



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN  
DE LOS EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE ATENDER EMERGENCIAS DE  
INCENDIOS**

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor**

Víctor Hugo Robles Agama

**Tutor**

Ing. Alexis Suarez del Villar Labastida Msc.

QUITO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Víctor Hugo Robles Agama declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE ATENDER EMERGENCIAS DE INCENDIOS”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 30 días del noviembre de 2022, firmo conforme:

Autor: Víctor Hugo Robles Agama

Firma:

Número de Cédula: 1722692702

Dirección: Pichincha, Quito, Carcelén.

Correo Electrónico: victorfire04@outlook.com

Teléfono: 0987433286

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CORRECTA DESCONTAMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE ATENDER EMERGENCIAS DE INCENDIOS” presentado por Víctor Hugo Robles Agama, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 30 noviembre de 2022

.....  
Ing. Alexis Suarez del Villar Labastida MSc.

C.I: 1756429971

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 30 noviembre de 2022

.....

Víctor Hugo Robles Agama  
17222692702

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CORRECTA DESCONTAMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE ATENDER EMERGENCIAS DE INCENDIOS” previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 23 de febrero de 2023

.....  
MSc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....  
MSc. Juan Joel Segura D´Rouville

VOCAL

.....  
MSc. Jacqueline Del Pilar Villacís Guerrero

VOCAL

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a quien hace posible que día a día siga creciendo como persona y profesional con ganas de superarme gracias a su ejemplo valioso que me ayudan a seguir adelante durante mi vida, a mis padres que con su apoyo hicieron la persona que soy ahora.

A mis hermanos, abuelos, familiares que, con sus frases de motivación, consejos con su gratitud me daban esas fuerzas para seguir en este camino de titularme como ingeniero.

A las personas que con gran cariño en el transcurso de mi carrera me supieron apoyar, guiar y estar en los buenos y malos momentos también son partícipes de que no haya decaído y siga con esfuerzo en este largo proceso de estudios. Con cariño JNPM.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la vida y darme este corazón fuerte para no rendirme ante cualquier obstáculo por permitirme tener cerca a mis seres queridos, a los profesores, que no se guardaron la información, sino que compartieron todas las guías para poder ser un profesional de calidad, a mi tutor que con sus consejos llevaron a la culminación de esta investigación.

Finalmente, una gratitud a mí que, aunque no fue fácil estudiar dos carreras a la vez supe organizarme para culminar con éxitos las dos, que esas malas noches y tantos escenarios que viví los supe sobrellevar con fuerza de carácter y apoyo de mis seres queridos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
CAPÍTULO 1 .....	15
INTRODUCCIÓN .....	15
Normas Americanas NFPA: .....	20
Normas nacionales:.....	25
Antecedentes.....	27
Justificación .....	30
Objetivo General.....	32
Objetivos específicos .....	32
CAPÍTULO II.....	33
INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	33
Diagnóstico de la situación actual del proceso.....	33
Matriz de ponderación .....	39
Método teoría de restricciones.....	44
Área de estudio .....	47
Modelo operativo.....	48
CAPÍTULO III .....	50
DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	50
Enfoque de la investigación.....	50
Modalidad de la investigación.....	51
Investigación de Campo .....	51
Bibliográfica- Documental .....	52
Tipo de Investigación .....	52
Descriptiva.....	52



Método.....	52
Técnica de Recolección de datos .....	53
Población .....	54
Tamaño de la Muestra .....	55
Unidad de Recolección de Información .....	55
Recolección de Información.....	56
Cálculo de Porcentajes.....	56
Tipo de censo.....	56
Cobertura del censo .....	56
Periodo de ejecución.....	57
Población .....	57
Procesamiento de información .....	57
Encuestas de investigación cuali-cuantitativa .....	57
Entrevistas de investigación cuali-cuantitativa.....	63
Datos de la entrevista.....	64
Discusión de resultados .....	65
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE ATENDER EMERGENCIAS DE INCENDIOS .....</b>	<b>70</b>
1. CONTROL DE REGISTROS GENERADOS .....	72
2. OBJETIVO.....	72
3. ALCANCE.....	72
4. RESPONSABLE.....	72
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	73
6. DEFINICIONES .....	73
7. DESARROLLO .....	75
Resultados esperados.....	79
Análisis financiero.....	80
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
Conclusiones.....	81
Recomendaciones .....	83
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	21
Tabla 2 .....	34
Tabla 3 .....	40
Tabla 4 .....	54
Tabla 5 .....	63
Tabla 6 .....	64
Tabla 7 .....	67
Tabla 8 .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 .....	16
Figura 2 .....	17
Figura 3 .....	19
Figura 4 .....	29
Figura 5 .....	35
Figura 6 .....	41
Figura 7 .....	42
Figura 8 .....	43
Figura 9 .....	48
Figura 10 .....	58
Figura 11 .....	59
Figura 12 .....	60
Figura 13 .....	61
Figura 14 .....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 .....	85
Anexo 2 .....	86
Anexo 3 .....	86
Anexo 4 .....	86
Anexo 5 .....	87
Anexo 6 .....	87
Anexo 7 .....	88
Anexo 8 .....	89
Anexo 9 .....	91
Anexo 10 .....	92
Anexo 11 .....	92

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y  
PRODUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE  
DESCONTAMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE  
ATENDER EMERGENCIAS DE INCENDIOS**

**AUTOR:** Víctor Hugo Robles Agama

**TUTOR:** Msc. Alexis Suarez del Villar Labastida

**RESUMEN EJECUTIVO**

El actual estudio tiene como finalidad, el diseño de un manual de procedimientos para la descontaminación de las prendas y equipos de bomberos luego de atender una emergencia de incendio estructural, se ha tomado como referencia las actuaciones del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito ya que es un referente que cuenta con estas actuaciones frente a estas emergencias. Debido a la falta de una muestra de un proceso para poder determinar una adecuada descontaminación de los EPP (equipos de protección personal), todos estos métodos se los realizara en base a las normativas nacionales INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) e internacionales americanas NFPA (National Fire Protection Association). Sin la apropiada limpieza de EPP se puede generar enfermedades a corto, medio y largo plazo en los combatientes de incendios, creando deficiencia en el personal de la entidad respondedora. El investigador propone la creación de un manual mediante el análisis de las emergencias de los respondedores a incendios, de las cuales existen evidencias de las afectaciones que tienen los colaboradores que actúan en este tipo de incidentes, debido a varias causas identificadas en el diagrama causa-efecto, destacando el manual de procedimientos. Simultáneamente se desarrolla un diagrama de flujo general del proceso del combatiente para verificar como se expone a los vapores tóxicos del ambiente del incendio para denotar el por qué es necesario descontaminarlo precisamente bajo las normativas existentes para este tipo de prendas, ultimando con la creación del manual bajo normativas americanas que identifican como se debe descontaminar y revisar las prendas para tener en cuenta si pueden seguir siendo operativas por el personal, este documento servirá de apoyo para implementar en los sitios que se acuda a responder estos eventos adversos que pueden cobrar vidas y pérdidas económicas para la empresa. Con su implementación se tiene la expectativa de mejorar el servicio en los procesos de descontaminación precautelando la salud de sus colaboradores.

**DESCRIPTORES:** Calidad, manual, descontaminación, INEN, NFPA.

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME: DESIGN OF A MANUAL OF DECONTAMINATION PROCEDURE  
OF FIRE TEAMS AFTER ATTENDING FIRE EMERGENCIAS**

**AUTHOR:** Víctor Hugo Robles Agama

**TUTOR:** Msc. Alexis Suarez del Villar Labastida

**ABSTRACT**

The purpose of the current study is the design of a procedures manual for the decontamination of firefighter clothing and equipment after attending a structural fire emergency, taking as reference the actions of the Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, since it is a reference that has these actions against these emergencies. Due to the lack of a record of a process to determine adequate decontamination of EPP (personal protective equipment), all these methods will be carried out based on the national INEN (Ecuadorian Institute of Standardization) and international American NFPA (National Fire Protection Association). Without the proper cleaning of EPP, short, medium and long-term illnesses can be generated in fire fighters, creating deficiencies in the responding entity staff. The researcher proposes to create a manual by analyzing the firefighters' emergencies, there is evidence of the effects of co-workers acting in this type of incident, due to several causes identified in the cause-diagram effect, emphasizing the procedures manual. A general outline of the outline of the combat process is also to verify how he is exposed to toxic vapors from the fire environment to denote why it is necessary to decontaminate precisely in accordance with the existing rules for this type of clothing, finalizing the manual under US regulations on how to decontaminated and examine clothing to determinate if it can to continue to be operational by personnel, this document will serve as support to implement in the places that go to respond to these adverse events that can take lives and economic losses for the company. With its implementation, it should improve service in the decontamination processes by taking care of the health of its staff.

**DESCRIPTORES:** Quality, manual, decontamination, INEN, NFPA.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Los manuales de procedimientos han sido una parte fundamental como instrumento en el que se apoya la organización para determinar la designación de sus recursos, con la delimitación de acciones y políticas que se deben seguir para llegar a cumplir con efectividad sus objetivos.

Se misión va a establecer la designación del recurso humano en el área específica de trabajo, con su buena nominación permite el progreso de la empresa; en su elaboración deben estar claras las funciones, normas que se deben cumplir en cada área de la empresa con los perfiles de ocupante del puesto y hasta donde debe llegar sus lineamientos.

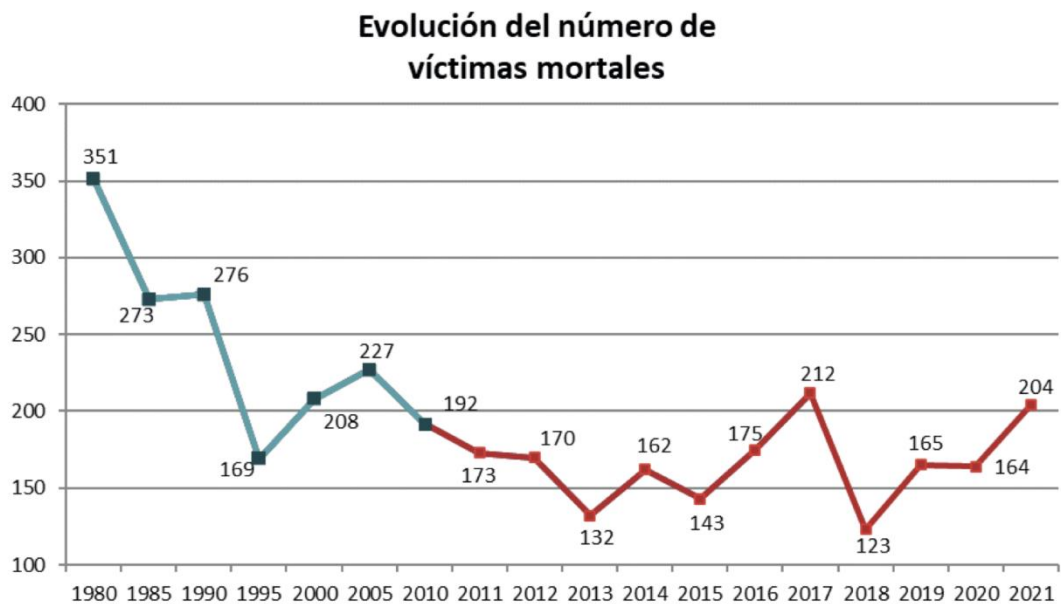
Sirviendo de ventaja el poseer un manual de procedimientos para acudir al puesto deseado y verificar sus obligaciones y tomar decisiones precisas teniendo seguimiento real de los pasos a implementar, teniendo un control interno, haciendo que se tenga una fácil comprensión. (Ramos Huancani, 2018)

En un análisis de estadísticas de incendios en el mundo España se encuentra entre los países con menos víctimas, se ha venido reduciendo desde 1979 las cifras de personas afectadas como se puede ver en la figura 1 de los países.

Las casusas más significativas par que se origine un incendio en una vivienda son por fallas en las conexiones eléctricas, seguido de dispositivos de calor como las chimeneas, basureros, continuando con los cigarrillos siendo la tercera causa en este contexto a nivel mundial.” El salón sigue siendo la dependencia de la vivienda en la que se origina el mayor número de incendios, seguido por el dormitorio y la cocina.” (Fundación MAFRE, 2017)

**Figura 1**

**Evolución de las víctimas mortales en incendios**



Nota: artículo técnico, Arlet Portal, 2022, Evolución de las víctimas mortales en incendios, obtenido de <https://cuadernosdeseguridad.com/2022/12/asciende-el-numero-de-fallecidospor-incendios-en-viviendas/>

En la figura 1 se puede evidenciar como ha ido en declive los accidentes en los incendios estructurales, esta reducción se aprecia con la implementación de normativas que regulen el espacio, campañas de prevención, aumento de bomberos. En 2021, se aprecia que se ha producido más de 127.600 fuegos o explosiones. De estos siniestros, casi 17.400 tuvieron lugar en viviendas. (Portal, 2022)

Y para reducir considerablemente estos acontecimientos y más aún las enfermedades que se pueden adquirir por los bomberos al combatir estos incidentes se han creado varios procedimientos para controlar estas afectaciones.

Como se evidencia los bomberos europeos específicamente en España se basan para elaborar sus procedimientos en la normativa NTP 45: Plan de emergencia contra incendios, en la esta norma no menciona algún proceder para realizar una descontaminación en el sitio o llegada a la base lo que supone que existen falencias en el cuidado de la salud del personal de bomberos. (NTP 45, 1983)

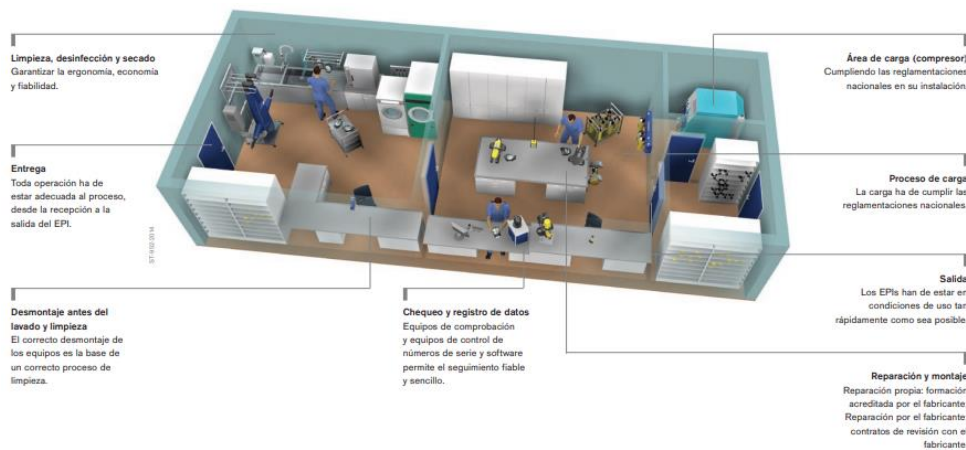


En el mundo existen varias normativas que sirven de apoyo para combatir incendios de clase estructural entre algunas se pueden mencionar las más conocidas como son: National Fire Protection Association (NFPA), Norma Europea (EN), Una Norma Española (UNE), La Confederación de Asociaciones de Protección contra Incendios de Europa (CFPA-Europa).

Existiendo una manual para de recomendaciones de la limpieza del EPP de la marca comercial Drager en donde se pueden apreciar los distintos métodos para descontaminar con sus pasos como se puede ver en la figura 3.

**Figura 2**

**Zonas del taller para la descontaminación**



Nota: Drager, Manual de Higienización de Equipos de Protección, 2015, obtenido de documento de sitio web de la marca comercial Drager.

De las distintas normativas para tener una base en los manuales de procedimientos en Latinoamérica se toma en cuenta las americanas NFPA ya que guardan un gran parecido en las características de edificación de esta región.

Considerando así a la normativa específica NFPA 1851: Selección, cuidado y mantenimiento del equipamiento de protección estructural, NFPA 1500: Programa de Seguridad y Salud Ocupacional y NFPA 1971: Norma sobre vestimenta protectora para combate de incendios estructurales y combate de incendios de proximidad; siendo estas

normas un apoyo para los cuerpos de bomberos en su proceder en la descontaminación y desarrollo de manuales de procedimientos.

La labor de extinguir incendios por parte de los bomberos en América se ve apoyada gracias a normativas americanas como son las NFPA ya que son las que más se adaptan por distinguir las características más asociables de las estructuras por ello se las toma en cuenta.

Tomando en cuenta la norma 1851, se puede destacar que tiempo nos dura un traje para el combate de incendios mismos que deben ser retirados al cumplir 10 años luego de revisar la fecha de fabricación en su etiqueta, recomendando que siempre luego de ser utilizado en labores de extinción de incendios estas prendas tengan su adecuado lavado y descontaminación al igual que mantener rutinas de inspección para garantizar su operatividad.

En base a la norma NFPA 1971 el fabricante menciona las caracterizas de las prendas mencionando cómo hacer su lavado como se puede ver en la figura 4 destinadas para bomberos de Latinoamérica en donde se comercializada las prendas de esta marca.

Figura 3

Manual de lavado EPP por la norma NFPA, 1971

**11. LAVADO, DESCONTAMINACIÓN Y DESINFECCIÓN**

**11.1 PELIGROS DE LAS PRENDAS SUCIAS POR QUÉ ES IMPORTANTE LAVAR Y DESCONTAMINAR**

Usted puede estar expuesto a muchas sustancias peligrosas en su trabajo. Estas sustancias pueden contaminar las prendas, y causarle daño una vez que las prendas toman contacto con su cuerpo. Esta sección le indicará cómo lavar y descontaminar sus prendas para reducir estos peligros.

**Contaminantes de rutina asociados a los incendios:** Muchos productos de combustión, incluso los hidrocarburos, los compuestos aromáticos polinucleares, los metales como el cadmio y cromo, los ácidos y la soda, son peligrosos para el bombero (ver Fig.14). Estas sustancias pueden quedar incrustadas en las fibras de las prendas, penetrar las capas interiores y entrar al cuerpo a través de la absorción, la inhalación, el contacto parenteral y la ingestión. Asimismo, los particulados y productos de combustión pueden minimizar la resistencia a las llamas de sus prendas y aumentar la capacidad de que éstas tienen para conducir la electricidad. Para reducir el riesgo de daño a largo plazo por debido a sustancias peligrosas presentes en los productos de combustión o químicos peligrosos, DEBE lavar sus prendas. SIEMPRE lávese bien las manos después de manipular o limpiar el equipo de protección.

**Químicos Peligrosos:** Si experimenta una exposición accidental o incidental a un químico peligroso, siga todas las precauciones de esta Sección para restringir la exposición y el riesgo de daño a usted mismo y otras personas. Debe regar con una manguera las prendas contaminadas en el terreno, para limitar la exposición adicional a químicos peligrosos, para reducir la exposición a otros, y para prevenir que los químicos se adhieran más a las prendas.

**ADVERTENCIA**  
Puede quedar algo de contaminación incluso después de emplear procedimientos de descontaminación y procesos de limpieza. La descontaminación y la limpieza no garantizan que la ropa y el equipo de protección estén 100% limpios de contaminantes. Consulte la norma NFPA 1851.

**Patógenos sanguíneos:** Sus prendas pueden ser expuestas a fluidos corporales que pueden contener patógenos sanguíneos. Los procedimientos de lavado descritos antes en esta sección reducirán el riesgo de infección de estos peligros.

**11.2 FRECUENCIA**

Limpie las prendas **al menos dos veces al año** o tan pronto como sea posible después de la exposición a productos de la combustión, así como también después de la exposición a humo, elementos contaminantes, sangre o fluidos corporales, o sustancias peligrosas.

**ADVERTENCIA**  
Siempre lave sus prendas separadas de otros ítems. Nunca lave sus prendas en casa o en lavanderías públicas para evitar la propagación de contaminación química o de productos peligrosos de combustión a otra ropa.

**ADVERTENCIA**  
Nunca use lavadoras de alta potencia y alta velocidad o mangueras a presión para lavar las prendas. Estas herramientas pueden dañar severamente a los componentes y las costuras.

**PELIGRO**  
Siempre use prendas **limpias** y absolutamente **secas** durante las operaciones en un incendio estructural. Las prendas sucias o contaminadas pueden ser combustibles y causarle serias quemaduras a su usuario.

**ADVERTENCIA**  
Para reducir el riesgo de daño a largo plazo debido a sustancias peligrosas presentes en los productos de combustión o químicos peligrosos, DEBE lavar sus prendas.

**ADVERTENCIA**  
Las sustancias y los productos químicos peligrosos presentes en el incendio pueden penetrar y ser absorbidos por sus prendas. Estas sustancias pueden entrar en el organismo por absorción, inhalación, contacto parenteral o ingestión. Limpie las zonas de la piel cercanas a las interfaces de la ropa y el equipo de protección con una toalla húmeda inmediatamente después de quitarse estos elementos. Dúchese con agua y jabón dentro de la hora subsiguiente a un incidente en el que podría haberse producido una exposición.  
Consulte la norma NFPA 1500, sección 14.5.3.1

29



Nota: [www.LIONprotects.com](http://www.LIONprotects.com), guía de instrucción, seguridad y capacitación para el usuario, 2021, obtenido de <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3475623/User%20Guides/Structural%20Turnouts%20Spanish.pdf>

En Ecuador se han adoptado las NFPA, han servido de eje principal para adquirir los conocimientos primordiales para contrarrestar estos incidentes o tomar como referencia e implementar en su normativa nacional como son las INEN.

Para tomar en cuenta la descontaminación en este tipo de escenarios, se ha visto prudente a una organización que se encarga de la extinción de incendios desde hace 79 años, la cual servirá de referencia para el análisis del diseño de este manual, en El Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito se ha realizado algunos modelos para

la descontaminación de prendas, pero netamente del procedimiento de incendios no existe; es una organización que de forma técnica tiene la misión de servir a su comunidad mediante la prevención y extensión de incendios, operaciones de búsqueda, rescate y salvamento ante desastres naturales y antrópicos, para salvar las vidas y bienes de la comunidad, por lo que es necesario implementar este manual para apoyo en salvaguardar la vida de sus combatientes. (Bomberos Quito, S.F)

Como parte de la investigación se presentan las normas americanas creadas en Estados Unidos de las cuales son acogidas por los bomberos y todo el personal que combate incendios en toda América estas recomendaciones son acogidas por los bomberos de América latina sirven para tener base en sus procedimientos de actuación y en sus manuales de procedimientos ya que en América del Norte se tienen ciertas edificaciones y varias características que son muy parecidas en América del Sur y han servido en las operaciones bomberiles.

De igual manera en esta ocasión se realiza este manual en base a las normas NFPA, de las cuales se verán los puntos más apropiados para tener una mejor idea de la conformación de este manual de descontaminación de equipos de bomberos.

#### **Normas Americanas NFPA:**

##### **NFPA 471**

Según la norma (NFPA 471, 2002) en su título Práctica recomendada para responder a incidentes con materiales peligrosos, existe un apartado para la descontaminación y menciona que se trata de acciones que se puede realizar de forma física o química para reducir los índices de contaminación en las personas o equipos.

En donde se puede destacar que dentro de sus puntos de la descontaminación describe los factores que influyen en que tanto se puede contaminar como con:

Tiempo de exposición

Concentración de los productos en el ambiente

Distancia al sitio contaminado

Sitio ventilado o confinado

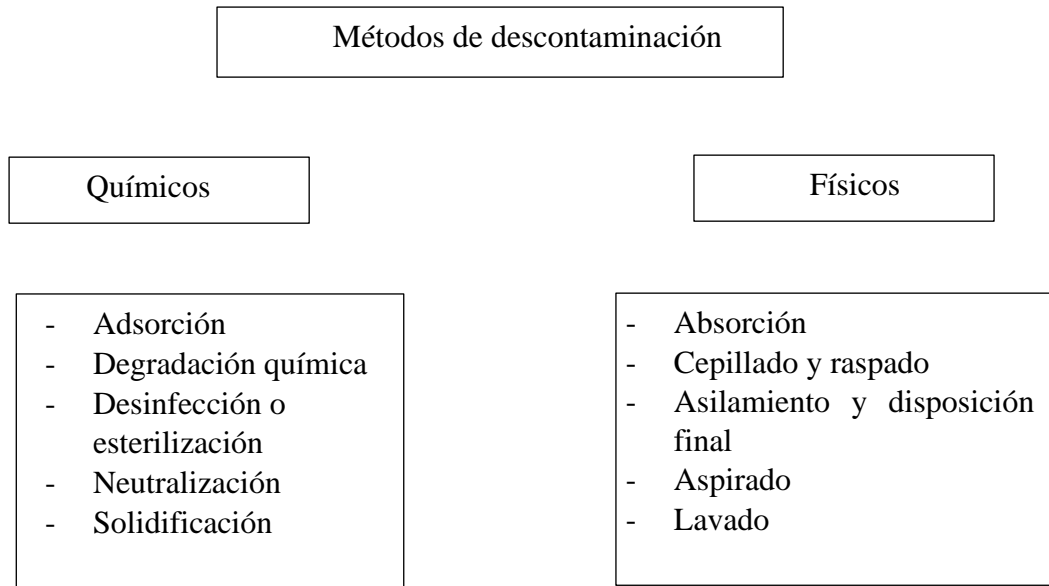
Siendo estos los más relevantes para determinar el grado de contaminación de la persona y/o equipos.

Para la descontaminación en este tipo de escenarios que no interfieren materiales peligrosos, pero si productos de la combustión que pueden afectar y contaminar, se toma como referencia esta norma para saber que métodos de descontaminación se pueden usar para poder usar e implementar en el manual a realizar.

Entonces se pueden resolver las siguientes acciones para tomar en cuenta:

### Tabla 1

Métodos de descontaminación



Nota: tomado de NFPA 471 2002, métodos de descontaminación.

### Método de prevención

Mejore las prácticas de trabajo con el fin de minimizar al máximo la exposición y contacto con el material peligroso.

De ser posible y de acuerdo a la emergencia, trate de utilizar equipos de protección y herramientas desechables.

Luego de verificar estos criterios para la descontaminación se ha determinado que para estos escenarios de incendios estructurales si bien se tienen varios productos en el incendio se va a realizar un método físico en el cual dependerá del nivel de exposición tiempo y concentración en el ambiente.

Entonces se procederá para este tipo de emergencias a realizar de la siguiente manera:

#### Nivel 1

Realizar un cepillado y raspado para un nivel 1 de contaminación, un lavado con detergentes neutros (pH 6.5 – 7.5), limpieza con paños absorbentes, agua por las mangueras y presión de la unidad contra incendios, colocar EPP en fundas para contaminados para su limpieza exhaustiva en la estación o base de llegada usando productos y métodos dictados por el fabricante. El combatiente del incendio deberá contar con una maleta de contingencia en donde tenga su ropa de cambio.

#### Nivel 2

Cepillado, limpieza con paños absorbentes, agua pulverizada con mangueras y presión de la unidad contra incendios, usar detergente neutro (pH 6.5 – 7.5) este para realizar un mayor cepillado con la presión de las mangueras, colocar partes del EPP más expuestas (guantes, botas, mangas y bastas) en fundas para contaminados para su limpieza exhaustiva en la estación o base.

### Nivel 3

Cepillado, limpieza con paños absorbentes. Este método es dirigido a personal que realiza labores de comandante del incidente y otros que no tienen contacto con herramientas y se encuentran en un rango fuera del incendio con buena visibilidad del incidente (comunicación social, sistema de comando de incidentes), pero están expuestos a productos de la combustión como vapores y cenizas del ambiente.

El personal que realice la descontaminación deberá estar bien equipado con su EPP contra incendios y posterior a ellos se realizará una descontaminación nivel 2.

### NFPA 1500

Por otro lado, la (NFPA 1500, 2021) que es la Norma sobre programas de seguridad y salud ocupacional para departamentos de bomberos, en su capítulo 7 sección 7.2 menciona vestidos de Protección para Combate de Incendios Estructurales, en el cual menciona como deben ser las prendas de bomberos de incendios estructurales siendo el complemento la norma NFPA 1851.

Entonces en esta norma se puede obtener información de cómo debe ser la prenda para que se pueda ingresar a la extinción del incendio si no posee las características descritas no se garantiza una adecuada protección.

### NFPA 1851

Como otra referencia la norma (NFPA 1851, 2020) como su norma lo dice Selección, cuidado y mantenimiento del equipamiento de protección estructural, hace mención en los cuidados que se debe tener con las prendas de combate de incendios estructurales.

En uno de sus puntos destacados acogidos para elaborar el manual se tiene los siguientes puntos:

- Revisar la etiqueta del EPP antes de lavarlo.
- Documentar a que estuvo expuesto, horas de trabajo, fecha, nombre de dueño, número de lavado.
- Para lavar el EPP estructural se debe separar sus capas.
- Usar lavadoras especializadas en estos trajes no las domesticas.
- No usar lavado en seco.
- Usar detergentes con pH neutro (6.5 – 7.5).
- Temperatura del agua no mayor a 40°C y secar en la sombra.
- Si un traje ha sufrido una contaminación química, biológica o radiológica, debe ser prontamente separado y descontaminado. Si este procedimiento no fuera exitoso, debe inmediatamente retirarse de sus funciones y ser destruido.
- En caso de contaminación patológica, se la norma menciona manejar de 0,5% a 1% de Lisofor (desinfectante en forma líquida que elimina bacterias) o una concentración entre 3% a 6% de peróxido de hidrógeno.

Estas consideraciones de la norma han servido para realizar los niveles de descontaminación propuestos para el manual a realizar.

#### NFPA 1971

En cambio la (NFPA 1971, 2018) es la norma sobre Vestidos o trajes de protección para el combate de incendios estructurales y de aproximación al fuego, indica la selección del EPP adecuado de acuerdo a la necesidad del trabajo, especificando las pruebas en las prendas, características de sus resistencia al fuego y otros factores que pueden dañar el equipo en el incendio, también los requisitos que debe cumplir para que sea considerada una prenda de combate de incendios, uso correcto, inspección, cuidados.



Es decir, esta norma va a estar descrita en la etiqueta de la prenda, indicando que cumple con los requisitos de la norma NFPA 1971 considerando así apta para el uso en incendios de este tipo que se necesita en incendios estructurales, entonces podemos decir que es necesaria la norma para que de esta forma se pueda usar métodos de descontaminación acorde a las recomendaciones que debe tener la prenda en su limpieza para no afectar sus propiedades.

#### NFPA 1710

Por último, la (NFPA 1710, 2020), es la norma para la Organización y Despliegue de Operaciones de Extinción de Incendios, Operaciones Médicas de Emergencia y Operaciones Especiales al Público por Departamentos de Bomberos de Carrera, en la que indica los recursos necesarios para realizar las operaciones de extinción de incendios, los tiempos de respuesta, personal adecuado en los diferentes escenarios, que recursos se necesitarían en cada ambiente.

Sirve de ayuda para establecer los recursos tanto de personal como de vehículos y equipos en el sitio de emergencia y de esta forma tener la idea real de cuantas personas necesitaran una descontaminación luego del incendio.

#### **Normas nacionales:**

##### INEN 2266

En la norma ecuatoriana INEN 2266, se menciona en el capítulo 6 desde el apartado 6.1.1.3 algunas especificaciones muy genéricas a manera de recomendación al momento de manipular un material peligroso, pero no hace referencia netamente para un equipo de bombero, existiendo un vacío muy grande para poder tomarlo como referencia.

Tomando en cuenta este vacío es necesario contar con un manual donde se pueda integrar las normas que si describen lo necesario para descontaminar.

## **Antecedentes**

En el Ecuador se han registrado varios incidentes en los que los respondedores usan varios métodos para controlar el incendio pero que en su lucha terminan impregnados en sus equipos con productos contaminantes que al corto medio y largo plazo generan afectaciones a su salud.

Existen personas en las empresas que se capacitan para intervenir en caso de incendio, pero los que en su mayoría los extinguen son los bomberos es por ello que, se los tomara en cuenta para la revisión de la contaminación expuesta y las posibles afectaciones.

En algunos cuerpos de bomberos se ha realizado la implementación de un manual de procedimientos para solventar las afectaciones que adquieren su personal de bomberos en la sofocación de incendios, pero aún existen algunos manuales en la localidad (Quito) que se encuentran a medias ya que solo mencionan las actuaciones al momento de extinguir el incendio y finalizan con el retorno a la base sin aludir a la descontaminación.

Por mencionar en El Benemérito Cuerpo De Bomberos de Guayaquil tienen una manual exclusivo de la descontaminación distintiva de cada prenda del EPP como parte de la revisión de rutina en la estación, mientras que en el Cuerpo De Bomberos Del Gobierno Autónomo descentralizado Municipal Del Cantón Riobamba mencionan a sus procedimientos de sofocación del incendio más no a sus actuaciones luego de atender el incidente haciendo mención en retorno a la estación sin realizar algún otro paso de descontaminación.

El manual que va a estar enfocado a Bomberos Quito es una institución que procura mantener la protección de la vida y los bienes, realiza operaciones ante estos eventos adversos, apoyados con personal técnico, con soluciones tecnológicas dentro de un marco de mejora continua.

Dentro la misión que tienen los bomberos en sus labores diarias pues están expuestos a un sin número de afectaciones a su salud, ya que al combatir los incendios de carácter estructural existen gases, partículas producto de la combustión que se impregnan en su equipo de protección personal que al culminar las actividades y llegar a su base no se realiza una adecuada descontaminación de estos productos que suponen enfermedades en algunos casos silenciosas.

Inclusive este manual sirve de base para sitios que cuentan con brigadas contraincendios para que puedan actuar post emergencia y precautelar la vida y salud.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2007 se anexo a los trabajos de los bomberos en extinción de incendios en su lista de agentes cancerígenos en la categoría 2B la cual menciona la posibilidad cancerígena en humanos, ya que existen gases de la combustión que se impregnan en los trajes que luego del incendio que en ese momento no se toman en cuenta mucho menos al llegar a su estación y no son lavados ni descontaminados sino hasta mucho después, es por ello necesario su descontaminación en el sitio del incidente.

Por mencionar algunas afectaciones están: las enfermedades cardiovasculares, cáncer, afectaciones a la vía respiratoria, al sistema nervioso, estrés, entre otras.

En este análisis un manual para solventar esta necesidad sería de gran aporte en la organización para mantener la salud y la vida de sus integrantes tomando mejores acciones o incluyendo nuevas en sus labores diarias de extinción de incendios, acompañado de las adecuadas formas de descontaminación.

**Figura 4**

*Diagrama causa efecto de un incendio estructural*



Elaborado por: Víctor Robles

De acuerdo con la Figura 4, al no cumplir con las normas para descontaminar las prendas luego de combatir incendios estructurales los bomberos puedan llegar a contaminar a otras personas, zonas de la estación o en su hogar.

El contacto directo con los productos de la combustión al extinguir el incendio produce que se adquieran enfermedades por la inhalación, absorción por la piel o por vía ocular, manifestaciones que se darán en corto medio o largo plazo en el trayecto de su vida bomberil.

Cuando se retiren las prendas de bomberos y sin descontaminar como se debe, están teniendo contacto aun con el contaminante persistente que, sin darse cuenta al pasearse por el perímetro sin lavarse las manos sin descontaminar adecuadamente, van a generar contaminación por toda el área que pasen, afectando a más personas, tener conocimiento de que acciones tomar de inicio a fin en el combate de un incendio estructural, hará que se guarde la salud del bombero y tener un mejor estilo de vida.

## **Justificación**

Contar con un manual que disponga las acciones que se deben realizar después de las operaciones en un incendio estructural con respecto a una adecuada descontaminación es importante para el resguardo de la vida de los colaboradores, quienes son los responsables de efectuar con eficiencia el servicio de extinción del incendio.

En cualquier empresa en donde se cuente con personal que pueda extinguir un incendio, posean equipos de protección personal y toda persona capacitada en este aspecto es necesario que se tenga conocimiento de las exposiciones que se tiene por estar presentes cerca de la combustión y su gases; las organizaciones locales no cuentan con un documento que mencione las labores a realizar para tener una adecuada descontaminación luego de combatir un incendio estructural, por lo que al llegar a la estación de bomberos o base de la empresa los equipos de protección personal no son descontaminados teniendo afectaciones a la salud a corto medio y largo plazo, al tener estas buenas prácticas de descontaminar su traje el impacto se verá reflejado en minimizar las enfermedades adquiridas por tener estos trajes contaminados.

Por lo que este manual servirá de utilidad para saber qué acciones de descontaminación se deben realizar en sus equipos y que se encuentren en óptimas condiciones para que no sufran padecimientos a su salud, mejorando sus costumbres para tener un mejor estilo de vida.

Al poseer este manual se beneficiarán directamente no solo para personal de bomberos sino para empresas que les toque afrontar eventos de esta magnitud y que

puedan tener una buena descontaminación en su lugar de trabajo, y sea un referente para otros cuerpos de bomberos de Ecuador y Latinoamérica.

Existen normativas que recomiendan como hacer el lavado de las prendas es por ello por lo que al elaborar este manual estará sustentado con normativas americanas que se acogen en esta localidad, garantizando que las recomendaciones estén plasmadas en un manual de procedimientos, los cuales serán de fácil comprensión y destinadas para el fin específico de la empresa, determinando su factibilidad ya que están respaldadas con normas acogidas en América y en esta ocasión serán implementados para su uso en el sitio bajo un procedimiento.

## **Objetivo General**

Diseñar un manual de procedimiento respecto a la descontaminación de equipos de protección personal luego de atender una emergencia de un incendio estructural, a través de la normativa NFPA, para evitar en gran medida las posibles afectaciones a la salud de los combatientes de incendios.

## **Objetivos específicos**

- Identificar las acciones que realizan los combatientes de incendios, mediante la revisión bibliográfica de los métodos extinción, lavado y descontaminación conforme a las normas NFPA 1710, NFPA 471, NFPA 1851, NFPA 1500 y NFPA 1971, para minimizar el riesgo a su salud luego de atender un incendio estructural.
- Diagnosticar el proceso de descontaminación mediante la metodología de los cinco (5) por qué, para establecer un procedimiento después de combatir un incendio estructural.
- Elaborar un manual de procedimientos, mediante las normas NFPA 471, NFPA 1851, NFPA 1500 y NFPA 1971 y recomendaciones de los expertos para descontaminarlas prendas de bomberos, luego de extinguir un incendio estructural.



## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual del proceso**

Para comprender como está la organización en este punto para poder establecer una solución es necesario, determinar que en el Cuerpo de Bomberos de Quito no existen métodos de limpieza del equipo de protección personal de incendios estructurales, luego de atender una emergencia de este tipo se retorna a la estación con todos los vapores impregnados en las prendas y luego son colgados en las perchas junto a otros trajes, están expuestos en el camino en el paso de los colaboradores que transitan por este sitio, en las recomendaciones que nos brindan las normas NFPA existen los detalles para su limpieza en el lugar del incidente como un lavado adecuado para que se pueda minimizar la contaminación del personal y se encuentre en óptimas condiciones de operatividad y limpieza para su próximo uso.

La extinción de incendios representa cada vez más riesgo para sus combatientes ya que con nuevos productos que se encuentran en las viviendas al ser alcanzados por la combustión desprenden gran cantidad de tóxicos que al ingresar a sofocar el incendio estos se impregnan en los trajes de protección personal, según los datos del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) determino que ha aumentado el porcentaje de adquirir cáncer del 9% al 12%, como este antecedentes la limpieza se debe realizar con mayor continuidad.

El EPP sucio contamina todo lo que se encuentre cerca si se realiza una primera descontaminación en el lugar del incidente no se impurificara los asientos del camión de bomberos al retorno y una vez llegada a la estación una limpieza más profunda. (NFPA JOURNAL ES, 2017)

Para establecer datos de apoyo y sacar conclusiones para reafirmar la descontaminación luego de estos escenarios se presenta la siguiente tabla que muestra los índices de incendios estructurales en la ciudad de Quito.

Según las estadísticas de la sala de comando de (Bomberos Quito, S.F) quien se encarga de generar los informes de los siniestros, administrar la coordinación de recursos de todas las estaciones de bomberos presenta esta tabla.

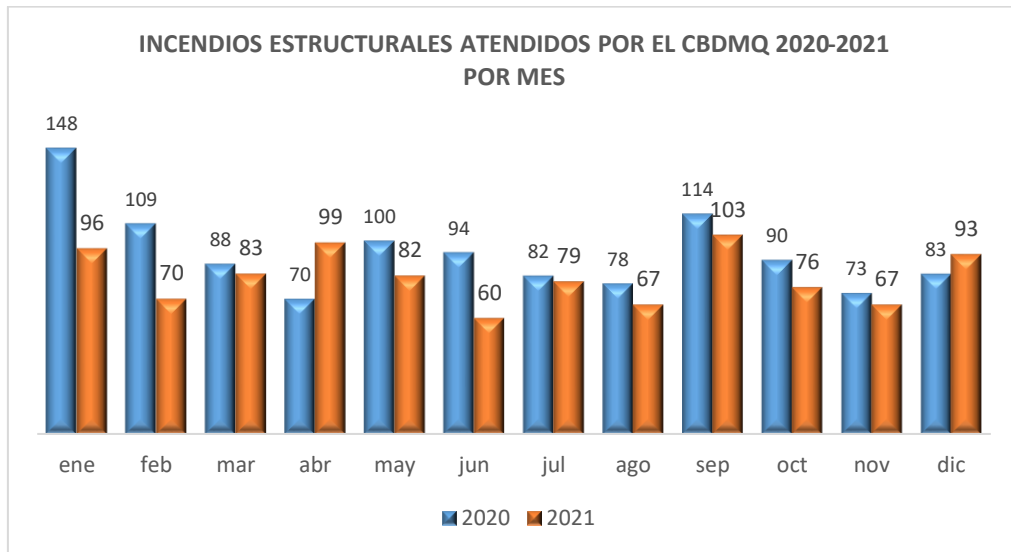
**Tabla 2**

<b>INCENDIOS ESTRUCTURALES ATENDIDOS POR EL CBDMQ 2020- 2021 POR MES</b>		
<b>Mes</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
ene	148	96
feb	109	70
mar	88	83
abr	70	99
may	100	82
jun	94	60
jul	82	79
ago	78	67
sep	114	103
oct	90	76
nov	73	67
dic	83	93
<b>Total general</b>	<b>1129</b>	<b>975</b>

Nota: información solicitada y proporcionada por la de Sala de comando de Bomberos Quito, incendios estructurales en

Quito mes a mes, recopilado el 2022.

**Figura 5**



Nota: información solicitada y proporcionada por la de Sala de comando de Bomberos Quito, incendios estructurales en Quito mes a mes, recopilado el 2022.

En los datos ofrecidos por la Sala de Comando de Bomberos Quito existen los incendios estructurales de los años 2020 y 2021, lo que nos proporciona información para determinar que existe gran número de estos incidentes, lo que hace pensar que al combatir este tipo de incidentes se requieran acciones de descontaminación en el sitio por mínima que sea la extensión del incendio o cantidad de recurso utilizado se va a requerir que los combatientes se retiren partículas contaminantes de sus equipos.

Si bien se tienen meses con mayor cantidad de incendios independientemente de eso el propósito de esta investigación es que si es un incendio pequeño se deberá descontaminar con acciones mínimas y subiendo de nivel de acuerdo con la exposición y tiempo en el sitio de emergencia.

Con estos datos se tiene una apreciación más acertada que en realidad se tienen incidentes que se debe intervenir con varios recursos para salvaguardar la vida y bienes, en donde se expone la vida del bombero al tratar de extinguir el incendio existiendo

procedimientos para minimizar el riesgo y si no se realizan maniobras de igual manera al finalizar la emergencia se tiene un riesgo a la salud en los combatientes y es necesario contar con un manual para que se pueda saber que acciones tomar luego de atender el suceso.

Para minimizar los riesgos a la exposición de los contaminantes se han establecido algunos datos importantes:

-El grado de limpieza: no existen métodos de limpieza totalmente efectivos que sean científicamente comprobados, es por ello que se deben mejorar que las costumbres de los bomberos realizando constantes limpiezas en la que se toma en cuenta los detalles que menciona la norma NFPA 1851 como el lavado en condiciones generales, como inspecciones de rutina, tipos de limpiadores, cuándo lavarlo, manchas difíciles, descontaminación, etc.

-Control de la contaminación y asuntos relacionados: cuando se impregnan los restos sólidos y vapores del incendio en el traje, estos pueden contaminar a otros sitios, como las herramientas, mangueras, estaciones, vehículos privados incluso en sus viviendas, llegando hasta familiares, es por ellos que se debe instruir al personal que se encarga de extinguir incendios que se tengan buenas prácticas de descontaminación y limpieza de su EPP. (NFPA JOURNAL ES, 2017)

Complementando estos datos según la normativa americana (NFPA 1710, 2020), como recomendaciones óptimas para controlar un incendio estructural detalle que se requiere un contingente de personas trabajando en el sitio de aproximadamente 15 bomberos en la escena entre operadores de vehículos, logísticos y los mismos que ingresan al incendio son quienes van a necesitar inmediatamente culminen sus labores, una descontaminación de sus prendas y equipos

Esto dando una idea de que recursos se necesitan llevar al sitio del incidente para poder cubrir con la limpieza de los que están en labores de extinción del incendio.

Según la recopilación de estudios del aumento de adquirir cáncer realizada por BAXTER y colaboradores, se menciona que los bomberos en labores de sofocación del incendio tienen mayor exposición a estas partículas tóxicas y en situaciones de retorno a su estación sin realizar una limpieza a su equipo están contaminando todo el espacio a su alrededor con partículas ultrafinas, micrómicas, de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), agentes tóxicos, existiendo concentraciones elevadas en dormitorios, parqueaderos, cocina, en labores de remoción de escombros, además de hallar partes de naftaleno, benzofluoranteno, y acetileno, y otro tipos con actividad cancerígena, en la piel del bombero como una vía de ingreso de estos agentes dañinos.

En las pruebas realizadas en el año 2014 por BAXTER se destaca que al realizar las medicaciones durante 8 horas en sitios como parqueadero, cocina, área común, bodegas, dormitorios luego que los bomberos llegaran de sus labores de extinción del incendio realizada a 10 personas, arrojo niveles de aire: elevada concentración de derivados hidrocarburos en la fase del incendio de inspección, parqueaderos.

En el estudio de tipo cohorte también menciona pruebas de C.W. IDE del 2014, de una población local comparada con 2213 bomberos varones que en el transcurso de 13 años de trabajo expuestos a estos tóxicos mencionado por los estudios revelados que existen en el ambiente tanto en el lugar del incendio como en la estación de bomberos se puede adquirir cáncer testicular y de próstata, como también lo menciona PUKKALA en 2014 estudio tipo cohortes 16422 bomberos de 30 a 64 años, se tiene un aumento significativo de cáncer de próstata y testículos entre 30 a 49 años.

Todo influye mayormente al inhalar o pasar por la piel, los tóxicos que están en el equipo que se usó en la extinción del incendio, existiendo aumento de contraer cáncer testicular y prostático, se recomienda realizar la limpieza como menciona el fabricante del equipo, en el espacio y período detallados, mantener la higiene personal luego del incendio, realizar revisiones periódicas de salud. (Fernández Rodríguez, Gonzáles Gonzáles, M. T, & Cortés Barragán, 2016).

Con esta información podemos decir que en el sitio de trabajo del incendio existe varios puntos de actuación unos más directos al incendio que otros, dependiendo del lugar se va generando mayor grado de contaminación, pero al no poseer pruebas in situ de cuanto ha sido expuesto, se va a tomar la referencia del grado de exposición de acuerdo a la posición de trabajo en la emergencia es decir, si esta más cerca del incendio tendrá mayor contaminación mientras, que si se encuentra lejos del punto caliente no existirá gran cantidad de contaminación, esta se la puede adquirir por el ambiente toxico o por contacto con las herramientas y equipos; de acuerdo a la zona en que trabajo necesitará un grado de descontaminación; de nivel 1 (en la zona caliente del incendio, combatiendo directamente el incendio), nivel 2 (quien lleva las herramientas, manipula instrumentos), nivel 3 (no tuvo mayor contacto funciones de administrar la emergencia).

## **Matriz de ponderación**

Esta matriz ayuda a determinar el grado de importancia de una opción mediante criterios para que sean calificadas cada una de las opciones y se puede elegir la que tenga más alta calificación, determinando así cual es la mejor, para elegir por la organización tomando en cuenta para su análisis.

Para esta matriz se ha determinado lo siguiente:

-Establecer el objetivo:

Escoger el mejor sitio para descontaminar el EPP contra incendios.

Identificar opciones:

Luego de atender el incendio.

Al llegar a la estación.

En el siguiente turno de guardia.

Establecer criterios:

Se evita contaminación en las unidades.

Se evita contaminación en la estación.

Se evita contaminación del personal.

Capacidad de remover impurezas.

Ponderación:

Se ubicará una calificación del 1 (mínimo) al 10 (máximo), de acuerdo con las necesidades y análisis de datos de las enfermedades que se adquieren de acuerdo al sitio en dónde se encuentran los productos impregnados en la ropa contra incendios detallados en párrafos anteriores.

Teniendo la siguiente matriz se puede determinar la mejor opción.

**Tabla 3**

Matriz de ponderación

OPCIONES \ CRITERIOS	Se evita contaminación en unidades	Se evita contaminación en la estación	Se evita contaminación del personal	Capacidad de remover impurezas	TOTAL
LUEGO DE ATENDER EL INCENDIO	10	10	10	4	34
AL LLEGAR A LA ESTACIÓN	0	0	10	10	20
EN EL SIGUIENTE TURNO	0	0	5	10	15

Elaborador por: El investigador

Se puede concluir que la opción “luego de atender el incendio” es la más efectiva para este caso, ya que se está removiendo gran cantidad de cenizas, vapores y demás productos de la combustión, que pueden llegar a contaminar a otros sitios sino se lo hace en este punto, ya que estamos llevando material contaminado a la unidad, al llegar a la estación las áreas comunes y al personal de la estación, siendo un complemento realizar una limpieza exhaustiva en la estación bajo las características del fabricante.

Pero como se puede realizar una limpieza luego de atender un incendio estructural.

Pues bien, este tema se ha escogido luego de haber analizado la necesidad de contar con este manual que pueda servir de ayuda en la descontaminación del equipo de protección personal contra incendios, creando la necesidad de tener niveles de descontaminación los mismos que se podrán verificar en el siguiente diagrama de flujo del proceso de descontaminación luego de sofocar el incendio.

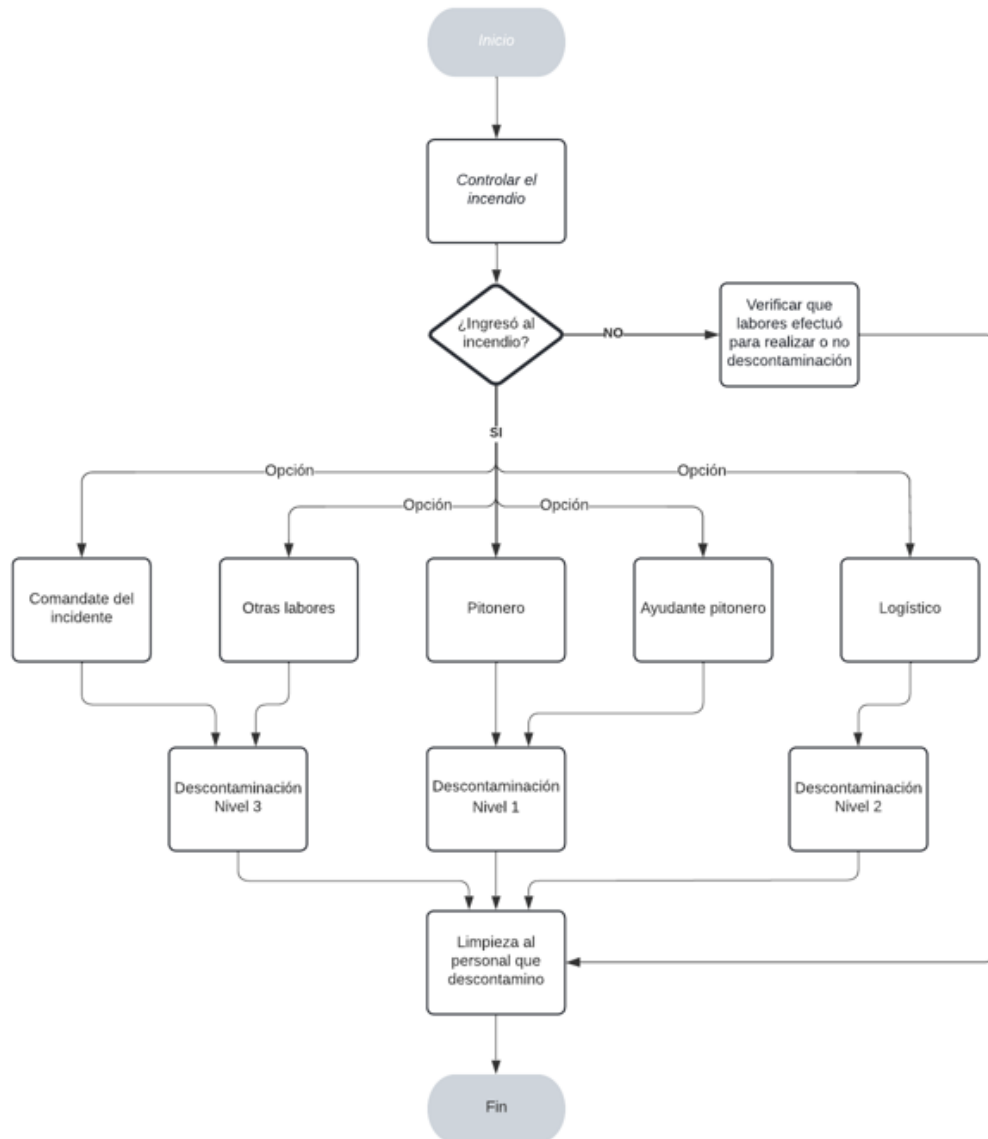


## Proceso

Se va a realizar el proceso de descontaminación de Epps luego de atender un incendio estructural.

**Figura 6**

Diagrama de flujo descontaminación incendio estructural



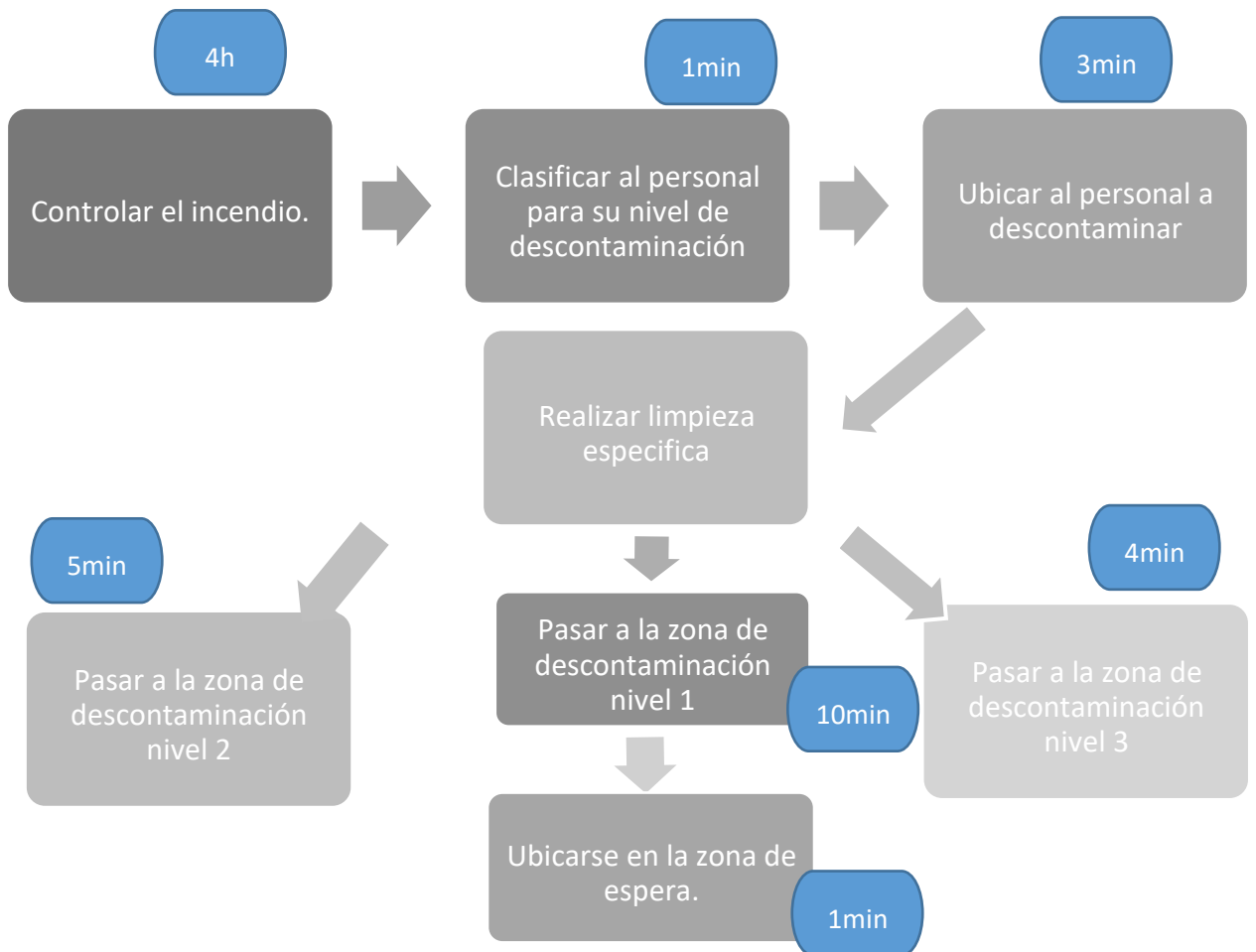
Elaborado por: El Investigador.

Por mencionar los pasos se tiene los siguientes:

1. Controlar el incendio.
2. Clasificar al personal para su nivel de descontaminación
3. Ubicar al personal a descontaminar
4. Pasar a la zona de descontaminación
5. Realizar limpieza específica.
6. Ubicarse en la zona de espera.

**Figura 7**

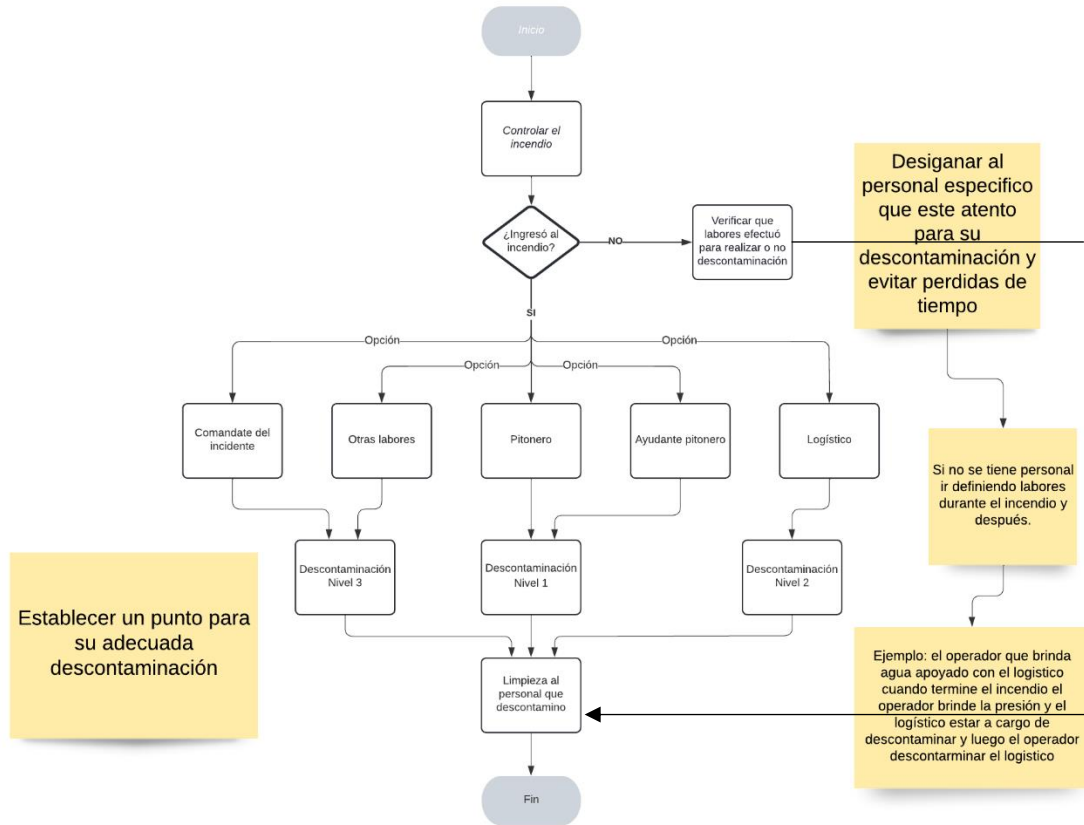
Pasos la descontaminación



Elaborado por: El Investigador.

**Figura 8**

Diagrama de flujo descontaminación incendio estructural, indicaciones

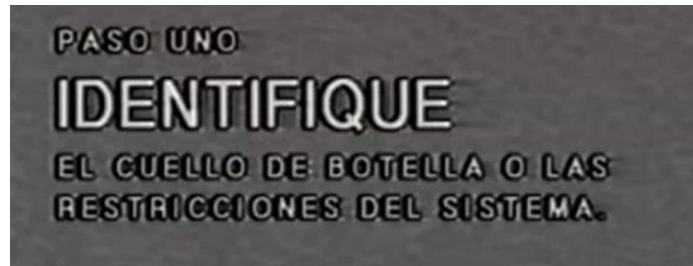


Elaborado por: El Investigador.

En este punto se puede evidenciar algunas recomendaciones para agilizar las operaciones de descontaminación, ya que en este evento como se tiene el procedimiento se puede apoyar para no caer en puntos que ya se deben establecer desde antes del arribo a la escena.

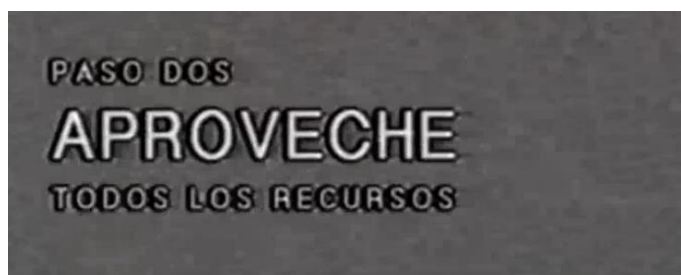
### **Método teoría de restricciones**

Se procede a evaluar con la teoría de restricciones para establecer que sección necesita mayor atención en cuanto al tiempo de la descontaminación para no estar más tiempo expuesto al contaminante, este método ayudara a identificar en donde se está demorando la descontaminación, determinando lo siguiente en cada punto:

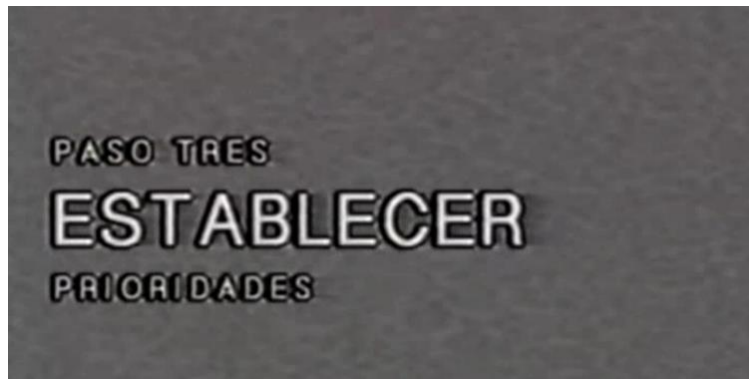


Se evidencia que al momento de clasificar al personal para su específica descontaminación se genera un retraso ya que se tiene que esperar para tener listo las formas y personal para su descontaminación.

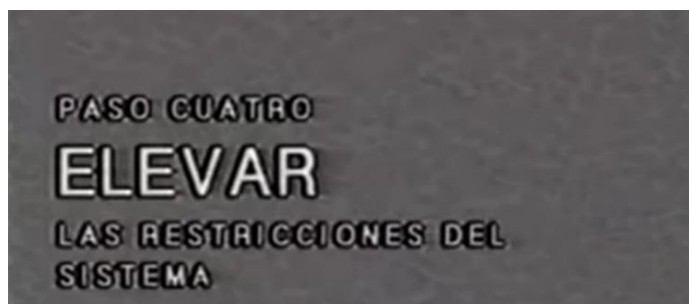
Para esto se puede designar funciones al arribo a la emergencia para saber que tengan su función luego que termine el incendio.



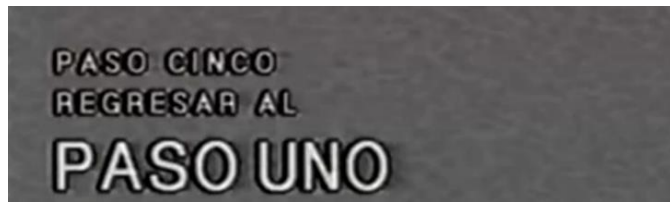
Antes de solicitar apoyo de personal se puede hacer un análisis de que personas tienen tiempo libre para que inmediatamente puedan armar zonas de descontaminación.



Poner en orden de prioridad que es necesario realizar para que se pueda cumplir con el fin, siendo un conjunto todos los procesos deben ir de la mano y no uno más acelerado que otro, en este caso si ya dispongo de personas libres pues ya se debe disponer que tomen otro rol para que puedan ejecutarse todos los procesos y terminar de forma adecuada y rápida para salir de la zona afectada.



En este paso se destina el tiempo y recursos necesarios a la par para que no existan procesos en los cuales se abarquen muchas labores o se acumulen de trabajo teniendo gente que con tiempo libre luego de realizar su trabajo puede solventar el área de descontaminación.



Reevaluar los pasos para ir verificando que las acciones implementadas están saliendo conforme a lo establecido, esto sirve para ir verificando nuevos embotellamientos y tomar nuevas medidas. Lo importante es comprender que se siempre existen métodos para mejorar

**Conclusión:**

Determinar el método adecuado para la descontaminación

Se puede optimizar el tiempo en la escena para salir de manera oportuna y así evitar mayores contaminaciones.

Para mejorar el servicio al llegar rápido a la estación estaría operativa la estación.

Mayor cuidado para no contaminar al resto de personal.

**Área de estudio**

**Dominio:** Tecnología y Sociedad

**Línea de investigación:** Sistemas Industriales

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Procesos

**Aspecto:** Descontaminación del EPP contra incendios luego de atender un incendio estructural.

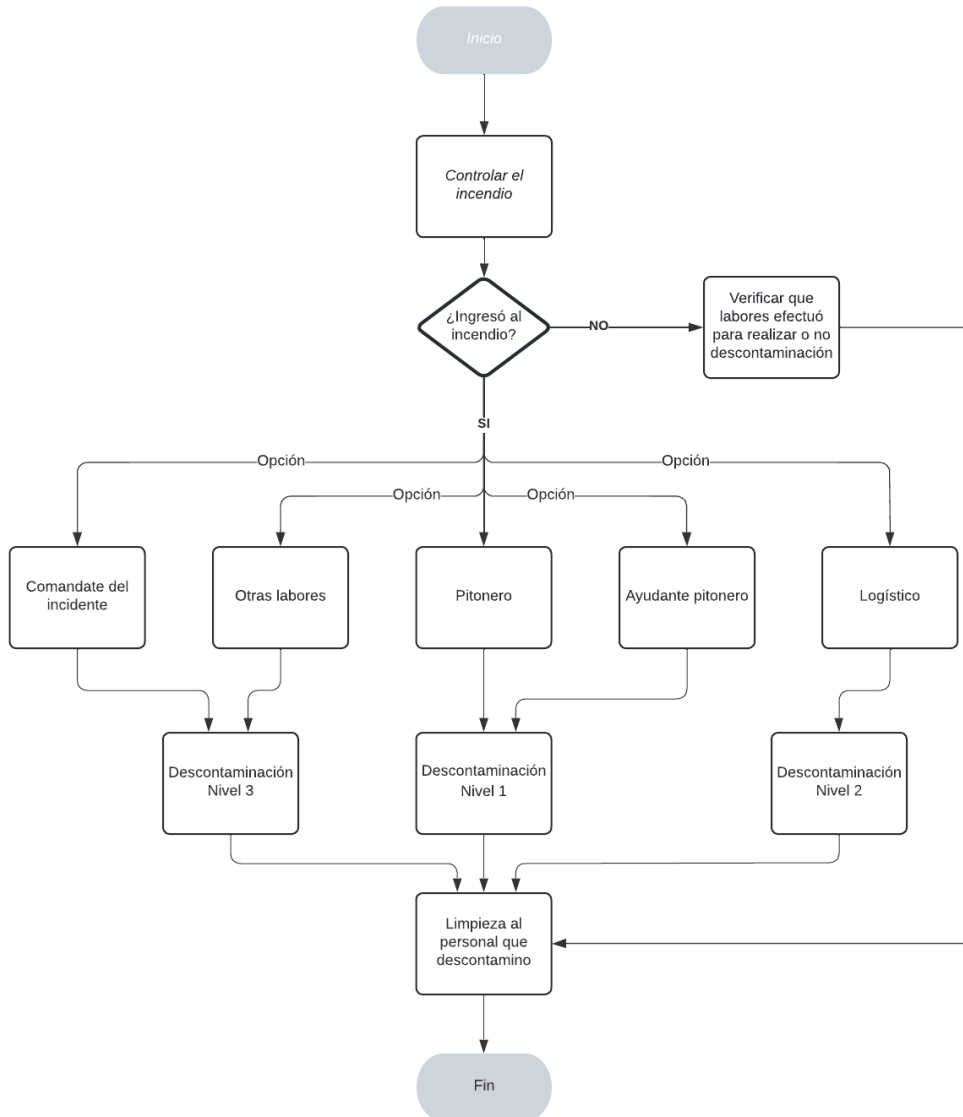
**Objeto de estudio:** Descontaminación de trajes contra incendios.

**Período de análisis:** 2021-octubre / 2022-agosto

## Modelo operativo

**Figura 9**

Diagrama de flujo descontaminación incendio estructural



Elaborador por: El investigador

### Niveles de Descontaminación:

Nivel 1, en el sitio se realizará, cepillado, limpieza con paños absorbentes, agua por las mangueras y presión de la unidad contra incendios, usar detergente neutro (pH 6.5 – 7.5), colocar EPP en fundas para contaminados para su limpieza exhaustiva en la estación o base con productos y métodos dictados por el fabricante. Este método es



dirigido a personal que realiza labores de extinción y remoción de escombros, tienen contacto directo con productos de la combustión, agua contaminada, El combatiente del incendio deberá contar con una maleta de contingencia en donde tenga su ropa de cambio.

Nivel 2, cepillado, limpieza con paños absorbentes, agua pulverizada con mangueras y presión de la unidad contra incendios, usar detergente neutro (pH 6.5 – 7.5) este para realizar un mayor cepillado con la presión de las mangueras, colocar partes del EPP más expuestas (guantes, botas, mangas y bastas) en fundas para contaminados para su limpieza exhaustiva en la estación o base. Este método es dirigido a personal que realiza labores en líneas de defensa y logística, tienen contacto directo con mangueras y herramientas contaminadas con productos de la combustión, vapores y agua contaminada.

Nivel 3, cepillado, limpieza con paños absorbentes. Este método es dirigido a personal que realiza labores de comandante del incidente y otros que no tienen contacto con herramientas y se encuentran en un rango fuera del incendio con buena visibilidad del incidente (comunicación social, sistema de comando de incidentes), pero están expuestos a productos de la combustión como vapores y cenizas del ambiente.

El personal que realice la descontaminación deberá estar bien equipado con su EPP contra incendios y posterior a ellos se realizará una descontaminación nivel 2.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

En este trabajo investigativo se tiene como objetivo principal reducir la contaminación de los combatientes de incendios, creando un manual de procedimientos en el cual se designen las responsabilidades adecuadas conforme a normativas americanas y nacionales, precautelando la vida y a su vez que, los que utilicen este manual tengan la seguridad que tendrán menos afectaciones al realizar estas labores ya que tendrán acciones oportunas luego de extinguir el incendio. En el manual constara de todas las partes necesarias como: portada, índice de contenido, control de registros generados, objetivo, alcance, responsable, documentos de referencia, definiciones, desarrollo de las actividades que se debe realizar en cada prueba de rutina, diagrama de flujo.

A continuación, se presentan los parámetros y aportes de entrevistados y expertos para sustentar la investigación y así se tengan datos de donde se sacó la información para la creación del manual.

#### **Enfoque de la investigación**

Tomando en cuenta que el enfoque de esta investigación es mixta; es decir, se aplicará una estrategia tanto cuantitativa como cualitativa para que de esta forma se logre obtener una perspectiva más amplia del fenómeno. En el primer campo, la investigación se ejecutará de la siguiente forma:

- A través de datos numéricos, se comprenderá estadísticamente sobre el conocimiento y aporte acerca de los distintos métodos de descontaminación que conocen para este tipo de incendios y los dispositivos de aplicación, en esta ocasión se tomó en cuenta al personal que aplique a las características necesarias mismos que laboran en la

Estación N° 9 “Cbo. Luis Molina” del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, a fin de poder evidenciar las aptitudes en este tema por parte de la muestra antes mencionada ya que al ser una estación de primer nivel con varias especialidades como: rescate, contra incendios, materiales peligrosos, atención prehospitalaria, contra incendios, tiene un conocimiento muy amplio y pueden aportar con gran información para el propósito de esta investigación.

La estrategia cualitativa tendrá como base al análisis de entrevistas realizadas a bomberos de la misma estación en donde se aplicarán las encuestas que se generaran por medio de los expertos del tema, con esta técnica se podrá anexar la información recopilada para implementar en el manual de procedimientos de descontaminación. A demás, por medio de esta se sistematizarán aquellos elementos que sean representativos para la investigación.

Vale recalcar que este enfoque incrementa la validez de este marco metodológico y permite una visión más comprensiva sobre el planteamiento.

## **Modalidad de la investigación**

### **Investigación de Campo**

Para la obtención de datos se realizará una encuesta aplicada mediante Google Forms y la entrevista será de forma presencial debido a la factibilidad del equipo de trabajo para conseguir información de esta manera, y que esto permita mantener comunicación con el objeto de estudio.

Es indispensable recalcar que esta modalidad permite indagar en el lugar donde se tiene un vasto conocimiento en la descontaminación de personas y equipos, ya que trabajan mediante las normas NFPA mencionadas al inicio de este trabajo, y de esta manera obtener más información tanto de las personas a encuestar y personal a entrevistar.

## **Bibliográfica- Documental**

Se basa en obtención de la información a través de estudios previamente realizados, proyectos de investigación, artículos científicos, libros y demás elementos de consultas fundamentales para la redacción de este trabajo, con el fin de sustentar teóricamente y aclarar conceptos de importancia en esta investigación.

## **Tipo de Investigación**

### **Descriptiva**

La metodología parte por el tipo de investigación descriptiva, haciendo mención que Hernández Sampieri en Metodología de la Investigación refiere que este tipo de estudio especifica las propiedades de personas o grupos y cualquier fenómeno que deba ser analizado, a través de este tipo de estudio se realizará un análisis para que de esta manera se pueda identificar el aporte necesario para crear este manual con el personal que cumpla con lo necesario que laboran en la Estación N° 9 “Cbo. Luis Molina” del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

Vale recalcar que mediante la utilización de este tipo de investigación se definirá las técnicas para la descontaminación y los dispositivos de accionamiento, posteriormente se construirá un instrumento de evaluación que es el cuestionario para la encuesta y la entrevista, para de esta forma recolectar datos y analizarlos para posteriormente obtener conclusiones de estos.

## **Método**

Se implantará los siguientes: analítico y síntesis, con el fin de partir de un todo, para descomponerlo en partes o elementos y observar las causas, la naturaleza y los efectos, para después sintetizar los datos obtenidos mediante la encuesta al objeto de estudio y de esta forma determinar el fenómeno.

## **Técnica de Recolección de datos**

Para la obtención de información se utilizará con dos instrumentos.

Se escogerá a los participantes que tengan mayor conocimiento, experiencia mínima de 5 años y estén actualmente laborando en actividades afines a seguridad, control de incendios, con un título de tercer nivel y cursos en el exterior; mismos que servirán de ayuda en el proceso de elaboración de las preguntas de la encuesta; ellos serán entrevistados a fin de que brinden su aporte y de esta forma sintetizar la información relevante.

El primero es una encuesta por censo conformada por 5 preguntas cerradas (Anexo 8) con respuestas: de acuerdo, medianamente de acuerdo, casi nulo, en total desacuerdo, esta va dirigida a personas que laboran en la Estación N° 9 “Cbo. Luis Molina” del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, luego del análisis de los expertos escogidos.

En resultados del personal con mayor aptitud han podido designar a una persona de cada pelotón de la estación especializada (Anexo 3) en descontaminar luego de atender varias emergencias, es decir de los 3 pelotones existentes se estable 3 personas con amplio conocimiento, experiencia, poseer el curso de nivel operaciones en materiales peligrosos y estudios con título de tercer nivel.

El modelo de la encuesta fue diseñado con la finalidad de analizar los métodos de descontaminación, sus dispositivos y la implementación luego de atender incendios estructurales, este primer acercamiento permitirá generar una relación con los conocedores de estas técnicas de esta forma se obtendrán datos distinguidos en torno a los conocimientos, y de esta forma facilitar el proceso de análisis.

Y la segunda técnica es una entrevista realizada a 2 bomberos (Anexo 6) que forman parte del personal que labora en la Estación N° 9 “Cbo. Luis Molina” del Cuerpo

de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, de la especialidad de Materiales Peligrosos, esta entrevista está conformada por 3 preguntas que servirán para elaborar el manual de procedimientos, identificar el conocimiento y de las técnicas de descontaminación, de esta forma cumplir con la validación de la información. Es importante reconocer que mediante este diseño se obtendrá datos aún más importantes, ya que por medio de la entrevista se permite un lazo comunicacional.

### **Población**

Dentro de esta, se tomó en base a los criterios de selección por los expertos solicitados al personal de la unidad de materiales peligrosos mismos que tienen gran conocimiento en la descontaminación en todo tipo de escenarios que labora en la Estación N° 9 “Cbo. Luis Molina” del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. (Anexo 2)

Esta está ubicada en el sector de Carcelén entre las calles Alejandro Ponce y Francisco Martín, junto al parque de Carcelén.

A continuación, se mostrará una tabla con la explicación demográfica del personal que labora en esta estación.

**Tabla 4**

Demografía de la estación N9 “Cbo. Luis Molina” de Bomberos Quito. (Anexo 2)

Estación N9 Carcelén				
total	materiales peligrosos	rescate	incendios	aph
26	9	11	3	3

Elaborado por: el Investigador

Aquí laboran 26 personas que atienden emergencias en el sector industrial norte, ocupando puestos como: rescate, materiales peligrosos, contra incendios, atención prehospitalaria.

Se puede visualizar que de la unidad de materiales peligrosos en donde se encuentran 9 personas para los tres pelotones solo 1 de cada pelotón cumple con los requisitos de 5 años en el puesto y conocimiento (Anexo 3), así como de poseer el curso de operaciones en materiales peligrosos y un título de tercer nivel, aptos para la encuesta necesaria para obtener los datos requeridos e implementar en este manual.

Por otro lado, como se mencionó se realizará una entrevista de 3 preguntas a 2 bomberos con rangos o personas que labores en situaciones de seguridad, como se mencionó en las características, 5 años de experiencia con conocimientos de descontaminación que sean de la unidad de materiales peligrosos con título de tercer nivel, con cursos en el exterior de esta manera afianzar y corroborar la investigación, esta es una muestra no probabilística. (Anexo 6)

### **Tamaño de la Muestra**

El total de la población a estudiar es de 26 personas, que actualmente se encuentran laborando en el lugar donde se realizará esta investigación y que solo 3 cumplen con los necesario para la encuesta y 2 para la entrevista. (Anexo 9)

### **Unidad de Recolección de Información**

Para la obtención de datos se realizará una encuesta aplicada mediante Google Forms (Anexo 10) esto facilitará la obtención de datos, debido a que se enviará de forma digital y en bloque a el personal a encuestar.

En tanto a la entrevista se la realizará de forma presencial, debido a la factibilidad del equipo de trabajo para conseguir la información de esta manera, y que esto permita mantener comunicación con el objeto de estudio, se la realizará en las instalaciones de esta estación.

### **Recolección de Información**

La información será recolectada entre las fechas que van desde el 24 de octubre hasta el 27 de octubre de 2022. Mientras que la tabulación y análisis de resultados se realizará del 27 al 30 de octubre del presente año.

### **Cálculo de Porcentajes**

Los resultados serán calculados mediante las formulaciones proporcionadas por la estadística descriptiva.

De manera que los datos se obtendrán al dividir el número de casos que será denominada una variable para todo el universo de estudio, por lo tanto, se habla de una división porcentual.

Por lo tanto, se realizará un cuestionario de 5 preguntas cerradas, donde 3 tienen opciones entre: de acuerdo, medianamente de acuerdo, casi nulo, en total desacuerdo, todas estas servirán para ser analizadas y de esta manera permitan un correcto resultado. (Anexo 8).

### **Tipo de censo**

Se consideró que esta investigación sea realizada mediante un censo, esto debido a que la población corresponde a un número limitado de participantes, es decir, la muestra sería escasa.

Se realizará un censo de hecho o “de facto”, se tomará en cuenta aquellas personas que cumplen con los requisitos, es decir, aquellas que tienen experiencia de 5 años, están en la unidad de materiales peligrosos, cuentan con el curso de operaciones y un título de tercer nivel.

### **Cobertura del censo**

- Geográfica: Se realizará de forma simultánea.
- Temporal: Se desarrollará durante 4 días.



- Temática: La investigación comprenderá:
  - Primera sección: Preguntas sobre el tema de investigación.

### **Periodo de ejecución**

Octubre 2022.

### **Población**

La muestra es selectiva, ya que el propósito es obtener profundidad en la información proporcionada por parte de los encuestados; es decir solo los que tienen los requisitos servirán para aportar con su información.

Por tanto, se trata de entender la forma en que las personas observan, describen y explican el fenómeno.

Por tal motivo, la muestra para el presente es intencionalmente escogida por parte de los investigadores, al colocar los requisitos.

### **Procesamiento de información**

Para esta investigación el procesamiento de la información será de forma manual una vez que los objetos de estudio completen la encuesta realizada.

Este proceso asegura que los datos sean verídicos y de calidad.

### **Encuestas de investigación cuali-cuantitativa**

La encuesta iniciará las preguntas presentadas a continuación. (Anexo 8)

#### **1. ¿Cree usted que se pueden realizar las maniobras de descontaminación de eventos de materiales peligrosos en un incidente de incendio estructural?**

DE ACUERDO

PARCIAMENTE DE ACUERDO

MEDIANAMENTE DE ACUERDO

CASI DE ACUERDO

NO ES NECESARIO

Porcentaje: del 100% que corresponde a las 3 personas encuestadas, el 100% todas las personas están de acuerdo que se pueden realizar las maniobras de descontaminación.

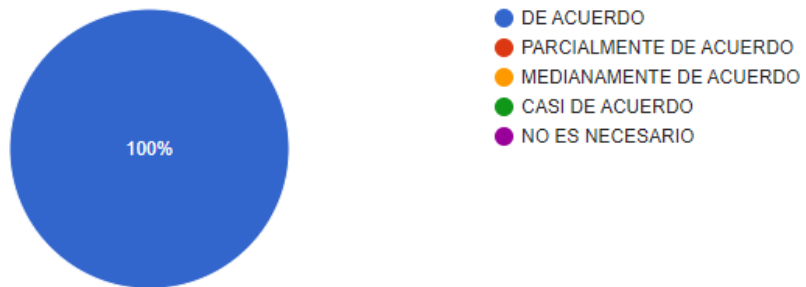
Reflexión: se puede decir que los encuestados tienen en claro que las acciones de otro escenario se pueden implementar en este de incendio estructural y aportar en la elaboración del manual que se requiere.

Al responder que si se pueden adecuar las maniobras de descontaminación se da paso a crear el manual con los expertos designados ya que poseen la capacitación en el tema y con experiencia.

### Figura 10

Porcentaje de respuesta de la pregunta 1

3 respuestas



## 2. ¿Conoce usted las consecuencias de no descontaminarse al llegar a la estación?

TODO LO REFERENTE A LAS CONSECUENCIAS

LO NECESARIO PARA EVITAR CONTAMINACIÓN

NO CONOZCO

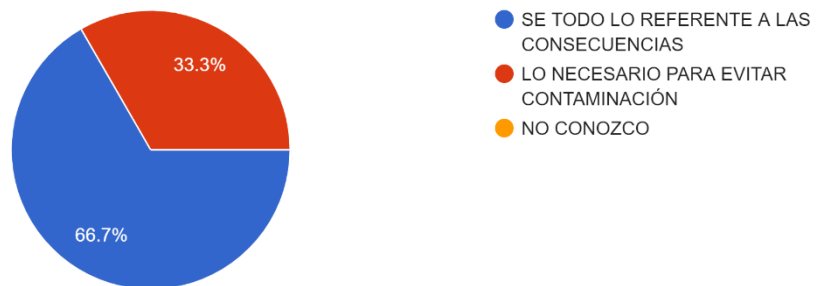
Porcentaje: de las 3 personas que es el 100%, el 66.7% que corresponde a 2 personas se tiene una respuesta que conoce las consecuencias de la contaminación, y el 33.3% es decir una persona sabe lo necesario para evitar la contaminación.

Reflexión: esto indica que el personal en esta pregunta tiene un conocimiento de las consecuencias de no descontaminarse, lo que supone que se debe realizar el manual en donde se puedan realizar las actividades de descontaminación, al conocer que puede pasar saben que es necesario hacer acciones de minimizar la contaminación, indicando también que el personal seleccionado tiene el conocimiento para responder.

**Figura 11**

Porcentaje de respuesta de la pregunta 2

3 respuestas



**3. ¿Podrían adecuarse las normas de descontaminación de materiales peligrosos en los procesos de descontaminación luego de atender un incendio estructural?**

- ESTOY SEGURO
- EN SU MAYORIA
- NO PORQUE SE DEBEN APLICAR LAS NORMAS DE INCENDIOS
- POCOS
- NINGUNO

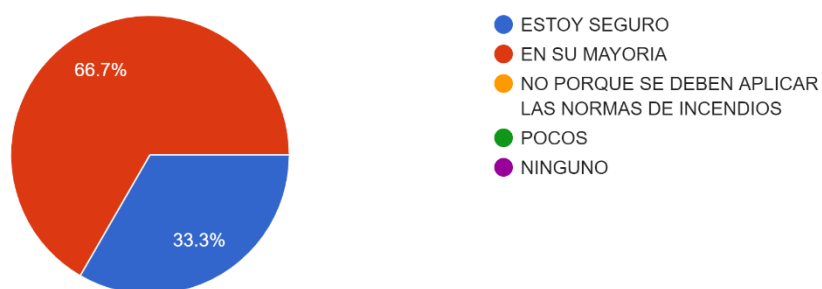
Porcentaje: de las 3 personas que es el 100%, 2 de ellas refiere el 66.7% que en su mayoría de las normas de materiales peligros se pueden adecuar para incendios estructurales y el 33.3% que es una persona, está segura de que se puede colocar normas de materiales peligros a este escenario.

Reflexión: se puede reflexionar que las respuestas reflejan que de manera positiva se pueden adecuar las normas de materiales peligrosos a este evento de incendio estructural, entonces resulta favorable al momento de crear el manual ya que se tiene una base para la elaboración.

**Figura 12**

Porcentaje de respuesta de la pregunta 3

3 respuestas



**4. ¿Se puede utilizar los elementos de descontaminación de materiales peligrosos para descontaminar en incendios estructurales?**

TOTALMENTE DE ACUERDO

ALGUNOS

SE NECESITAN OTROS

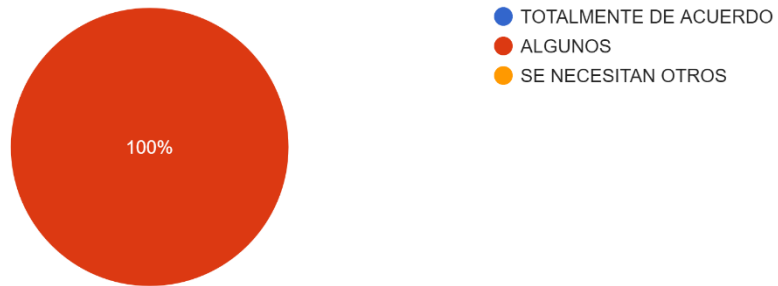
Porcentaje: del 100% que son las 3 personas, todas responden que se si puede usar los elementos de descontaminación en la limpieza de los equipos de bomberos en incendios estructurales.

Reflexión: confirmando que es apropiado usar los elementos de descontaminación de otro escenario con mayor contaminación en este de incendio estructural, se debe tener en cuenta que el tipo de trajes y elemento que se usan en un incendio son de otro tipo por ello se debe saber cuáles son adecuados para utilizarlos con la ayuda de los expertos se designara los que sean necesarios en este manual.

**Figura 13**

Porcentaje de respuesta de la pregunta 4

3 respuestas



**5. ¿Cree usted que se necesita un manual de descontaminación tomando parte de los métodos de descontaminación de materiales peligrosos para descontaminar equipos de bomberos luego de un incendio estructural?**

TOTALMENTE DE ACUERDO

MEDIANAMENTE DE ACUERDO

NO NECESARIAMENTE

Porcentaje: de las 3 personas que es el 100%, el 66.7% que corresponde a 2 personas se tiene una respuesta que menciona está totalmente de acuerdo en la creación del manual de descontaminación, mientras que el resto el 33.3% es decir una persona cree que es medianamente necesario.

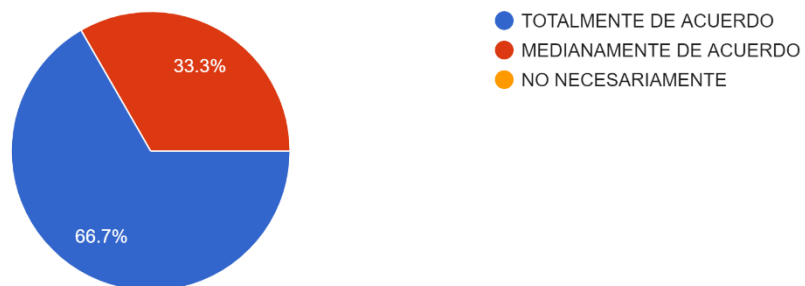
Reflexión: como se evidencia en el porcentaje es adecuado contar con el manual de descontaminación ya que se tiene las maniobras los elementos y las normativas para apoyarse y realizarlo.

Todo esto se hará con el soporte de los expertos que mencionaran las acciones apropiadas para darle forma al manual y minimizar la contaminación.

#### **Figura 14**

Porcentaje de respuesta de la pregunta 5

3 respuestas



## Entrevistas de investigación cuali-cuantitativa

A continuación, se procederá a realizar el análisis de las entrevistas realizadas a 2 bomberos de la estación, estos se muestran en la siguiente tabla (Anexo 5):

**Tabla 5**

Perfil de los expertos entrevistados

Nombre	Rango	Especialidad	Conocimientos
Cristhian Benalcázar	Teniente	Materiales Peligrosos	15 años como bombero operativo, Ingeniero en gestión de riesgos, curso de Comandante de Incidente en Materiales Peligrosos en Colombia.
Cristhian Edison Bermeo	Bombero	Materiales Peligrosos	10 años como bombero operativo, Ingeniero en gestión de riesgos, curso de Técnico en Materiales Peligrosos en Colombia.

Elaborado por: El Investigador.

Los entrevistados aportaran con sus conocimientos para brindar un aporte en el manual de descontaminación. La muestra es no probabilística y selectiva, ya que el propósito es profundizar el estudio, en otras palabras, de esta forma se pretende entender con mayor amplitud el uso de una correcta descontaminación. Por esta razón, la muestra para esta investigación será intencionalmente escogida.

Se aplicará los métodos de abstracción, comparación y análisis con el fin de adentrar en la subjetividad del entrevistado, para describir y obtener información esencial.

El procesamiento de la información adquirida será de forma manual, es decir, por medio de la codificación de datos.

## Datos de la entrevista

La entrevista se realizó en la estación donde laboran las dos personas seleccionadas, es de decir todo fue de forma presencial en la estación N9 Carcelén en donde se fueron llenando los datos más relevantes en una hoja de Excel

Se establecieron unas preguntas (Anexo 11) para la entrevista que supondrán un aporte relevante mostrando lo recolectado recopilando la información más importante como se presenta en la tabla que viene a continuación.

**Tabla 6**

Información de la entrevista a los expertos

Datos de los entrevistados	
Tema	Observaciones
Material de descontaminación	Se puede usar un detergente neutro (pH6.5 - 7.5)
Prendas a descontaminar	Se puede enviar las prendas contaminadas a una lavadora industrial, en Bomberos Quito se cuenta con una para lavado de equipos de bomberos.
Múltiples descontaminaciones	Cuando existan muchas personas contaminadas se puede crear un pasillo largo para descontaminar varias personas.
Apoyo	De ser necesario se puede pedir apoyo de la unidad de Materiales Peligrosos para realizar una mejor descontaminación con sus equipos especializados y duchas de descontaminación.
Socializar	Puede hacerse un pedido a la unidad de Materiales Peligrosos para compartir sus conocimientos en descontaminación a manera de instrucción o charlas y tener un conocimiento de una mejor manejo y adecuada descontaminación.

Elaborado por: El Investigador.



## **Discusión de resultados**

Esta entrevista surge con la interrogante sobre los métodos para descontaminar en un incendio estructural, en el cual se evidencia que no se cuenta con un manual para poder descontaminar los equipos de bomberos.

De esta forma se puede resolver que es necesario contar con un proceso para descontaminar para poder minimizar las afectaciones a la salud que poseen los combatientes de incendios, ya que se tiene muy poco conocimiento del tema es cuando se cae en dudas de si se debe realizar un proceso o no, o muchas veces por exceso de confianza diciendo no va a pasar nada.

En todo caso en la entrevista realizada a los dos individuos concuerdan que es necesario contar con este manual anexando procesos de descontaminación de materiales peligrosos que servirán de método en el momento que se culmine la emergencia de incendios estructural, de esta forma evita complicaciones para la salud de los colaboradores que están en la escena de peligro y eviten llevar contaminantes en sus prendas a sus estaciones.

Se menciona por parte de los encuestados como recomendación que se puede usar un detergente de pH neutro (pH6.5 - 7.5) para poder usarlo en la descontaminación de las prendas de los bomberos, ya que no causaría alguna reacción negativa en los equipos de esta forma se puede ejercer mayor resultado al momento de proceder a remover los contaminantes que puedan existir.

De acuerdo con el análisis de la entrevista se llega a la conclusión que en las normas NFPA si bien son recomendaciones se pueden adicionar al proceso de descontaminación de un incendio estructural ya que se puede ir adecuando de acuerdo que con este escenario no demanda un uso de métodos, materiales tan especializados

como en emergencias de productos químicos, sino más bien saber cómo usar los accesorios tener en cuenta el nivel de contaminación para saber que acciones tomar.

Para el desarrollo del manual y que tenga más información sustentada se realizará el análisis de los 5 por qué.

Método para llegar al problema raíz, una herramienta de calidad que se emplea para entender el por qué se da el inconveniente y luego de 5 escalas llegar a la solución.

En este caso por qué no se hacen las descontaminaciones en el sitio de la emergencia 5 veces hasta llegar al origen y presentar una solución.

A continuación, se refleja la tabla en donde se verifica y se da solución a la causa problema.

**Tabla 7**

Análisis de los cinco (5) por qué

Planteamiento del problema	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado
Se adquieren enfermedades a corto, medio y largo plazo en su mayoría al estar expuestos a productos resultantes de la combustión en un incendio estructural.	¿Por qué se adquieren enfermedades al combatir incendios estructurales?	¿Por qué se tiene exposición a productos tóxicos?	¿Por qué no se realiza una descontaminación del personal que combate incendios?	¿Por qué no se tiene conocimiento de la contaminación a la que se expone el personal que extingue el incendio?	¿Por qué no se tienen charlas de cómo descontaminar los equipos de bomberos luego del incendio estructural?	Creación de un manual de procedimientos para la descontaminación de los equipos de bomberos luego de atender un incendio estructural
	Por la exposición a productos de la combustión que son tóxicos	Ya que luego de combatir los incendios no se realiza una adecuada descontaminación	Por falta de conciencia y conocimiento	Por falta de capacitaciones, designación de tareas, charlas en los sitios de trabajo.	Porque no se tiene un manual de procedimiento que sirva de guía luego de atender un incendio	

Elaborador por: El investigador

## **Manual de procedimientos**

### **Manual**

Sirven de apoyo en el funcionamiento, administración de los recursos mejorando las funciones de la organización con sus pasos sistemáticos guían al usuario. (softgrade, S.F)

### **Procedimiento**

Según la norma (ISO 9000:2015), un procedimiento es una forma específica para llevar a cabo una actividad o un proceso. Cuando se tiene un proceso que tiene que ocurrir en una forma específica, y se especifica cómo sucede, usted tiene un procedimiento.

### **Normas NFPA**

Representaciones americanas que sirven de base para los combatientes de incendios en estaciones de bomberos o personal de seguridad en la organización. (NFPA, S.F)

#### **NFPA 471**

Práctica recomendada para responder a incidentes con materiales peligrosos (NFPA 471, 2002)

#### **NFPA 1851**

Norma que trata sobre la selección el cuidado y mantenimiento del equipamiento de protección estructural, lavado descontaminación. (NFPA 1851, 2020)

**NFPA 1500**

“Requisitos mínimos para un programa de seguridad y salud ocupacional para departamentos de bomberos u organizaciones que brindan rescate, extinción de incendios, servicios médicos de emergencia, mitigación de materiales peligrosos, operaciones especiales y otros servicios de emergencia” (NFPA 1500, 2021)

**NFPA 1971**

“Protege al personal de extinción de incendios al establecer niveles mínimos de protección contra los peligros de patógenos térmicos, físicos, ambientales y transmitidos por la sangre que se encuentran durante las operaciones de extinción de incendios estructurales y de proximidad” (NFPA 1971, 2018)

**MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS  
EQUIPOS DE BOMBEROS LUEGO DE ATENDER EMERGENCIAS DE  
INCENDIOS**

## **INDICE DE CONTENIDO**

1.	CONTROL DE REGISTROS GENERADOS .....	72
2.	OBJETIVO .....	72
3.	ALCANCE .....	72
4.	RESPONSABLE. ....	72
5.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	73
6.	DEFINICIONES.....	73
7.	DESARROLLO.....	75

## **1. CONTROL DE REGISTROS GENERADOS**

Según los conocimientos analizados a los entrevistados refieren que las normas NFPA 471, 1500, 1851, 1971, detallan claramente las acciones que se debe tener en casa de contaminación y dependiendo del nivel de exposición usar los métodos recomendados al igual que técnicas de limpieza se debe usar en cada parte del equipo de bomberos.

Para llegar a minimizar la contaminación se debe difundir claramente estas indicaciones que vienen a continuación es necesario realizar prácticas, conocer que implementos cuenta su estación para tener la descontaminación que se recomienda a continuación.

## **2. OBJETIVO**

Realizar los pasos de la descontaminación, con los métodos descritos en la norma NFPA 1851 para bajar los niveles de descontaminación en los equipos de bomberos luego de un incendio estructural.

Tomar en cuenta el tipo de labores en el incendio para determinar el tipo de descontaminación del combatiente del incendio.

Registrar la fecha de descontaminación y el tipo, en una bitácora para cada equipo intervenido.

## **3. ALCANCE**

Este procedimiento sirve para los colaboradores que extinguen incendios estructurales (viviendas).

## **4. RESPONSABLE.**

**Personal al mando de la unidad:** Persona encargada de las operaciones del incendio, toma las decisiones y designa los roles, administra la emergencia.



**Personal operativo:** colaboradores que se encargan de aplicar las tácticas para sofocar el incendio, comunicar novedades, recibe las disposiciones de la persona al mando, tomar las acciones de descontaminación.

## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NFPA 471, Práctica recomendada para la Respuesta a Incidentes con Materiales Peligrosos.
- NFPA 1851, Selección, cuidado y mantenimiento del equipamiento de protección estructural,
- NFPA 1500, Programa de Seguridad y Salud Ocupacional.
- NFPA 1971, Norma sobre vestimenta protectora para combate de incendios estructurales y combate de incendios de proximidad.

## 6. DEFINICIONES

**6.1 Persona al mando:** responsable del control y administración de roles en el incendio.

**6.2 Incendio:** fuego descontrolado que requiere de recursos adicionales a los convencionales para su liquidación.

**6.3 NFPA:** National Fire Protection Association, organización americana que proporciona las recomendaciones para controlar incendios.

**6.4 Contaminación:** exposición directa o indirecta a un material que puede causar ocasionar daños a la salud.

**6.5 Descontaminación:** remover con métodos adecuados contaminantes de partes expuestas a productos tóxicos.

**6.6 Descontaminación nivel 1:** limpieza de prendas y equipos de personal que tuvo contacto directo con material contaminante, estuvo dentro del incendio.

**6.7 Descontaminación nivel 2:** limpieza de prendas y equipos de personal que tuvo contacto directo o indirecto con material contaminante, estuvo en el exterior del incendio.



**6.8 Descontaminación nivel 3:** limpieza de prendas y equipos de personal que tuvo contacto indirecto con material contaminante, estuvo de apoyo logístico en el incendio.


**6.9 Brigada contraincendios:** equipo de trabajo encargado de controlar el incendio con las tácticas adecuadas precautelando la vida y los bienes.

**6.10 Pasillo de descontaminación:** sitio en donde pasan las personas contaminadas para que el personal calificado pueda tomar acciones de remover el material contaminado de prendas y equipos y así puedan ser valoradas.



**6.11. Estación de descontaminación:** según la norma NFPA 470 menciona que se puede tener un mínimo de 3 estaciones y un máximo de 18 en donde en cada una de ellas se van depositando las prendas, equipos contaminados y dependiendo del grado de contaminación se lo lavara o desechara.

## 7. DESARROLLO

No.	Responsable	Actividad
1	Logístico	<p>Preparar mangueras, cepillas, bolsas para la descontaminación, tachos, detergente neutro.</p> <p>Armar una zona donde el personal que salga de la escena contaminada tenga su espacio para la libre descontaminación sin interrupciones y disponer de otra área para su ubicación luego de ser descontaminado.</p> 
2	Encargado de descontaminar	<p>Realizar el cepillado con los cepillos para retirar partículas sólidas, polvos, productos superficiales.</p> <p>En este punto se deberá considerar un cepillado en las uniones de las prendas, sitios de difícil acceso ya que se pueden concentrar pequeñas partículas, suele de botas, axilas, pelvis, cuello. Por lo general se lo realiza en el nivel 3 de contaminación, es decir no existe un nivel de contaminación considerable.</p> 

3	Encargado de descontaminar	<p>En este proceso se va a utilizar las mangueras de la unidad contra incendios de 1 1/2" luego de realizar un cepillado breve superficial, que con presión moderada de agua y un chorro tipo cono se procede a rociar a la persona contaminada para quitar las partículas contaminantes; de ser persistentes se puede utilizar un detergente neutro (pH6.5 - 7.5), que va a reducir aún más la contaminación, los equipos mojados deben ser llevados en las fundas correspondientes para ser lavados apropiadamente en la estación o sitio específico de limpieza. Esta se le considera descontaminación nivel 2</p> 
---	----------------------------	---

4	Encargado de descontaminar	<p>Llegado a tener un grado alto de contaminación por el sitio en que se encontraba su tiempo de exposición las marcas en su equipo evidencian que posee una descontaminación diferente a más de realizar los pasos anteriores se procede a iniciar con chorro de la manguera a presión colocar cada equipo en cubetas para un limpieza específica, luego de iniciar con chorro de la manguera a presión, colocar los equipos en fundas para llevar directamente a la lavadora industrial, quien evidenciara si aún se puede utilizar el equipo o ya entra a desuso.</p> 
---	----------------------------	--

5	Encargado de descontaminar	<p>Si la persona posee un grado de contaminación mayor (nivel 1 -2 ) necesitará una descontaminación más específica y técnica, se solicitará una ducha de descontaminación. Dentro de la ducha se juntan todos los métodos de limpieza vistos ya que por el sitio de trabajo y al estar expuesto directamente con más contaminantes se procede a remover con cepillos, paños absorbentes, uso del detergente neutro (pH6.5 - 7.5) y presión de agua en la manguera, repitiendo estos pasos en conjunto mientras se va remojando cada parte a intervenir con los cepillos dando indicaciones para levantar los brazos, el cuello, ingle y la suela de las botas, en estos lugares se concentran los contaminantes, para posterior retirar las prendas contaminadas ya que de esta forma se estaría eliminando el 75% de la contaminación, el paciente saldría con una bata propia del equipo de descontaminación.</p> 
6	Encargado de descontaminar	<p>Para culminar, el producto de la descontaminación que se genero al usar los productos que se encuentra en la piscina que recopila lo residual, es recogida en botes para la entrega a la empresa misma que se debe hacer cargo por la contaminación y destinar a un gestor ambiental para su tratamiento final.</p>  <p>RESIDUAL</p>

Elaborador por: El investigador

## Resultados esperados

**Tabla 8**

Cronograma de actividades

Nombre de la tarea	Comienzo	Duración en días	Fin	Periodo septiembre 2022				Periodo octubre 2022				
				Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Presentación al jefe inmediato para aprobación	01/11/2022	5	05/09/2022	X								
Pasar a la parte administrativa para la implementación	08/11/2022	5	12/09/2022		X							
Pruebas de capacitación	15/11/2022	2	16/09/2022			X						
Socialización en la estación de trabajo	22/11/2022	6	26/09/2022				X					
Socialización a las demás estaciones	29/11/2022	4	02/12/2022					X				
Socialización a las demás estaciones	05/12/2022	8	12/12/2022					X	X			
Entrega de manuales	12/12/2022	2	13/12/2022						X	X		
Implementación en cursos de la empresa	17/12/2022	3	19/12/2022									X

Elaborador por: El investigador

## Análisis financiero

De la tabla anterior se puede revisar los días previstos para tomar estas acciones en donde se requiere intervención económica para su paso.

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario \$</b>	<b>Costo total \$</b>
Capacitación a colaboradores de la estación	8h * 3 días * 2 semanas	8	24
Costo movilización	6 días	1	6
Costo impresiones	20 hojas * 20 colaboradores	0.2	4
Costo anillado	20 manuales	2.5	50
<b>Total</b>			<b>\$ 84</b>

Elaborador por: El investigador

Costo de mano de obra: El ingreso para un Ingeniero Industrial en promedio mensual en 2022 ronda los \$1800 dólares o su equivalente a \$21.600 anuales, fundamentando que se labore 8 horas, por 30 días al mes.

Décimo tercer sueldo = \$1800

Décimo cuarto sueldo = \$400

$(\$21.600 + \$1800 + \$400) / 1230 \text{ días} * 8 \text{ horas} = 8.26 \text{ $ costo h/hombre}$

Costo de movilización: Costos de movilización desde el domicilio hasta la empresa \$1 diarios por 6 días durante es de \$6.

Costo de impresiones: 20 manuales con un total de 20 hojas \$4

Costo de anillado: Anillar 20 manuales \$50

Costo de capacitación: Se realizó capacitaciones de 8 horas por 6 días en total \$84



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

Se identificaron las acciones que deben realizar el personal encargado de extinguir el incendio, indicados en la norma NFPA, tales como: ingreso a la zona caliente del siniestro con mangueras de agua para su control, uso de herramientas para realizar entrada forzada y barrido de obstáculos; en todo el sitio se debe contar con un mínimo con quince (15) personas con el fin de combatir el incendio. En base a la norma indicada se plantea realizar una adecuada descontaminación de los equipos empleados en el siniestro, a través de un lavado de estos empleando mangueras de agua a presión, cepillos para raspar partículas sólidas, utilizar paños absorbentes y emplear detergente de pH neutro. Con respecto a las personas previo a la retirada de su equipo de protección personal (EPP), se deben eliminar las partículas contaminantes impregnadas, para luego pasar a un lavado a presión con mangueras de agua provenientes de la unidad contra incendios; posteriormente a su retirada las prendas y equipos se deben trasladar a un sitio especializado con lavadoras industriales para la eliminación de los contaminantes.

Se concluye que al aplicar la metodología de los cinco (5) por qué, se obtuvo como resultado la carencia de un manual de descontaminación tanto para el personal que trabaja y el equipamiento empleado, indicando la prueba de la necesidad de crear un manual de procedimientos que recoja en su contenido la gestión adecuada de estos procesos.

Se realiza la elaboración de un manual de procedimientos para la descontaminación de prendas y equipos basados en la norma NFPA y recomendaciones de los expertos, el cual se encuentra desarrollado en el Capítulo III (DESARROLLO DE LA PROPUESTA) en el presente informe de investigación.

## **Recomendaciones**

Establecer acciones de capacitación al personal de forma regular para su concientización respecto a la necesidad de descontaminar prendas y equipos.

Se concluye que al aplicar la metodología de los cinco (5) por qué, se obtuvo como resultado la carencia de un manual de descontaminación tanto para el personal que trabaja y el equipamiento empleado, indicando la prueba de la necesidad de crear un manual de procedimientos que recoja en su contenido la gestión adecuada de estos procesos.

Se recomienda extender la metodología de los cinco (5) por qué a otras actividades de extinción de incendios que carezcan de un procedimiento basado en normas para la realización de esta.

Se recomienda la socialización del manual propuesto con la alta directiva y el personal que labora de manera operativa mediante acciones sistemáticas de capacitación, para garantizar una mejor respuesta ante un evento de este tipo de incendio estructural.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1**

Solicitud de expertos

Estimado Experto:

Es de mi agrado poner en su conocimiento que se requiere su participación para un trabajo investigativo que servirá en la aplicación de los métodos de descontaminación de los equipos de bomberos luego de extinguir un incendio estructural, después de haber aprobado los requisitos impuestos por el investigador usted será quien aporte con sus conocimientos para designar a los colaboradores a quienes se les realice una encuesta para determinar análisis de datos numéricos y usted a responder una entrevista para aportar mayormente con sus conocimientos.

Su opinión y criterio servirán de forma significativa para realizar las preguntas a los encuestados y generar los análisis para ir dando forma al manual y complementarlo con sus aportes tan importantes en base a sus estudios, cursos y experiencia en esta área que se requiere.

Gracias por su participación

## Anexo 2

Estación de interés

Estación N9 Carcelén				
total	materiales peligrosos	rescate	incendios	aph
26	9	11	3	3

## Anexo 3

Especialidad de interés

Especialidad materiales peligrosos			
total	Pelotón 1	Pelotón 2	Pelotón 3
9	3	3	3

## Anexo 4

Perfil de los entrevistados responsables de las encuestas.

Perfil del experto a entrevistar				
Estudios	Cursos nacionales	Cursos extranjeros	Años de experiencia	Conocimientos
Título de 3er nivel en carreras afines a seguridad, riesgos	Poseer el curso de nivel operaciones en materiales peligrosos NFPA 472 (existen capítulos de descontaminación). Curso de Bombero Profesional de acuerdo con la normativa NFPA 1001.	Curso nivel técnico en materiales peligrosos (detalle minucioso de descontaminación y prendas apropiadas)	5 años mínimo en trabajos de seguridad industrial, bomberos.	Extinción de incendios, métodos de descontaminación.

## **Anexo 5**

### Determinación de expertos

Para determinar los expertos es necesario tomar en cuenta las condiciones que se requiere es decir que necesidad se tiene, en este caso que cumplan con ciertos requisitos en cuestiones de conocer sobre la descontaminación con estudios, cursos internos y externos, poseer experiencia para lo cual se ha designado los siguientes requisitos que servirán para elegir a las personas más aptas para ayudar en la elaboración del manual, encuestas y designar al personal que servirá para responder las preguntas para el análisis.

Se ha visto prudente realizar esta elección de expertos a personas que laboren en un sitio que se brinde seguridad cotidiana y que mejor ejemplo de quienes se dedican a salvar vidas diariamente, es decir cuentan con el experiencia, conocimiento y formación para aportar en este manual de descontaminación.

Entonces los señores bomberos de una estación ubicada estratégicamente donde existen mayor incidencia de incendios y que labora personal con mayor formación para solventar las emergencias y realizar labores de descontaminación.

## **Anexo 6**

### Expertos que cumplen con el perfil

Expertos para la entrevista			
Nombre	Rango	Especialidad	Conocimientos
Cristhian Benalcázar	Teniente	Materiales Peligrosos	15 años como bombero operativo, Ingeniero en gestión de riesgos, curso de Comandante de Incidente en Materiales Peligrosos en Colombia.
Cristhian Edison Bermeo	Bombero	Materiales Peligrosos	10 años como bombero operativo, Ingeniero en gestión de riesgos, curso de Técnico en Materiales Peligrosos en Colombia.

## **Anexo 7**

### Sesión de trabajo con los expertos

Se mantuvo una reunión con los expertos para determinar las preguntas que servirán de análisis y elegir a los entrevistados, entonces los expertos han determinado que deben cumplir con algunos requisitos que se presentan en los siguientes anexos.

Se establecieron los siguientes puntos:

- Establecer las preguntas para los encuestados.
- Determinar el perfil de los entrevistados.

Se mantendrán más sesiones de trabajo para determinar análisis de las encuestas y el aporte de los expertos.



## **Anexo 8**

Preguntas con el aporte de los expertos a los encuestados

Luego de mantener la reunión con los expertos seleccionados se establece el cuestionario que servirá para la obtención de datos que describan los encuestados.

**1. ¿Cree usted que se pueden realizar las maniobras de descontaminación de eventos de materiales peligrosos en un incidente de incendio estructural?**

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| DE ACUERDO              | <input type="checkbox"/> |
| PARCIALMENTE DE ACUERDO | <input type="checkbox"/> |
| MEDIANAMENTE DE ACUERDO | <input type="checkbox"/> |
| CASI DE ACUERDO         | <input type="checkbox"/> |
| NO ES NECESARIO         | <input type="checkbox"/> |

**2. ¿Conoce las consecuencias de no descontaminarse al llegar a la estación?**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| SE TODO LO REFERENTE A LAS CONSECUENCIAS | <input type="checkbox"/> |
| LO NECESARIO PARA EVITAR CONTAMINACIÓN   | <input type="checkbox"/> |
| NO CONOZCO                               | <input type="checkbox"/> |

**3. ¿Podrían adecuarse las normas de descontaminación de materiales peligrosos en los procesos de descontaminación luego de atender un incendio estructural?**

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| ESTOY SEGURO                                       | <input type="checkbox"/> |
| EN SU MAYORIA                                      | <input type="checkbox"/> |
| NO PORQUE SE DEBEN APLICAR LAS NORMAS DE INCENDIOS | <input type="checkbox"/> |

POCOS

NINGUNO

- 4. ¿Se puede utilizar los elementos de descontaminación de materiales peligrosos para descontaminar en incendios estructurales?**

TOTALMENTE DE ACUERDO

ALGUNOS

SE NECESITAN OTROS

- 5. ¿Cree que se necesita un manual de descontaminación tomando parte de los métodos de descontaminación de materiales peligrosos para descontaminar los equipos de bomberos luego de un incendio estructural?**

TOTALMENTE DE ACUERDO

MEDIANAMENTE DE ACUERDO

NO NECESARIAMENTE

## Anexo 9

Encuestados elegidos por los expertos

Encuestados			
Cargo	Rango	Especialidad	Conocimientos
Jefe de pelotón 3	Subteniente	Materiales Peligrosos	6 años como bombero operativo, Tecnóloga en seguridad y prevención de riesgos laborales, cursos de control de incendios en Bomberos Quito, curso de Comandante de Incidente en Materiales Peligrosos en Colombia.
Subalerno pelotón 2	Bombero	Materiales Peligrosos	10 años como bombero operativo, Tecnólogo en mecánica automotriz, cursos de control de incendios y nivel operaciones en incidentes con materiales peligrosos en Bomberos Quito.
Subalerno pelotón 1	Bombero	Materiales Peligrosos	10 años como bombero operativo, Tecnólogo en gestión de riesgos, cursos de control de incendios y nivel operaciones en incidentes con materiales peligrosos en Bomberos Quito.

## **Anexo 10**

Link de las preguntas

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdyrinJiOtQi6nWt9quG8InKXVi32Zzy8Fj3XJ12wUdsCuZQg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdyrinJiOtQi6nWt9quG8InKXVi32Zzy8Fj3XJ12wUdsCuZQg/viewform?usp=sf_link)

## **Anexo 11**

Preguntas a los expertos entrevistados

1. ¿Qué aporte daría usted luego de revisar las respuestas de los encuestados?
2. Mencione algunos aspectos que añadiría al manual de descontaminación de equipos de bomberos:
3. Diga que recomendación daría para emplear de mejor manera el manual de descontaminación.