellín de gas independiente, a este tipo se le llama de presión adosada. Estos extintores, al ser presurizados en el momento de su uso, deberán ir provistos de una válvula de seguridad. (Dordelly y Campos, 2010)

### **7.2.13.3. Clasificación basada en la forma de impulsión**

La clasificación basada en la forma de impulsión según Dordelly y Campos, es la siguiente:

- **CO<sub>2</sub>**: es el más utilizado, se emplea en seco para presurizar extintores de polvo seco, agua y espumas.
- **Nitrógeno**: se emplea a veces en sustitución del CO<sub>2</sub> como impulsor de extintores de polvo, agua y espuma.
- **Aire**: solo se utiliza para presurizar extintores de agua.

### **7.2.13.4. Clasificación según la sustancia extintora**

La clasificación basada en la sustancia extintora según Dordelly y Campos, es la siguiente:

- **Agua**: el extintor de agua es aquél cuyo agente extintor está constituido por agua o por una solución acuosa y un gas auxiliar. Pueden ser de agua a chorro o de agua pulverizada.

- Espuma: el extintor de espuma es aquél que proyecta mediante presión de un gas auxiliar, una emulsión, o una solución que contenga un producto emulsor, formándose la espuma al batirse la mezcla agua-emulsor con el aire.
- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>): el extintor de CO<sub>2</sub> es aquél cuyo agente extintor está constituido por este gas, en estado líquido, proyectado en forma sólida llamada nieve carbónica, la proyección se obtiene por la presión permanente que crea en el aparato el agente extintor.
- Polvo: el extintor de polvo es aquél cuyo agente extintor se encuentra en estado pulverulento y es proyectado mediante la presión proporcionada por la liberación de un gas auxiliar o por una presurización previa. (Dordelly y Campos, 2010)

#### **7.2.14. Sistemas fijos de extinción**

Toda instalación fija de extinción de incendios, persigue fundamentalmente, atacar el fuego de forma inmediata y limitar la propagación. Debe tomarse en cuenta que la extinción por estos medios no pretende prescindir de la actuación de los efectivos encargados del ataque del fuego debido a que esta es complementaria y necesaria para cualquier sistema automático, porque la instalación puede presentar fallos de funcionamiento, necesidad del reconocimiento del área tras el incendio, interrupción del sistema para evitar gastos innecesarios del agente extinguidor, averías en materiales o negligencia de vigilancia. (Dordelly y Campos, 2010)

### **7.3. Normativa NFPA**

NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, por sus siglas en inglés) establece todos los requerimientos necesarios para una protección segura contra incendios y explosiones, por lo que es necesario conocer el contenido y especialmente los aspectos relacionados a la seguridad humana referidos en NFPA 1 y NFPA 101.

Según Álvarez (2014):

El Código de Seguridad Humana, NFPA 101 es el documento normativo más utilizado en Latinoamérica y en otras regiones del mundo al momento de elegir una adecuada protección para vidas y bienes de los efectos del fuego, así como para asegurar un rápido retorno a las actividades. Un claro indicador de esta afirmación lo constituye el hecho que es después del NFPA 70, Código Eléctrico Nacional, el código más adoptado por las legislaciones de los países de Iberoamérica. Su cumplimiento permite obtener un grado razonable de seguridad contra incendios a través de los recursos que la tecnología pone al alcance de las empresas constructoras.  
(p.1)

Coincide Moncada (2019) con Álvarez al referir que este aspecto es considerado por importantes compañías como un valor ineludible para sus edificios corporativos a fin de brindarles a sus empleados un ambiente de trabajo que no sólo presente un adecuado confort, sino también el mejor nivel de seguridad contra incendios, aun cuando las reglas locales vigentes no lo exijan.

El Código de Seguridad de Vida, administrado, protegido por derechos de autor y publicado por la NFPA, del Código de Seguridad de la Vida, conocida como

la NFPA 101 es una marca registrada de consenso de América, norma que, como muchos documentos de la NFPA, se revisó sistemáticamente en un ciclo de tres años. (Moncada, 2019)

La norma, a pesar de su título, no es un código legal, no se ha publicado como un instrumento de la ley y no tiene ninguna autoridad legal a menos que sea aprobado por la autoridad competente. La norma, aprobada ampliamente en los Estados Unidos, es, elaborada con el lenguaje adecuado para la aplicación obligatoria para facilitar la adopción en la ley por las personas habilitadas para hacerlo.

La mayor parte de la norma responde a construcción, protección, ocupación y características necesarias para minimizar el peligro de fuego para la vida, incluyendo el humo, gases, o el pánico. (National Fire Protection Association o NFPA, 2014)

### **7.3.1. Historia**

El código de Seguridad de la Vida se originó en 1913 por el Comité de Seguridad a la Vida. “En 1991 en el Código de Seguridad Manual de la vida (...) da la disposición de instalaciones para la salida de las fábricas, las escuelas y otras instituciones que constituyen la base del código” (Moncada, 2019, p.18).

Según explica Moncada, el código de construcción empezó a ser utilizado como posible legislación, estaba destinado a la construcción y estatutos no legales, por lo que la NFPA decidió volver a modificar el código y después de algunas revisiones apareció en publicaciones y en ediciones de 1957 hasta 1961.

“Fue en 1966 que nuevas ediciones se han publicado posteriormente en 1967, 1970, 1973 y 1976. El Comité se reorganizó de nuevo en 1977, en 1981(...) y en 2018 incluye actualizaciones” (Moncada, 2019, p.19).

El desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es “un proceso abierto que se basa en el consenso que ha producido materiales de referencia en la industria de la protección contra incendios, incluyendo el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana” (Salinas, 2014, p.5).

### **7.3.2. Código 101-2018**

Este código NFPA 101 “proporciona los requisitos mínimos, considerados hacia la función, del diseño, la operación, y el mantenimiento de edificios y estructuras para la seguridad de la vida humana contra los incendios” (Villafuerte, 2019, p.1).

Explica Villafuerte que la NFPA 101-2018 que el código de seguridad personal tiene tres actualizaciones importantes que son vitales para los ingenieros de protección contra incendios y citando al presidente del comité de correlación de la NFPA sobre seguridad de la vida, miembro de varios comités técnicos de la NFPA y miembro del consejo asesor de Ingeniería Consultiva Especificadora quien refiere que históricamente, el alcance de NFPA 101 se ha limitado, sin embargo, en la edición de 2018 este se amplió.

### **7.3.3. Cambios en el alcance del Código 101-2018**

Los cambios en el alcance del Código 101-2018 explicados por Villafuerte (2019) son los siguientes:

### **7.3.3.1. Primer cambio**

Este consistió en agregar consideraciones que brinden protección durante emergencias que involucren materiales peligrosos. En su mayor parte, esta expansión de alcance se ha abordado agregando referencias a otras normas de la NFPA que abordan específicamente los materiales peligrosos.

Específicamente, la NFPA 101 establece que, cuando así lo requiere un capítulo de ocupación, “los requisitos más estrictos de la NFPA 101 o las normas de referencia, como la NFPA 55 Código de gases comprimidos y fluidos criogénicos, NFPA 58 Código de gas licuado de petróleo, NFPA 400: Código de materiales peligrosos y NFPA 495 Código de materiales explosivos, se aplican NFPA 101 párrafos 7.12.2 y 8.7.3.1.” (Villafuerte, 2019, p. 3).

### **7.3.3.2. Segundo cambio**

Este cambio en el alcance indica que NFPA 101 también aborda la reducción de lesiones a los ocupantes, algunas disposiciones en ediciones anteriores de NFPA 101 ya lo hicieron. “Por ejemplo, la geometría y la uniformidad de la escalera, los pasamanos y los requisitos de la guarda ya se basaban en la necesidad de reducir los resbalones” (Villafuerte, 2019, p. 3).

Los principales cambios técnicos relacionados con el alcance ampliado son “los requisitos para las barras de apoyo; los capítulos de ocupación que han optado por los requisitos básicos que se agregaron en el capítulo 24 en lugar del capítulo 7 para reducir la duplicidad” (Villafuerte, 2019, p. 4).

### **7.3.3.3. Tercer cambio**

“Este cambio es que NFPA 101 trata la comunicación con los ocupantes y otras personas durante una situación de emergencia” (Villafuerte, 2019, p.4). La declaración de alcance se agregó porque la NFPA 101 aborda la necesidad en ciertas ocupaciones del análisis de riesgos para determinar la necesidad de un sistema de notificación masiva.

Antes de estas disposiciones, los requisitos para análisis de riesgo para sistemas de notificación masiva estaban contenidos en el capítulo 24 de NFPA 72: Código Nacional de Alarma de Incendio y Señalización, “la preocupación era que, si el propietario o el diseñador no pretendía instalar este sistema de notificación masiva, el requisito NFPA 72 no se aplicaría” (Villafuerte, 2019, p.5).

Concluye Villafuerte (2019) explicando que el umbral para cuando se requiere un análisis de riesgo, varía según la ocupación y el uso del edificio dentro de la clasificación. Los códigos de seguridad se encargan de los peligros en los edificios, pero también abarcan otras situaciones similares al fuego y son aplicables a vehículos, buques y otros transportes que para fines de seguridad son tratados como objetos de los edificios.

### **7.3.4. Contenido de la NFPA**

Esencialmente el Código consta de cuatro partes principales. La primera parte consiste de los Capítulos 1 al 4 y del 6 al 11; a éstos a menudo se los conoce como los capítulos base o los capítulos fundamentales. La segunda parte es el Capítulo 5, que detalla la opción basada en el desempeño. La parte siguiente consiste de los Capítulos 12 a 42, que son los capítulos sobre ocupaciones. La cuarta y última parte consiste en información adicional útil. Para

usar el Código de manera efectiva es necesaria una minuciosa comprensión de los Capítulos 1 a 4 y 6 a 11, porque estos capítulos proveen los bloques básicos sobre los cuales han basado sus requisitos los capítulos sobre ocupaciones y muchas de las disposiciones son obligatorias para todas las ocupaciones, algunas disposiciones son obligatorias solamente cuando se referencian para una ocupación específica. (Salinas, 2014)

#### **7.3.4.1. Capítulos aplicables a los sectores empresarial comercial e industrial**

Con base en lo explicado por Salinas (2014) y en el documento NFPA traducido y editado en español por el Instituto Argentino de Normalización, se enlistan los capítulos de la norma NFPA 101 Código de Seguridad Humana, de aplicabilidad en los sectores empresarial comercial e industrial.

- Cap.1 Administración.
- Cap.2 Referencias mandatorias.
- Cap.4 Generalidades.
- Cap.5 Diseño basado en el desempeño.
- Cap.6 Clasificación de las ocupaciones.
- Cap.7 Medios de egreso.
- Cap.8 Protección contra incendios.
- Cap.9 Equipos de servicio de edificios y de protección contra incendios.
- Cap.11 Estructuras especiales y edificios de gran altura.
- Cap.40 Ocupaciones industriales.
- Cap.42 Ocupaciones para almacenamiento.



### **7.3.5. Salud y seguridad ocupacional**

Es necesario conocer los avances de la salud y seguridad ocupacional con el paso del tiempo, estableciendo su importancia para la vida y para la inversión inicial. Se presenta la seguridad industrial como un proceso necesario para toda empresa, donde aumenta la productividad de forma segura y ordenada, alcanzando un equilibrio óptimo. (Blanco y Maya 2005)

En la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (2012) se establece lo siguiente:

La seguridad y la salud aplicadas a los centros de trabajo tienen como objetivo salvaguardar la vida y preservar la salud y la integridad física de los colaboradores por medio del dictado de normas encaminadas a que se les proporcione las condiciones adecuadas para el trabajo, capacitarlos y adiestrarlos para que se eviten, dentro de lo posible, las enfermedades y los accidentes laborales. (p.1)

Para Blanco y Maya (2005) salud y seguridad en el trabajo es:

“El conjunto de normas y procedimientos encaminados a la protección de la integridad física y mental del trabajador, evitando que éste enferme o se ausente de manera provisional o definitiva del trabajo” (p.151).

En el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas (2014) del Gobierno de Guatemala, se establece que:

Se debe tomar las medidas necesarias para proteger la salud y seguridad y la integridad física de los trabajadores, especialmente en lo que respecta a

las operaciones de procesos de trabajo; suministros, uso y mantenimiento de equipo de protección personal; edificios, instalaciones y condiciones ambientales; y la ubicación, mantenimiento de escudos de protección en máquinas y todo tipo de instalaciones. Es obligación del empleador mantener la maquinaria, equipo y suministros en buena condición y es de su responsabilidad las revisiones médicas de rutina para los empleados. (p.4)

#### **7.3.6. NFPA como complemento a la salud y seguridad ocupacional**

La salud y seguridad ocupacional como pilar en la industria se fortalece bajo normativas internacionales como la NFPA, “los sistemas contra incendios aportan un valor agregado a la protección de la vida humana, por lo que debe ser implementado en todas las empresas” (Blanco y Maya, 2005, p.153).

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Empresas de sistemas de seguridad
  - 1.1.1. Actividades principales
  - 1.1.2. Proceso de contratación de instalación del sistema
    - 1.1.2.1. Requisitos para el contrato de instalación
    - 1.1.2.2. Responsabilidades
- 1.2. Modelos de confiabilidad en sistemas contra incendios
  - 1.2.1. Factores importantes en un modelo de confiabilidad
    - 1.2.1.1. Equipos de calidad y funcionales
    - 1.2.1.2. Listado de equipos del sistema
    - 1.2.1.3. Estado del mantenimiento del sistema
    - 1.2.1.4. Desempeño del mantenimiento
    - 1.2.1.5. Planificación del mantenimiento del sistema de extinción

- 1.2.1.6. Estudiar los requerimientos de las normativas NFPA
- 1.2.1.7. Determinar el sistema contra incendios
- 1.2.2. Sistemas contra incendios
- 1.2.3. Medidas fundamentales pasivas
- 1.2.4. Medidas fundamentales activas
  - 1.2.4.1. Detección
  - 1.2.4.2. Alerta y señalización
  - 1.2.4.3. Iluminación
  - 1.2.4.4. Extinción
- 1.2.5. Clasificación del fuego
  - 1.2.5.1. Fuego clase A
  - 1.2.5.2. Fuego clase B
  - 1.2.5.3. Fuego clase C
  - 1.2.5.4. Fuego clase D
  - 1.2.5.5. Fuego clase K
- 1.2.6. Métodos de la extinción de fuego
  - 1.2.6.1. Extinción por reducción de temperatura
  - 1.2.6.2. Extinción por eliminación de combustible
  - 1.2.6.3. Extinción por dilución de oxígeno
  - 1.2.6.4. Extinción por inhibición química de la llama
- 1.2.7. Sistema de detección de incendios convencionales
- 1.2.8. Sistemas de detección y alarma
  - 1.2.8.1. Detectores térmicos
  - 1.2.8.2. Detectores de humo
  - 1.2.8.3. Detectores de llama
- 1.2.9. Sistema de rociadores automáticos
- 1.2.10. Sistemas con hidrantes

- 1.2.11. Sistema hidráulico o red de incendio
- 1.2.12. Sistemas de extinción de incendios especiales
- 1.2.13. Sistemas con extintores portátiles
  - 1.2.13.1. De presión incorporada
  - 1.2.13.2. De presión adosada
  - 1.2.13.3. Clasificación basada en la forma de impulsión
  - 1.2.13.4. Clasificación según la sustancia extintora
- 1.2.14. Sistemas fijos de extinción
- 1.3. Normativa NFPA
  - 1.3.1. Historia
  - 1.3.2. Código 101- 2018
  - 1.3.3. Cambios en el alcance del Código 101-2018
    - 1.3.3.1. Primer cambio
    - 1.3.3.2. Segundo cambio
    - 1.3.3.3. Tercer cambio
  - 1.3.4. Contenido de la NFPA
    - 1.3.4.1. Capítulos aplicables a los sectores empresarial comercial e industrial
  - 1.3.5. Salud y seguridad ocupacional
  - 1.3.6. NFPA como complemento a la salud y seguridad ocupacional

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

## 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

En este apartado se describe el enfoque, los pasos metodológicos, el diseño, tipo de estudio, el alcance y las variables de investigación.

### **9.1. Enfoque**

El estudio posee un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), desde el punto de vista cualitativo se describirá los componentes del sistema que comercializa la empresa, se analizará los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 y el método cuantitativo se utilizará para determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo y se presentará el análisis de la información a partir de las técnicas de estadística descriptiva.

### **9.2. Diseño de investigación**

El diseño aplica dentro de la investigación no experimental, en la cual se recolectará la información directamente de la unidad de análisis o fuente primaria y no se manipularán las variables.

Se utilizará la técnica de revisión bibliográfica acerca de la normativa NFPA 101, y la guía de observación directa que será aplicada a la unidad de análisis que son los documentos de registro del sistema contra incendios que instala la empresa.

### **9.3. Tipo de estudio**

El estudio es de tipo descriptivo, porque con base en la Normativa NFPA 101, se describirá las variables y dimensiones; componentes del sistema, el análisis de los factores críticos del sistema contra incendios, los beneficios que presenta la normativa y el sistema de salud y seguridad ocupacional.

Para colaborar a la solución del problema que actualmente afronta la empresa en materia de confiabilidad en los sistemas contra incendios, se revisará los documentos de registro.

Se verificará los componentes del sistema con el propósito de diagnosticar el sistema contra incendios que instala la empresa y verificar el cumplimiento de las normas establecidas para garantizar la funcionalidad, la salud y seguridad ocupacional con base en la normativa NFPA 101.

### **9.4. Alcance**

El alcance de la investigación en cuanto al carácter es descriptivo, desde la perspectiva de resultados es contribuir a la solución del problema identificado, a través de un diagnóstico de la situación del sistema contra incendios que instala la empresa, del análisis de los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 y de la determinación de los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.



## **9.5. Variables e indicadores**

La variable independiente es modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios, es de tipo cualitativa, nominal, discreta que será medida a través de los resultados obtenidos de la observación directa al sistema de seguridad, de la revisión documental, de la entrevista y del análisis de la información obtenida durante el estudio. Los indicadores son los componentes del sistema y la funcionalidad.

La variable dependiente es la protección de la salud y seguridad ocupacional, los indicadores son los factores necesarios, componentes del sistema y el cumplimiento de la normativa NFPA 101, análisis de alarma y detección, análisis hidráulico y complementos.

El indicador de confiabilidad será medido a través de la comparación de las normas establecidas con las normas cumplidas, número de componentes necesarios = número de componentes disponibles, factores necesarios=factores incluidos. Los datos serán recolectados a través de la guía de observación directa.

A continuación, se presenta la tabla II que contiene la operacionalización de las variables independientes y dependientes.

Tabla II. Operacionalización de las variables

| Objetivo   | Variable   | Tipo de variable  | Indicador  | Técnicas e instrumentos  |
|--|--|---|--|--|
| <b>General</b>   |  |   |  |  |
| Proponer un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad. | Modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios basado en la normativa NFPA 101 | Independiente<br>Cualitativa,<br>descriptiva,<br>manipulable.   | De confiabilidad= normas establecidas- normas cumplidas<br>Factores necesarios = factores incluidos<br>Componentes necesarios=componentes disponibles  | <b>Técnicas</b><br>Revisión y selección y utilización de contenidos bibliográficos<br>Observación directa del sistema de seguridad.<br>Entrevista<br>Revisión documental.<br>Análisis de contenidos.<br>Plan de organización y selección y tabulación de datos.<br><b>Instrumentos</b><br>Guías de observación, hoja de registro.<br>Guía de entrevista.<br><b>Herramientas</b><br>Diagrama de Ishikawa<br>Flujo de operaciones<br>Flujo del recorrido del proceso<br>Hoja de registro de información documental.<br>Normativa NFPA 101. |
| <b>Específicos</b>   |  |   |  |  |
| 1.Realizar un diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa.   | Diagnóstico  | Dependiente<br>Cualitativa,<br>Descriptiva<br>Medición nominal. | Detector de calor grados Fahrenheit.<br>Detector de humo. OSID<br>Vesda.<br>Decibeles  |  |
| 2.Analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101.  | Análisis de los factores críticos  | Dependiente<br>cuantitativa<br>Cualitativa,<br>descriptiva      | Análisis hidráulico. Tipo de rociador. Ubicación de gabinetes contra incendios. Capacidad de la bomba contra incendios. Hidrantes Complementos. Panel central. Estaciones manuales. Alarma estroboscópica, de alto decibelaje y modular. Detectores de temperatura Rociadores Hidrantes con tomas para bomberos. |  |
| 3.Determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.   | Cumplimiento de las normas y alcances de la normativa NFPA 101.                      | Dependiente<br>Cualitativa,<br>descriptiva<br>nominal.          | Cumplimiento de las normas = beneficios de protección a la vida de los colaboradores.  |  |

Fuente: elaboración propia.

### **9.5.1. Definición conceptual de las variables**

Variable independiente modelo de confiabilidad, tiene como objetivo primordial garantizar la salud, la seguridad y la integridad física y psicológica de los colaboradores en los puestos de trabajo y el estado de las instalaciones de la empresa, a través de un sistema contra incendios que cumpla con la normativa NFPA 101 y los factores y elementos necesarios para evitar los peligros en las áreas de trabajo, controlar y combatir incendios y proveer sistemas de protección confiables a los clientes de la empresa.

La variable dependiente es la protección de la salud y seguridad ocupacional abarca la normativa NFPA 101, conjunto de disposiciones obligatorias que tienen por objeto la prevención y limitación de riesgos, esta variable tiene como propósito la protección contra incendios que se deriven de la actividad industrial y que dañen la salud e integridad física de los colaboradores, las instalaciones, activos o bienes y el ambiente.

### **9.5.2. Definición operacional de las variables**

La variable independiente y dependientes con medición nominal se operacionalizan clasificándolas por nombres y comparándolas, el factor de medición es = (igual a) y  $\neq$  (no igual a).

## **9.6. Fases**

El estudio se desarrollará en cuatro fases, las actividades de cada una se presentan a continuación.

### **9.6.1. Fase I: revisión bibliográfica y documental**

Se revisará bibliografía acerca de sistemas contra incendios, de modelos de confiabilidad, salud y seguridad ocupacional, la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo y se seleccionará los textos de utilidad, el resultado esperado en esta fase es conocer el contenido de la norma y fundamentar el marco teórico del informe final.

Se revisará documentos de registro de la empresa para conocer el sistema que instala e identificar los factores críticos del sistema contra incendios relacionados con la seguridad ocupacional.

### **9.6.2. Fase II: realizar un diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa**

En esta fase se revisará los documentos de registro del sistema contra incendios y se utilizará un diagrama de flujo de operaciones para analizar y describir la operatividad y funcionalidad de los componentes del sistema.

Se recopilará la información necesaria a través de la técnica de observación directa al sistema de seguridad que instala la empresa, se utilizará como instrumento una guía de observación directa para verificar los elementos que lo componen. (Véase apéndice 1).

Se empleará la técnica de entrevista, se utilizará como instrumento una guía de entrevista estructurada en cinco preguntas abiertas que se aplicará al encargado del departamento de ventas e instalación de sistemas de seguridad contra incendios de la empresa, para conocer la situación actual respecto a la confiabilidad. (Véase apéndice 2).

Se aplicará una guía de revisión directa a los documentos de registro de los sistemas que instala la empresa para verificar si cumple con los factores necesarios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional, basado en la normativa NFPA 101. (Véase apéndice 3).

Se utilizará el diagrama de Ishikawa para analizar y comprender los efectos y las causas del problema en estudio y un diagrama de recorrido del proceso para representar y analizar el sistema y determinar si cumple con las normas establecidas para garantizar la funcionalidad y la salud y seguridad ocupacional.

Haciendo uso del recurso tecnológico Microsoft Excel, se presentará el diagrama de Ishikawa y el análisis de la línea, las causas y efectos del problema y los datos recolectados en la guía de observación directa al sistema contra incendios que instala la empresa de manera descriptiva.

En esta fase los datos obtenidos en el diagnóstico a través de la revisión documental, observación directa y entrevista serán clasificados, organizados y tabulados.

Se presentará la interpretación de las herramientas de diagnóstico y toda la información recolectada durante el proceso de investigación haciendo uso de recursos tecnológicos, se someterán al análisis respectivo, el que se presentará de manera descriptiva en el capítulo de presentación de resultados.

**9.6.3. Fase III: analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101**

En esta fase se analizará los factores críticos del sistema de protección contra incendios con base a la normativa NFPA 101 para proponer un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios en una empresa de seguridad.

Haciendo uso del recurso tecnológico Microsoft se empleará el programa Excel, se presentará los factores necesarios para un sistema de protección contra incendios. Los datos organizados se presentarán de manera descriptiva.

**9.6.4. Fase IV: determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo**

En esta fase se utilizará la información seleccionada en la revisión bibliográfica acerca de la normativa NFPA 101 y los beneficios que presenta para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo y se presentará en tablas de contenidos.

Se realizará el análisis de resultados empleando la técnica de estadística descriptiva, se hará la presentación y discusión de resultados de manera descriptiva, confrontando cada uno de ellos con las referencias vertidas por otros autores, para ello se utilizará el programa informático Word de Microsoft.

### **9.7. Resultados esperados**

Los resultados esperados están relacionados con los objetivos específicos planteados en la propuesta de investigación, siendo estos: el diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa; análisis de los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 y determinados los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo, que conducirán al alcance del objetivo general : la propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad.

### **9.8. Área de estudio**

Área de ventas e instalación de sistemas contra incendios de la empresa, ubicada en la ciudad capital de Guatemala.

### **9.9. Población y muestra**

La población está compuesta por diez colaboradores, el tipo de muestreo estadístico es no probabilístico de tipo intencional o de conveniencia, se seleccionó a un solo colaborador porque es el único que llena las características que son: pertenecer al departamento de ventas y contratación de instalación, de los nueve restantes cuatro son subcontratados y cinco son fijos, pero su trabajo es la instalación de los sistemas no están relacionados con la comercialización y contratación. La unidad de análisis son los documentos de registro y componentes del sistema contra incendios que instala la empresa.





## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Para la recolección de información se utilizará la técnica de revisión bibliográfica y documental, observación directa a los componentes del sistema. En la primera fase se utilizará la técnica de revisión bibliográfica acerca de la normativa NFPA 101 y en la fase de diagnóstico para la recolección de información se empleará la técnica de revisión documental, la guía de revisión será aplicada a la unidad de análisis que son los documentos de registro del sistema contra incendios que instala la empresa.

Se utilizará la técnica de observación directa a los componentes del sistema contra incendios se utilizará como instrumento una guía de observación directa y la técnica de entrevista en la que se aplicará una guía de entrevista estructurada en preguntas abiertas que se aplicará al encargado de ventas e instalación de sistemas de seguridad de la empresa. (Véase apéndices 1, 2 y 3).

Se utilizará como herramientas de diagnóstico un diagrama de Ishikawa, para establecer las causas y efectos del problema, un diagrama de flujo de operaciones para analizar y describir la operatividad y funcionalidad de los componentes del sistema, flujo de recorrido del proceso para representar y analizar el sistema y determinar si cumple con las normas establecidas para garantizar la funcionalidad y la salud y seguridad ocupacional.

### **10.1. Técnica estadística descriptiva**

La técnica de análisis de información que se empleará es la descriptiva, la investigación posee enfoque cualitativo y cuantitativo y es de tipo descriptivo e incluye análisis de contenidos.

La técnica descriptiva se utilizará para describir los resultados obtenidos en la guía de revisión documental estructurada en orden lógico del sistema de seguridad, de la guía de observación directa de los componentes del sistema contra incendios que instala la empresa y de la guía de entrevista que se aplicará al encargado de ventas e instalación de sistemas.

Se organizará y tabulará los datos y se representarán a través de tablas, diagramas, flujogramas, que se utilizaran para analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101y para determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo, determinar si existe una relación entre variables cualitativas y cuán fuerte es esa relación entre las variables, el análisis de datos se presentará de manera descriptiva haciendo uso de recursos tecnológicos como el software Microsoft Word.

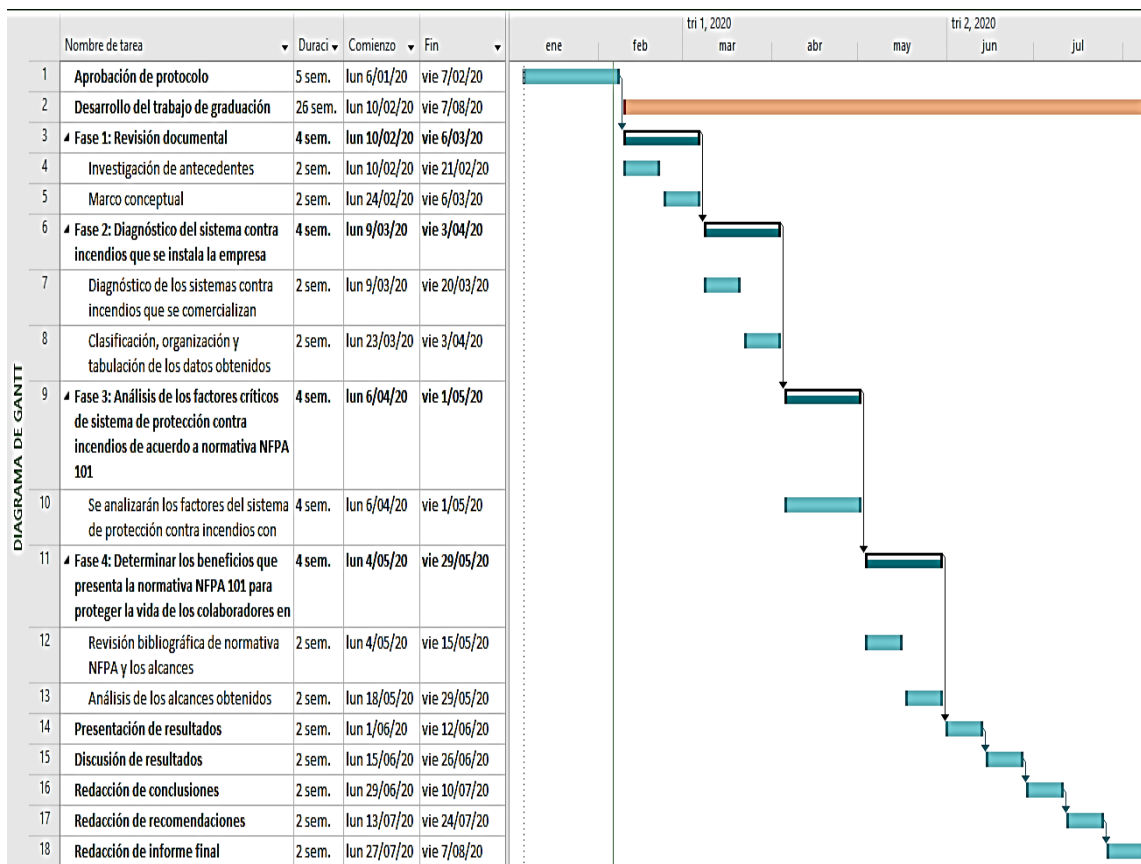
## **10.2. Análisis de contenidos**

Se utilizará toda la información obtenida a través de las técnicas aplicadas en el proceso de investigación, la que se interpretará y se someterá a análisis que permitirá la interpretación de los contenidos y facilitará la presentación de manera descriptiva, utilizando recursos tecnológicos como el software Microsoft Word.

## 11. CRONOGRAMA

Las actividades programadas para ejecutar después de la aprobación del protocolo se presentan en el cronograma siguiente:

Figura 1. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## **12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

La factibilidad del estudio depende de la disponibilidad de los recursos que son necesarios para realizar el estudio.

### **12.1. Recursos necesarios**

De acuerdo a la planificación y a la metodología que se desarrollará, se toma en cuenta el recurso humano, los materiales, servicios, equipo a utilizar y los recursos monetarios, los que harán posible realizar el estudio.

#### **12.1.1. Humanos**

Lo conforman las personas involucradas directamente en el proceso de investigación: encargado de ventas e instalación de sistemas de seguridad de la empresa, estudiante que realizará el estudio y asesor de trabajo.

#### **12.1.2. Materiales**

Comprende útiles de oficina, equipo y servicios necesarios para desarrollar el estudio, siendo estos:

##### **12.1.2.1. Útiles de oficina**

Hojas de papel bond tamaño carta, bolígrafos, folders, ganchos y tinta para impresora.

### **12.1.2.2. Equipo**

El equipo necesario para desarrollar la investigación lo compone computadora, impresora y teléfono.

### **12.1.2.3. Servicios**

Los servicios considerados son: servicio telefónico, internet y transporte.

### **12.1.3. Monetarios**

El recurso monetario comprende el financiamiento total para desarrollar el estudio, este se presenta a continuación en la tabla III. Presupuesto y tabla IV. Desglose del presupuesto.

Tabla III. Presupuesto

| Concepto                                     | Cantidad | Precio unidad Q | Precio total Q   |
|--|----------|-----------------|------------------|
| <b>Recursos humanos</b>                      |          |                 |                  |
| Honorarios asesor(aporte del estudiante)     | 1        | 2 500,00        | 2 500,00         |
| Honorarios estimados (aporte del estudiante) | 4        | 1 200,00        | 4 800,00         |
| <b>Recursos materiales</b>                   |          |                 |                  |
| Hojas de papel bond (resmas)                 | 1        | 50,00           | 50,00            |
| Bolígrafos                                   | 5        | 2,00            | 10,00            |
| Folders                                      | 5        | 1,00            | 5,00             |
| Ganchos para folder                          | 5        | 1,00            | 5,00             |
| Tinta para impresora (frascos)               | 4        | 20,00           | 80,00            |
| <b>Equipo</b>                                |          |                 |                  |
| Alquiler de computadora                      | 2        | 100,00          | 200,00           |
| Alquiler de impresora                        | 2        | 100,00          | 200,00           |
| <b>Servicios</b>                             |          |                 |                  |
| Recarga telefónica                           | 4        | 100,00          | 400,00           |
| Internet                                     | 4        | 100,00          | 400,00           |
| Transporte                                   | 10       | 75,00           | 750,00           |
| <b>Imprevistos</b>                           | 1        | 2 000,00        | 2 000,00         |
| <b>Total Q.</b>                              |          |                 | <b>11 400,00</b> |

Fuente: elaboración propia.

El recurso monetario total para la realización del estudio en moneda nacional es de Q 11 400,00.

Tabla IV. **Desglose del presupuesto**

| <b>Financistas</b>                          | <b>Rubros</b>       | <b>Total Q.</b> | <b>Gran total Q.</b> |
|---|---------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Empresa objeto de estudio</b>            | Recursos materiales | 150,00          | <b>2 950,00</b>      |
|   | Equipo              | 400,00          |                      |
|   | Servicios           | 400,00          |                      |
|   | Imprevistos         | 2 000,00        |                      |
| <b>Estudiante que desarrolla el estudio</b> | Recursos humanos    | 7 300,00        | <b>8 450,00</b>      |
|   | Servicios           | 1 150,00        |                      |

Fuente: elaboración propia.

La tabla IV. muestra el financiamiento que brindará la empresa con un monto de Q 2 950,00 y el aporte del estudiante que realizará el estudio que corresponde al rubro de recursos humanos u honorarios estimados para el periodo que durará la investigación y honorarios del asesor, servicio de teléfono y transporte con un total de Q 8 450,00 siendo el financiamiento mixto.

## **12.2. Factibilidad**

Se considera que el proceso de investigación es factible porque se cuenta con la aceptación y el apoyo de la empresa, quien asumirá el financiamiento de los rubros correspondientes a recursos materiales, equipo y servicio de internet.



### 13. REFERENCIAS

1. Álvarez, E. D. (2014). Certificación de cumplimiento de NFPA 101. *Journal en español*. Recuperado de <https://www.nfpajla.org/archivos/edicion-impres/alarma-deteccionsenalizacion/605-certificaciondecumplimiento-de-nfpa-101>
2. Anchundia, F.; Nieto A. y Ocaña, E. (2012). *Diseño de un sistema de protección contra incendios en una planta envasadora de gas licuado de petróleo*. (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus Gustavo Galindo V. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de [https://www.academia.edu/33834906/Diseno\\_de\\_un\\_Sistema\\_de\\_Proteccion\\_Contra\\_Incendio\\_en\\_una\\_Planta\\_Envasadora\\_de\\_Gas\\_Licuado\\_de\\_Petroleo](https://www.academia.edu/33834906/Diseno_de_un_Sistema_de_Proteccion_Contra_Incendio_en_una_Planta_Envasadora_de_Gas_Licuado_de_Petroleo)
3. Barreto, N. (2013). *Diseño de un sistema contra incendio para una empresa productora de cereales*. (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus Gustavo Galindo V. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://www.sobreincendios.com/invitados/dise%C3%B1o-de-sistema-contraincendios/>
4. Bestraten, B.; Guardino, S. e Iranzo, G. (2011). *Seguridad en el trabajo*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/599872/Seguridad+en+el+trabajo/e34d1558-fed9-4830-a8e3-b0678c433bb1>

5. Blanco, J. y Maya, J. (2005). *Fundamentos de salud pública, Tomo II, administración de servicios de salud*. Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/380776751/Administracion-de-servicios-de-salud-Escrito-por-Jorge-Humberto-Blanco-Restrepo-Jose-Maria-Maya-Mejia-pdf>
  
6. Bósquez, F. (2013). *Diseño de un sistema contra incendios con base en la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana ADELCA C.A.* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2694/1/85T00253.pdf>
  
7. Dordelly, O. y Campos E. (2010). *Diseño de un sistema de protección contra incendios para la dirección de tecnología, información y comunicación de la Universidad Central de Venezuela*. (Tesis de licenciatura). Universidad Central de Venezuela, Venezuela. <https://www.google.com/search?ei=xJRRX5bJJ4jX5gKG2Yr4BA&q=tesis+de+campos+Dise%C3%B1o+de+un+sistema+de+protecci%C3%B3n+contra+incendios+para+la+direcci+de+la+Universidad+Central+de+Venezuela.+doderly&oq=tesis+de+campos>
  
8. Escobar, N. (2013). *Propuesta de diseño para el sistema de combate contra incendios del edificio del Instituto de Fomento Municipal, INFOM*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_365\\_1\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_365_1_C.pdf)

9. Esono, P. (2015). *Sistema de protección contra incendios de un parque de almacenamiento de líquidos petrolíferos*. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de <http://oa.upm.es/33884/1/TFM-SPCIncendios-PLLE-FEB2015.pdf>
10. Gobierno de Guatemala, Organismo Ejecutivo, Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala. (2014). *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas*. Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Guatemala: Autor.
11. González R, O. (2010). *Homologación en sistemas contra incendios N° 29/73 ISO 9001:2000 Certificado ENAC 7198*. España: Goextín S.L. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/31013610/Manual-Basico-de-Sistemas-Contra-Incendios>
12. Grupo TAS Corp. (2019). *Sistemas contra incendios*. Recuperado de <https://www.tas-seguridad.com/sistemas-contra-incendios/>
13. Grupo Novelec. (20 de junio, 2019). *Cómo trabajan los instaladores de sistemas de protección de incendios*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blog.gruponovelec.com/seguridad/como-trabajan-los-instaladores-de-sistemas-de-proteccion-de-incendios/>
14. Instituto Norteamericano de Normalización. ANSI. (2004). *Norma ANSI UL Standard for Carbon-Dioxide Fire Extinguishers*. Recuperado de <https://www.honeywellsafety.com/Supplementary/...and.../21514.asp>

15. Lavado, F. (2015). *Análisis del sistema de protección contra el fuego y propuestas de mejoras para la biblioteca pública municipal de Valdivia, región de Los Ríos*. (Tesis de licenciatura). Universidad Austral de Chile, Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfci392a/doc/bmfci392a.pdf>
16. Luna, E. (2016). *Diseño de un sistema de protección contra incendios para el teatro de Bogotá de la Universidad Central*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/19624/LunaRiveraEddieMauricio2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. Mendoza, L. (2014). *Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel 85 unidad minera Toquepala*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Callao, Perú. Recuperado de [http://repositorio.unacedu.pe/bitstream/handle/UNAC/340/LeslyEdith\\_Tesis\\_titulo profesional\\_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unacedu.pe/bitstream/handle/UNAC/340/LeslyEdith_Tesis_titulo profesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
18. Molano, A. y Rodríguez, L. (2017). *Diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA y la NSR-10*. (Tesis de licenciatura). Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6037/1/MolanoJeisonRodriguezLuis2017.pdf>

19. Moncada, J. A. (2018). La historia de NFPA 1. *NFPA Journal en español*. Recuperado de <https://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/1130-la-historia-del-nfpa-1>
20. Moncada, J. A. (2019). La historia del código de seguridad humana. *NFPA Journal en español*. Recuperado de <https://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/1082-la-historia-del-codigo-de-seguridad-humana>
21. Moncada, J. A. (2019). Aplicando los Códigos y Normas de la NFPA en Latinoamérica: Fiabilidad, eficacia y costo-beneficio en sistemas contra incendios. *Journal en español*. Recuperado de <https://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/415-fiabilidad-eficacia-y-costo-beneficio-en-sistemas-contra-incendios>
22. National Fire Protection Association NFPA 2001. (2014). *Norma para Sistemas de Extinción de Incendios Especiales edición 2012*. Recuperado de [https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion\\_Normativa/2012/Ficheros/FDN\\_pdf](https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion_Normativa/2012/Ficheros/FDN_pdf)
23. National Fire Protection Association NFPA 291. (2014). *Norma para Hidrantes y Clasificación*. Recuperado de [https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion\\_Normativa/Ficheros/FDN\\_pdf](https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion_Normativa/Ficheros/FDN_pdf)
24. National Fire Protection Association NFPA 704 (2014). *Código que explica el diamante de fuego*. Recuperado de [https://www.insst.es/Inshtweb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion\\_Normativa/Ficheros/FDN\\_19.pdf](https://www.insst.es/Inshtweb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion_Normativa/Ficheros/FDN_19.pdf)

25. National Fire Protection Association NFPA 10-2007. (2016). *Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios*. Recuperado de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA10.pdf>
26. National Fire Protection Association NFPA 101. (2016). *Código de Seguridad Humana. Traducido y editado en español bajo licencia de la NFPA, por el Instituto Argentino de Normalización*. Recuperado de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA-101>
27. Organización Internacional del Trabajo. Publicaciones y herramientas técnicas (2012). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. España: OIT. Recuperado de [https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS\\_162039/langes/index.htm](https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_162039/langes/index.htm)
28. Ruíz, O. (2016). *Sistemas hidráulicos de protección contra incendios, diseño, construcción, operación y mantenimiento*. (Tesis de maestría). Universidad de Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/467/1/Ruiz%20T%C3%A9lez%20Oscar%20Javier%20-%202016.pdf>
29. Salinas, B. R. (2014). *NFPA y su historia: brigadas de emergencia*. Monterrey, México: Brigadas de Emergencia. Recuperado de <https://brigadasde.emergencias.wordpress.com/que-es-la-nfpa-y-su-historia/>

30. Torres, M. (2016). *Propuesta para la implementación de un sistema contra incendios para la fábrica de embutidos la cuencana*. (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21206/1/TESIS%20FINAL%20M.%20TORRES%20APA.pdf>
  
31. Villafuerte, E. J. (27 de julio, 2019). *Sistemas de protección contra incendio y una sección de termografía. NFPA 101-2018*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://eduardovillafuerteblog.wordpress.com/2019/06/28/cambiosennfpa1012018>





## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Guía de observación directa

|   |
|---|
| <b>Objetivo de la guía:</b> identificar los componentes del sistema contra incendios.   |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Panel central.</li><li>2. Estaciones manuales.</li><li>3. Alarma estroboscópica.</li><li>4. Alarma de alto decibelaje.</li><li>5. Alarma modular.</li><li>6. Detectores de humo.</li><li>7. Detectores de temperatura.</li><li>8. OSID.</li><li>9. Vesda.</li><li>10. Rociadores.</li><li>11. Gabinetes contra incendios.</li><li>12. Extintores.</li><li>13. Hidrantes con tomas para bomberos.</li></ol> |

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. **Guía de entrevista**

Lugar \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Hora de inicio \_\_\_\_\_ Hora de finalización \_\_\_\_\_

**Objetivo de la entrevista:** obtener información para el diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa.

### **Interrogantes**

1. ¿Qué factores considera que hace que los empresarios no confíen en los sistemas de seguridad contra incendios?
2. ¿Cuál es la importancia de fortalecer un programa de seguridad ocupacional con la implementación de un sistema contra incendios?
3. ¿Qué códigos adicionales a NFPA 101 considera que se debe agregar al sistema de protección contra incendios?
4. ¿Qué factores se debe considerar para la confiabilidad en un sistema de protección contra incendios?
5. ¿Cuál es el promedio de clientes que no acepta la instalación del sistema que ofrece la empresa?

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 3. Guía de revisión documental

### Guía de revisión a documentos de la empresa

**Objetivo de la guía:** conocer los factores que la empresa toma en cuenta en la instalación del sistema contra incendios.

#### 1. Análisis de alarma y detección

- Planos en AutoCAD en 2D y 3D
- Áreas a cubrir
- Sistema productivo de la empresa
- Categorización de riesgos
- Determinar tipo de detección
  - ✓ Detección puntual
    - Detector de calor
    - Detector de humo
  - ✓ OSID
  - ✓ Vesda
- Distribución de dispositivos
- Selección del tipo de alarma
  - ✓ Determinar Decibeles en los diferentes ambientes

#### 2. Análisis hidráulico

- Planos en AutoCad 2D y 3D.
- Áreas a cubrir
- Tipo de rociador
  - ✓ Upright
  - ✓ Pendent
  - ✓ Sidewall
- Ubicación de gabinetes contra incendios
- Análisis de la capacidad de la bomba contra incendios
- Ingeniería del cuarto de bombas
- Hidrantes

#### 3. Complementos

- Tubería
- Equipo mecánico.
- Otros

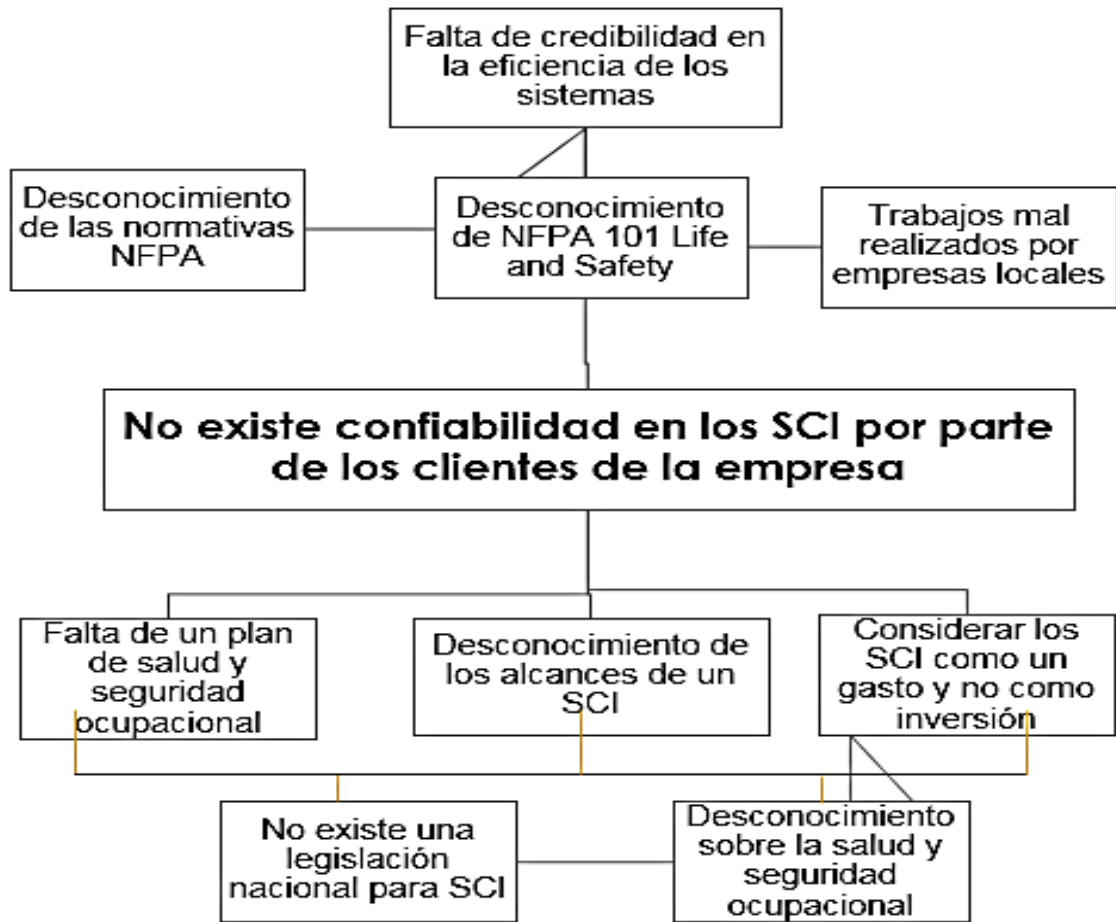
Fuente: elaboración propia, empleando norma NFPA 101.

#### Apéndice 4. Matriz de coherencia

| Título de Investigación  | Problema de investigación   | Preguntas de investigación  |  | Objetivos  |
|--|---|---|--|--|
|  |   | Central   |  | General  |
| Propuesta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad. | No existe confiabilidad en los SCI por parte de los clientes de la empresa<br><br>La solución planteada se enfoca en lograr la credibilidad en los sistemas contra incendios y su importancia para la salud y seguridad ocupacional, tomando como base NFPA 101 | ¿Cómo el modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios basados en la normativa NFPA 101, optimizará la protección a la salud y seguridad ocupacional en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad?  |  | Proponer un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistemas de seguridad.   |
|  |   | Auxiliares  |  | Específicos  |
|  |   | <p>1. ¿Cuál es la situación de los sistemas de protección para la salud y seguridad ocupacional que instala la empresa?</p> <p>2. ¿Cuáles son los factores críticos que están considerados en el sistema de protección contra incendios que instala la empresa para proteger la salud y seguridad ocupacional?</p> <p>3. ¿Cuál es el valor agregado al implementar un sistema contra incendios basado en normativas NFPA 101?</p> |  | <p>Realizar un diagnóstico del sistema contra incendios que instala la empresa.</p> <p>Analizar los factores críticos del sistema de protección contra incendios de acuerdo al sistema de salud y seguridad ocupacional basado en la normativa NFPA 101.</p> <p>Determinar los beneficios que presenta la normativa NFPA 101 para proteger la vida de los colaboradores en los puestos de trabajo.</p> |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.

