

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental



**Programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles para la planta de tratamiento de residuos peligrosos de una empresa de gestión de residuos.**

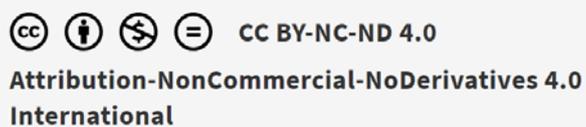
Para optar por el título de

Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental en el grado académico de Licenciatura.

Ana Belén Conejo González

2019380051

Noviembre de 2023



Programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles para la planta de tratamiento de residuos peligrosos de una empresa de gestión de residuos. © 2023 by Ana Belén Conejo González is licensed under [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental con el grado de licenciatura.

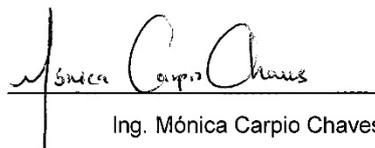
#### Miembros del Tribunal



Ing. Miguel Araya Alvarez  
Evaluador invitado



Ing. Gabriela Hernández Gómez  
Profesor Evaluador



Ing. Mónica Carpio Chaves  
Coordinadora de Trabajo Final de Graduación  
En representación de la Dirección EISLHA  
Asesora académica

22 de noviembre, 2023

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios todas las oportunidades que me ha brindado hasta el día de hoy y por permitirme culminar mi etapa universitaria.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia por siempre estar a mi lado, apoyándome en cada paso que doy y ser el mayor soporte de mi vida, son lo más importante para mí.

Gracias a mi novio, André, por siempre estar allí y animarme a seguir adelante y perseguir mis sueños.

Hago una mención especial a mi asesora Mónica Carpio, cuya guía experta y dedicación fueron fundamentales para poder elaborar este trabajo. Su paciencia, disposición y conocimiento son una constante fuente de inspiración.

## **Dedicatoria**

### **Dedicatoria**

#### **A mis papas.**

Por su amor incondicional, su apoyo constante y todos los sacrificios que han hecho para que yo pudiera alcanzar esta meta. Gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba de mis habilidades. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes.

## Resumen

El presente proyecto se desarrolló en una la planta de tratamiento de residuos peligrosos ubicada en Ochoмого de una empresa de gestión de residuos. El proyecto surge a raíz de una inspección del Ministerio de Salud en agosto de 2023, sumado a la preocupación de la presencia de sustancias peligrosas en el edificio. Su objetivo es proponer un programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, que incluya los controles administrativos e ingenieriles necesarios para la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

A partir de una investigación descriptiva y aplicada, cuya metodología incluyó entrevistas, encuestas, listas de verificación, matrices, entre otros; se concluyó que la planta de tratamiento de residuos peligrosos cuenta con algunas deficiencias e incumplimientos respecto a los medios de egreso, iluminación de emergencia, seguridad pasiva y activa contra incendios; así como, de la existencia de una de un espacio adecuado para el almacenamiento de sustancias. Lo anterior, pone en riesgo la salud e integridad física de los colaboradores y visitantes.

Por lo tanto, se propone un programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, que incluya los controles administrativos e ingenieriles necesarios para la planta de tratamiento de residuos peligrosos. En dicho programa se establece una propuesta para la detección y alarma, apertura de salidas, iluminación de emergencia y una bodega para el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles para mejorar las condiciones actuales en las que se encuentra operando el edificio.

**Palabras clave:** incendio, seguridad contra incendios, residuos peligrosos, almacenamiento seguro de sustancias químicas, planta de tratamiento de residuos.

## **Abstract**

This project was developed in a hazardous waste treatment plant located in Ochomogo. The project arose from an inspection by the Ministry of Health in August 2023, coupled with concerns about the presence of hazardous substances in the building. Its objective is to propose a program for the incorporation of human fire safety and safe storage of flammable and combustible substances, including the necessary administrative and engineering controls for the hazardous waste treatment plant.

Based on descriptive and applied research, whose methodology included interviews, surveys, checklists, and matrices, among others, it was concluded that the hazardous waste treatment plant has some deficiencies and non-compliances regarding the means of egress, emergency lighting, passive, and active fire safety, as well as the existence of adequate space for the storage of substances. This puts the health and physical integrity of employees and visitors at risk.

Therefore, a program is proposed for the incorporation of human fire safety and safe storage of flammable and combustible substances, including the necessary administrative and engineering controls for the hazardous waste treatment plant. This program establishes a proposal for detection and alarm, opening of exits, emergency lighting, and a warehouse for the safe storage of flammable and combustible substances to improve the current conditions in which the building is operating.

**Key words:** fire, fire safety, hazardous waste, chemical safety storage, waste management facility.

## Índice General

<b>I. Introducción</b> .....	- 1 -
<b>A. Identificación de la empresa</b> .....	- 1 -
1. Marco filosófico .....	- 1 -
2. Antecedentes históricos .....	- 1 -
3. Ubicación geográfica.....	- 2 -
4. Organigrama de la organización .....	- 2 -
5. Cantidad de empleados .....	- 3 -
6. Mercado .....	- 3 -
7. Proceso productivo y productos .....	- 3 -
<b>B. Justificación</b> .....	- 5 -
<b>C. Objetivos del proyecto</b> .....	- 7 -
1. Objetivo general .....	- 7 -
2. Objetivos específicos .....	- 8 -
<b>D. Alcance y limitaciones</b> .....	- 8 -
1. Alcance .....	- 8 -
2. Limitaciones .....	- 9 -
<b>II. Marco Teórico</b> .....	- 11 -
<b>III. Metodología</b> .....	- 16 -
1. Tipo de investigación.....	- 16 -
2. Fuentes de información .....	- 16 -
3. Población y muestra .....	- 18 -
4. Operacionalización de las variables .....	- 19 -
<b>IV. Análisis de la situación actual.</b> .....	46
<b>V. Conclusiones</b> .....	66

<b>VI. Recomendaciones .....</b>	<b>68</b>
<b>VII. Alternativas de solución.....</b>	<b>70</b>
<b>A. Controles Ingenieriles .....</b>	<b>70</b>
<b>1. Propuestas para la incorporación de la seguridad humana contra incendios.....</b>	<b>70</b>
<b>2. Propuestas para el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.....</b>	<b>81</b>
<b>VIII. Bibliografía .....</b>	<b>54</b>
<b>IX. Apéndices .....</b>	<b>63</b>
<b>X. Anexos .....</b>	<b>31</b>

## Índice de Cuadros.

<b>Cuadro 1.</b> Descripción de los servicios de la empresa de gestión de residuos. - 3 -	
<b>Cuadro 2.</b> Población y muestra de trabajo.....	- 18 -
<b>Cuadro 3.</b> Operacionalización de variables para el objetivo específico 1 .....	21
<b>Cuadro 4.</b> Operacionalización de variables para el objetivo específico 2 .....	22
<b>Cuadro 5.</b> Operacionalización de las variables del objetivo específico 3.....	26
<b>Cuadro 6.</b> Matriz de recolección de información sobre la gestión actual de la seguridad humana contra incendios.....	47
<b>Cuadro 7.</b> Matriz de aspectos generales de la planta de tratamiento de residuos peligroso.....	51
<b>Cuadro 8.</b> Capacidad de evacuación del edificio.....	53
<b>Cuadro 9.</b> Resumen de la matriz de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo basada en la INTE T55; riesgos químicos y tecnológicos.....	55
<b>Cuadro 10.</b> Inventario de sustancias presentes en el edificio.....	61
<b>Cuadro 11.</b> Matriz FODA estratégico.....	64
<b>Cuadro 12.</b> Propuestas de puerta para los medios de egreso.....	72
<b>Cuadro 13.</b> Alternativas de luces de emergencia .....	74
<b>Cuadro 14.</b> Alternativas de solución respecto a la protección activa contra incendios. ....	76
<b>Cuadro 15.</b> Alternativas de compartimentación de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.....	82
<b>Cuadro 16.</b> Resumen de las alternativas de control ingenieril.....	85
<b>Cuadro 17.</b> Criterios de la escala de evaluación para la escogencia de controles ingenieriles .....	89
<b>Cuadro 18.</b> Evaluación de las propuestas de control ingenieril .....	92

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Organigrama de la empresa de gestión de residuos. ....	- 2 -
<b>Figura 2.</b> Diagrama del proceso de tratamiento de residuos peligrosos. ....	- 4 -
<b>Figura 3.</b> Plan de Análisis para el desarrollo de los objetivos.....	38
<b>Figura 4.</b> Interesados internos y externos del programa.....	50
<b>Figura 5.</b> Matriz Influencia-Interés .....	51
<b>Figura 6.</b> Croquis de la planta de tratamiento de residuos peligrosos 20233. ....	52
<b>Figura 7.</b> Gráfico de porcentaje por clasificación del riesgo .....	54
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de cumplimiento normativo protección pasiva contra incendios .....	57
<b>Figura 9.</b> Cobertura de los extintores distribuidos en el edificio.....	59
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de conocimiento en materia de seguridad humana y manejo de sustancias inflamables y/o combustibles.....	62
<b>Figura 11.</b> Tabla de Compatibilidades de la SGA.....	27

## **I. Introducción**

### **A. Identificación de la empresa**

La empresa nacional de gestión de residuos brinda servicios de gestión ambiental para la industria y el comercio. Se encarga del tratamiento de desechos coprocesables, la disposición de desechos orgánicos y desechos peligrosos; así como la renta de equipo logístico, y la compra y venta de materiales valorizables dentro y fuera de Costa Rica.

#### **1. Marco filosófico**

La misión, visión y valores bajo los que se rige la empresa para el 2023, de acuerdo con su página web oficial, se indican a continuación:

- a) Misión: “Reintegrar a la industria los materiales recuperados a través de nuestro proceso de selección”.
- b) Visión: “Reducir el impacto ambiental a través de encadenamientos con la industria nacional, contribuyendo con sus actividades y lograr un desarrollo sostenible”.
- c) Valores: Integridad y transparencia; Colaboración y Trabajo en Equipo; Compromiso y Constancia; Conservación y respeto al medio ambiente; Lealtad, Respeto y Solidaridad; Calidad y Mejora Continua.

#### **2. Antecedentes históricos**

La empresa de gestión de residuos inició sus operaciones en el año 2009, en una bodega de 100 metros cuadrados en Tejar de Cartago, con cuatro colaboradores y un camión brindando servicios de manejo de residuos a una única empresa. Para el 2010 se reubicaron en una bodega en Ochomogo y su número de trabajadores aumenta a ocho. Más adelante, entre 2011-2012, el número de trabajadores aumentó hasta llegar a 32 colaboradores en una bodega de 2000 m<sup>2</sup> prestando el servicio a seis empresas.

Luego en los años 2015 y 2016 trasladaron las operaciones a Barrancas de Cartago, a una planta de 25 000 m<sup>2</sup>, con 60 colaboradores en tres turnos, cinco cabezales y 21 contenedores, brindando servicio a treinta y seis empresas. Entre los años 2017-2019 se iniciaron relaciones comerciales con una empresa en Puerto Rico, en tanto que la cantidad de empresas a las cuales les ofrecen servicios y el personal sigue en aumento.

Finalmente, entre los años 2020-2023 los colaboradores pasan a ser 136 divididos en tres turnos y los clientes 81. Además, se inician relaciones comerciales con una compañía mexicana, empiezan las operaciones en una empresa hermana en República Dominicana, y se implementa la gestión de residuos peligrosos.

### 3. Ubicación geográfica

La empresa de gestión de residuos posee dos edificios de trabajo, la sede central se encuentra ubicada en el Guarco de Cartago. El segundo edificio, donde se llevó a cabo el presente proyecto, está ubicado en El Alto de Ochomogo, avenida 61, bodega 1 o de las bodegas “Telas por kilo” 150 m oeste.

### 4. Organigrama de la organización

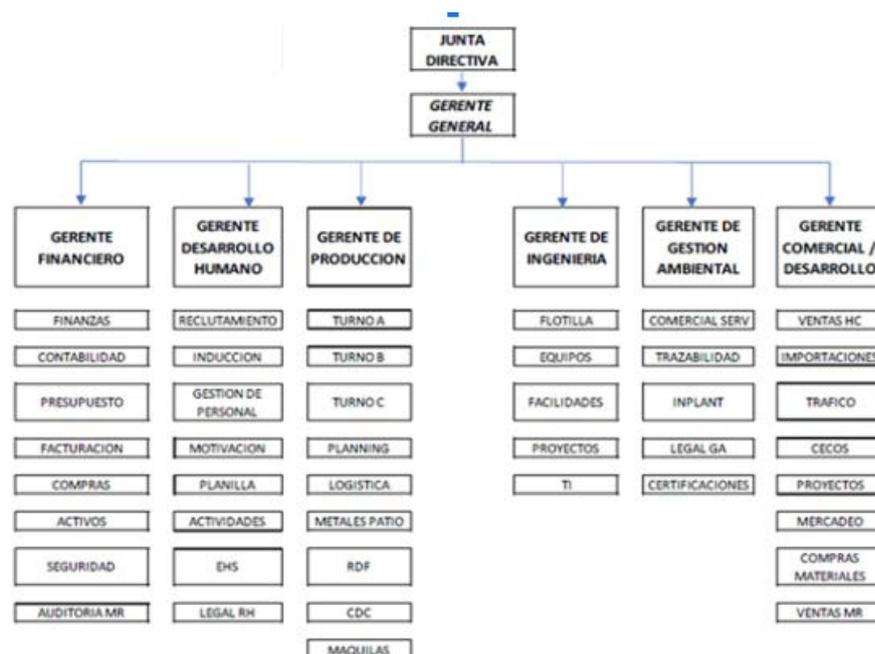


Figura 1. Organigrama de la empresa de gestión de residuos.

Fuente: Empresa de gestión de residuos, 2023.

Cabe destacar que el Departamento de ambiente, Salud y Seguridad (EHS) se encuentra liderado por la Gerente de Desarrollo Humano con el apoyo de una empresa asesora en temas de Salud Ocupacional y, desde enero hasta diciembre de 2023, la autora del presente documento se encuentra como pasante del área.

## 5. Cantidad de empleados

Actualmente la empresa de gestión de residuos cuenta con un total de 139 colaboradores, distribuidos en los puestos de: administrativos, operarios de planta, mantenimiento, choferes y personal Inplant (personas subcontratadas por clientes). Este estudio abarcó la cantidad de colaboradores ubicados en la planta de tratamiento de residuos peligrosos, en este caso dos operarios de planta que trabajan en conjunto con el equipo administrativo (14 empleados). El horario actual para el área administrativa es de 7:30 a.m. a 5:00 p.m. de lunes a viernes. En el caso de los operarios, estos laboran de 6:00 a.m. a 3:30 p.m. de lunes a viernes.

## 6. Mercado

La empresa cuenta con clientes de industrias de: salud, alimenticias, manufactura, comercio, gubernamentales, industria de empaque y zonas francas a nivel nacional e internacional.

## 7. Proceso productivo y productos

En el cuadro 1 se detallan los servicios y procesos que la empresa de gestión de residuos.

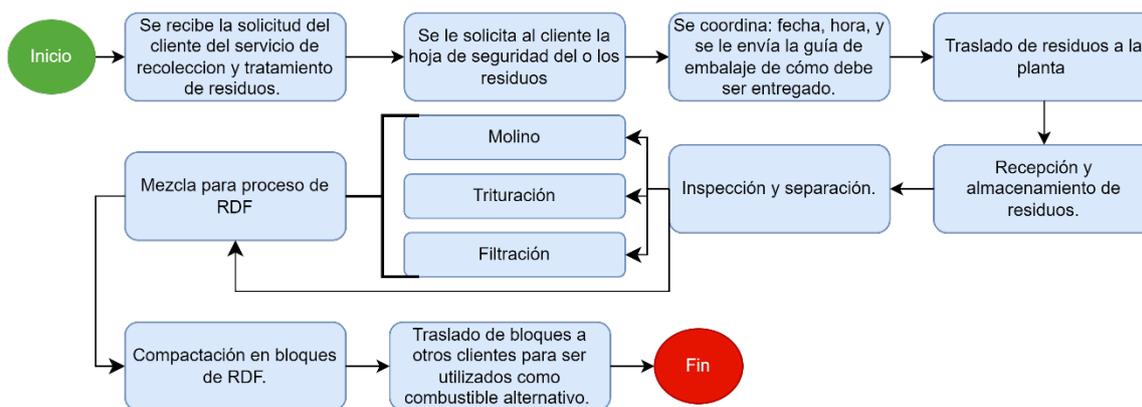
**Cuadro 1.** Descripción de los servicios de la empresa de gestión de residuos.

<b>Servicio</b>	<b>Proceso</b>
Gestión Ambiental	Plan de Manejo Integral de Residuos, reportes de trazabilidad, comprobantes de gestión responsable de residuos, y consultoría.
Gestión de Residuos	Se brinda tratamiento a los desechos coprocesables mediante procesos de trituración y compactación, y la recolección de residuos orgánicos.

Soluciones y Soporte Logístico	Se renta equipo logístico (camiones, furgones/contenedores) y se brindan servicios Inplant para dar soporte a las empresas.
Mercadeo de Materiales	La empresa compra y vende materiales dentro y fuera de Costa Rica. Entre estos se incluyen: plásticos, metales, electrónicos y fibras.

Fuente: Empresa de gestión de residuos, 2020.

El diagrama de flujo del tratamiento de residuos peligrosos se puede apreciar en la figura 2.



**Figura 2.** Diagrama del proceso de tratamiento de residuos peligrosos.

## B. Planteamiento del problema

Actualmente, la empresa de gestión de residuos incluyó dentro de sus servicios y operaciones el tratamiento de residuos peligrosos. Este proyecto tiene sus operaciones en un edificio ubicado en Ochomogo de Cartago. El pasado 8 de agosto de 2023, el Ministerio de Salud de Costa Rica realizó una inspección general de las condiciones de este edificio, en ella se destacó la falta de un sistema de protección contra incendios, señalización de rutas de evacuación y medios de egreso accesibles.

Adicionalmente, las plantas de tratamiento de residuos peligrosos conllevan un alto riesgo de incendios por la presencia de productos químicos inflamables y combustibles. En este caso, productos como: acetona, gasolina, aceite, pinturas, solventes, entre otros; cuya incompatibilidad con algunas sustancias representa un

peligro para la seguridad humana contra incendios. Por ende, un inadecuado almacenamiento de dichas sustancias podría ocasionar la ignición de estas.

Lo anterior, sumado al incumplimiento legislativo de no contar con un sistema de protección contra incendios y un almacenamiento seguro de las sustancias inflamables y combustibles, puede comprometer el permiso de funcionamiento de la empresa; además de que la manifestación del riesgo de incendio implicaría consecuencias ambientales, económicas, pérdidas humanas y daños en la propiedad. Por lo que, el almacenamiento, manipulación y procesamiento de estos materiales requieren de protocolos y medidas de prevención estrictas para evitar su ignición e incendios resultantes.

## **B. Justificación**

En Costa Rica, las nuevas edificaciones, edificios existentes, remodelación de edificios y cambio de uso deben cumplir con las normativas de la Asociación Nacional de Protección Contra Fuego (NFPA, por sus siglas en inglés) y cualquier otra que el Benemérito Cuerpo de Bomberos del país adopte en su totalidad, de acuerdo con la Ley 8229 y su reglamento en el artículo 65 (SCIJ, 2022). El edificio de tratamiento de residuos peligrosos actualmente incumple con algunos de los puntos necesarios para salvaguardar la seguridad humana y posee un riesgo significativo de incendio.

Entre los desechos peligrosos que se tratan en este edificio destacan: baterías de plomo y de níquel, equipo de protección personal (EPP) contaminado con químicos, aerosoles, grasas, pinturas y solventes, líquidos de aceite, gasolina y diésel. Materiales altamente inflamables que generan vapores y en el caso de residuos como el de aerosoles inflamables, pueden explotar o convertirse en proyectiles (Salas, 2023).

Cabe destacar que el tratamiento de estos residuos se pretende realizar a través de una prensa, un triturador y dos molinos. El equipo para trituración tiende a calentarse a causa de la fricción que generan sus cuchillas, y con algunos metales tiende a generar chispas, lo que implica un riesgo de conato de incendio, situación que se ha presentado cuatro veces entre los meses de enero y mayo del presente

año durante el proceso de trituración. Considerando que la mayor parte del material viene contaminado con sustancias combustibles, inflamables o tóxicas, este evento implicaría una propagación rápida de fuego.

Asimismo, el material resultante de estos procesos pasa por un procedimiento donde se vierten sustancias en estado líquido. Por lo tanto, se identifica un riesgo de “incendio de charco” (conocido como “Pool Fire”), el cual ocurre por la evaporación de dichas sustancias que producen gases capaces de generar un incendio. De igual forma, como este tipo de incendios se expanden con facilidad, pueden desencadenar bolas de fuego, radiación térmica y emanación significativa de humo negro en la atmósfera (Chen et al, 2023).

Por otro lado, el almacenamiento seguro de sustancias peligrosas es muy importante ya que, si son incompatibles, al entrar en contacto pueden ocasionar un incendio o explosión (MITECO,2015). De hecho, el almacenamiento inapropiado de residuos es una de las causas más importantes del fuego espontáneo, por ello es fundamental tener un plan de almacenamiento que establezca donde, cuánto y cómo se almacenan los materiales (Ibrahim et al, 2022). Además, según el Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos, su ubicación, diseño, construcción y operación debe cumplir con la reglamentación vigente para prevenir afectaciones al ambiente y la salud (SCIJ, 2018).

Cabe destacar que, en el año 2021 se registraron 966 incendios en Costa Rica, de los cuales el departamento de ingeniería del Benemérito Cuerpo de Bomberos investigó 97. Entre las principales causas raíz identificadas se encuentran: derrame de líquidos inflamables-combustibles, roces y fricciones, brasa, chispa, e ignición de grasas y/o aceites. Además, alrededor de 15 personas murieron a causa de incendios y explosiones (Unidad de Ingeniería de Bomberos, 2021).

Se recalca que los incendios tienen repercusiones significativas a nivel social, ambiental y económico que pueden verse a nivel regional o global. Por ejemplo, el caso de 2006 en la empresa Químicos Holanda ubicada en Puerto Moín, el cual fue un incendio industrial donde murieron dos trabajadores. En adición, las

fuentes de agua potable que abastecían a más de 20 000 personas se contaminaron y se generó una nube tóxica que implicó la evacuación de alrededor de 300 personas (Vargas, 2006).

Adicional a lo mencionado anteriormente, la planta de tratamiento de residuos peligrosos se encuentra en una zona industrial donde otras empresas se pueden ver afectadas por cualquier evento que se manifieste dada la cercanía y la rápida propagación del fuego. Esto, debido a que son procesos de alto riesgo con una alta liberación de calor. Así también, el presente documento sirve como insumo para elaborar el Plan Básico de Protección contra Incendios, el cual, es requisito de la ley 8228.

Además, se considera que los clientes constantemente auditan los edificios donde se tratan sus residuos, y en vista de que uno de los aspectos más influyentes para los mismos es la seguridad laboral, la presente propuesta ofrece un valor agregado a la organización. Sumado a que, brinda seguridad a la imagen de los clientes y de la propia empresa, ya que busca prevenir eventos que tienen grandes consecuencias y podrían generar escándalos organizacionales.

Por lo tanto, se evidencia la necesidad de un programa de seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles que permita cumplir la legislación vigente, salvaguardar la vida de los trabajadores y visitantes, y prevenir incendios y/o explosiones.

## **C. Objetivos del proyecto**

### **1. Objetivo general**

Proponer un programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, que incluya los controles administrativos e ingenieriles necesarios para la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

## **2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles para la planta de tratamiento de residuos peligrosos.
- Evaluar las condiciones de vulnerabilidad ante un incendio para la planta de tratamiento de residuos peligrosos.
- Diseñar un programa de seguridad humana contra incendios p para la planta de tratamiento de residuos peligrosos, que incluya las condiciones de almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, así como los respectivos controles ingenieriles y administrativos.

## **D. Alcance y limitaciones**

### **1. Alcance**

Este proyecto abarcó los 1154 metros cuadrados de construcción del edificio de tratamiento de residuos peligrosos ubicado en Ochomogo de Cartago. Se tomaron en cuenta las condiciones actuales y las características propias del edificio; así como dos operarios que se encargan de los procesos y las 14 personas del área administrativa.

La jornada tomada en cuenta para este proyecto es de 6:00 a.m. a 3:30 p.m. que corresponde al tiempo de producción, es decir, la jornada de los operarios y el tiempo en que el edificio permanece permanentemente ocupado. Además, se contemplaron los riesgos implicados en los procesos de impregnación, trituración y molienda, los cuales implican maquinaria, en este caso un triturador y un molino que se encuentran actualmente en las instalaciones.

En relación con los aspectos que se trataron sobre la protección contra incendios, se tomaron en cuenta los sistemas de protección pasiva y los de protección activa. En este caso, la distribución y tipo de extintores requeridos, la señalización de las rutas de evacuación; detección, y barreras contra fuego. Todo esto con base a una identificación y evaluación de riesgos previa, además del

análisis de procesos, para establecer los requerimientos necesarios acordes a la legislación del país.

Se establecieron las condiciones de almacenamiento de las sustancias químicas peligrosas, en este caso, las que se encontraron en estado líquido que se recibieron en agosto de 2023. Así, se determinaron las cantidades permitidas de almacenaje, el tiempo que pueden encontrarse en guardadas, los requisitos generales para recibir las sustancias inflamables y combustibles en estado líquido, y el tipo de estructura donde deben almacenarse.

Finalmente, sobre los controles administrativos se incluyeron todas aquellas necesidades de formación y capacitación que se consideren necesarias después de realizar la evaluación. Asimismo, los procedimientos para evaluar la efectividad de las medidas preventivas e identificación de oportunidades de mejora.

## **2. Limitaciones**

El proceso de impregnación consiste en mezclar los residuos líquidos con los sólidos, previamente triturados, para generar un producto que posteriormente se puede utilizar en hornos industriales. Actualmente, no se tiene definida un área para el almacenamiento de las sustancias peligrosas ni se cuenta con un inventario de la cantidad de residuos peligrosos almacenados en galones. Por lo tanto, se tomaron en consideración únicamente la cantidad de galones obtenida durante el periodo de evaluación.

El análisis de la situación actual del proyecto se basó en el resultado de un conteo de la cantidad de galones presentes en agosto de 2023, se debe considerar que dichas cantidades pueden variar diariamente. Lo anterior, interviene en la evaluación del cumplimiento normativo del almacenamiento de sustancias peligrosas.

Asimismo, existe una limitante internacional con respecto a la equiparación de la clasificación NFPA y el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), de las sustancias líquidas inflamables y/o combustibles, lo cual, interviene en la clasificación de las sustancias. Por lo tanto, la clasificación de sustancias en el

análisis de la situación actual respecto al SGA se realizó sin especificar el tipo de inflamable o combustible, sino que únicamente se colocó si es inflamable o combustible.

## II. Marco Teórico

Los residuos peligrosos son aquellos que se consideran una amenaza para la salud humana y el ambiente; presentan alguna o varias propiedades de: corrosividad, toxicidad, ignitabilidad o reactividad. Al año, se producen alrededor de 400 millones de toneladas, dato que alerta la necesidad de tratamientos adecuados para los mismos (Varshney, 2022). De igual forma, Singh & Yadav (2022) establecen que las características de estos residuos se definen determinando si pueden causar un daño significativo, irreversible y/o incapacitante en el ser humano o el ambiente, aún si se encuentran bajo las condiciones adecuadas de almacenamiento, tratamiento, transporte y manipulación.

Como se mencionó anteriormente, el manejo de los residuos peligrosos involucra su recolección, transporte, tratamiento y disposición. El riesgo de exposición de la población y el ambiente es muy alto principalmente durante su transporte y tratamiento (Yu et al, 2020). Algunas de las consecuencias en la salud para las personas alrededor y los trabajadores de estas localidades expuestos a sustancias peligrosas son: enfermedades agudas y crónicas, irritación, quemaduras químicas, entre otros. Los riesgos para el ambiente incluyen: incendios, explosiones, liberación energética o atmósferas sumamente tóxicas (OSHA, s.f.).

Al manifestarse un incendio las implicaciones para el ambiente pueden incluir la contaminación de aguas naturales, ya sea por el derrame de sustancias presentes en el edificio o bien hidrocarburos, metales y/o sólidos suspendidos que llegan a las mismas. En adición a la liberación de dióxido de carbono en el aire y demás gases de efecto invernadero (Martin, 2016). Dichas emisiones son persistentes, bioacumulativas y tóxicas para la naturaleza y el aire. Hay estudios sobre las implicaciones en la salud de la exposición prolongada a estas emisiones que señalan su relación con el cáncer de pulmón y dolencias neurológicas. Además, el humo de la combustión abierta de residuos sólidos urbanos causa la muerte prematura de 270.000 adultos anualmente (Ibrahim et al, 2022).

Los incendios son de los riesgos más significativos y comunes en plantas de tratamiento de residuos. Usualmente son iniciados por: autoignición de materiales, fricción, combinación de materiales incompatibles, actividad humana y fallas eléctricas. Además, un cuestionario aplicado a las industrias encargadas del tratamiento de residuos en Noruega reveló que los encuestados consideran que los incendios que pueden tener las consecuencias más graves son aquellos que ocurren en las plantas de tratamiento de residuos peligrosos (Milkasen *et al.*, 2021).

Suiza es uno de los ejemplos de lo ordinario que se ha vuelto la manifestación de este riesgo, entre 60 y 70 incendios ocurren anualmente en las plantas de tratamiento de residuos. Una de las causas más comunes es la autoignición de los productos, tales como baterías (Ibrahim *et al.*, 2022). Asimismo, para enero de 2019 los incendios en plantas de tratamiento de residuos de Estados Unidos y Canadá aumentaron en un 26 % respecto al año anterior, algunos de ellos presentados durante el proceso de triturado y molienda de materiales. Además, entre los peligros asociados a su manifestación se encuentran productos: combustibles, fertilizantes, aerosoles y baterías de litio (Fogelman, 2019).

Un ejemplo concreto de la manifestación de incendios en estas instalaciones es el de la empresa Ecolab Inc. en Estados Unidos que en el 2019 recibió restos de fosforo de aluminio. Dicha sustancia reaccionó con el agua del ambiente formando fosfina, la cual se incendió espontáneamente. Este accidente trajo como consecuencias la hospitalización de un trabajador de la zona, la evacuación del edificio, daño ambiental y una multa de \$214,407 (Dunbar, 2021).

De igual forma, en el Reino Unido una planta de tratamiento de residuos peligrosos sufrió un accidente de incendio en el 2007, en él se vieron involucrados más de 132 000 litros de sustancias peligrosas. Anteriormente, se había hecho la observación de la necesidad de tener un adecuado almacenamiento para los diferentes tipos de sustancias, sin embargo, no se había aplicado y el incendio se propagó rápidamente dada la cercanía con diversas sustancias inflamables (Fishwick, 2017).

Asimismo, en marzo del presente año, un incendio masivo en una planta de tratamiento de residuos sólidos en India, les tomó cinco días a las autoridades poder apagarlo. Mientras tanto, grandes cantidades de humos tóxicos contaminados con el metano del plástico en descomposición afectaron a los bomberos ocasionándoles náuseas y mareos (Krishnasai, 2023). Todos estos ejemplos, reflejan las graves consecuencias de este tipo de accidentes en estas industrias si no hay controles para evitarlos o detenerlos.

Entre los accidentes mencionados anteriormente resalta que una de las causas su ocurrencia se encuentra en la falta de sistemas de protección contra incendios. Por ejemplo, en Italia se realizó un estudio donde se concluyó que la mayor parte de las plantas de tratamiento de residuos, utilizan sistemas de protección manual o se protegen únicamente con extintores portátiles, que no logran detectarlo a tiempo o ser de utilidad en el momento en que un conato se convierte en incendio (Vianello et al, 2020).

Para controlar los incendios hay que considerar los medios materiales, entre los que se pueden incluir: sistemas de detección y alarma, extintores, extractores de humo; señalización y alumbrado de emergencia, manta ignífuga y kit de control de derrames (Pérez, 2019). Más específicamente, la protección contra incendios se logra mediante la combinación de sistemas de protección pasivos y activos contra incendios. Los pasivos corresponden a aquellos orientados a asegurar la estructura durante el desarrollo del incendio y previenen su expansión. Mientras que, los sistemas de protección activa son los que detectan, controlan y extinguen el fuego en su etapa inicial (Kodur et al. 2020).

La mejor medida para combatir estos riesgos es la prevención y la mitigación del impacto económico, social y ambiental que un incendio conlleva. Además de los sistemas para el combate de incendios, se debe trabajar en protocolos estrictos, guías, supervisión, inspecciones, amonestaciones, entre otros procedimientos administrativos, especialmente en lugares como en la ciudad de Kaohsiung donde se han registrado entre los años 2017 y 2021, 229 incendios en plantas de tratamiento de residuos (Juan *et al.*,2023).

En Costa Rica el Reglamento Nacional de Bomberos en su Capítulo número 13 establece los requerimientos de los sistemas de supresión a base de agua. Dichos sistemas incluyen los sistemas de tubería vertical, bomba contra incendios, tanque de abastecimiento, sistemas de tuberías, siamesa de inyección, cabeza de pruebas, memoria de cálculo y rociadores (Bomberos Costa Rica,2023). Estos últimos, son utilizados de forma obligatoria principalmente en ocupaciones de alto riesgo. Adicionalmente, se pueden encontrar los sistemas de detección y alarma que permiten notificar la presencia de fuego en las instalaciones (AFAC, 2022).

Los agentes de extinción más utilizados para los fuegos provenientes de los líquidos inflamables y/o combustibles, conocidos como fuego clase B, son: dióxido de carbono, polvo químico y espuma de agua. Los de espuma, corresponden a una mezcla de: agua, componentes químicos y burbujas de agua; previenen la generación de vapores combustibles y la reignición excluyendo el oxígeno del fuego. Seguidamente, el dióxido de carbono es un gas no combustible que se expande por el fuego disminuyendo el oxígeno y evitando que aporte a la combustión. Finalmente, el polvo químico actúa sofocando el fuego, sin embargo, no funciona para las “piscinas de fuego”, las cuales se forman al verter sustancias peligrosas en su estado líquido, son peligrosas para el ser humano, y causan corrosión en superficies de metal (Nolan, 2019).

En el caso de los sistemas de detección, estos pueden ser de activación humana, automática o mixta. En el caso de ser automática existen los detectores de: gases de combustión iónico, humo, temperatura y radiación. Los detectores de humo tienen la desventaja de poder ser alterados por humos no procedentes de incendio y/o por corrientes de aire. Por otro lado, los detectores de temperatura pueden verse afectados por alteraciones como por ejemplo en sistemas de calefacción. Por último, los detectores de llama son los que más tardan en enviar la señal y podrían verse alterados por otros trabajos como soldadura (Villanueva, s.f.). Por lo que, para su selección se requiere de un análisis previo de las instalaciones y sus procesos.

Por otra parte, se destaca que el almacenamiento seguro de las sustancias peligrosas es clave para evitar los accidentes de incendio y explosiones. Algunos

ejemplos de los dispositivos que existen para este control son los refrigeradores de almacenamiento de sustancias inflamables y los recipientes de seguridad de productos químicos. Asimismo, es importante considerar la compatibilidad de las sustancias y que cada una de ellas debe encontrarse con sus peligros debidamente rotulados (Virginia Polytechnic Institute and State University, 2011).

Por la facilidad con la que este tipo de residuos tiende a inflamarse, su almacenamiento debe proteger el contenido de fuentes externas de ignición. Además, las bodegas de almacenamiento deben estar provistas de muros con protección y adecuada ventilación, se deben tomar en cuenta la incompatibilidad y estado de las sustancias (SCIJ, 2018).

Cabe destacar el papel de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, la cual es una organización global sin fines de lucro fundada en 1896 comprometida a eliminar la muerte, lesiones, pérdidas económicas y de infraestructura, por incendios y peligros asociados (NFPA, 2023). Así también, existen otras directrices como los Estándares Internacionales de Seguridad contra Incendios que incluyen en sus políticas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) e incluyen aspectos de construcción, diseño ingenieril y seguimientos administrativos (UNECE, 2020)

Finalmente, la protección contra incendios se refiere a un conjunto de prácticas para prevenir la ocurrencia de incendios y sus efectos, mientras se mantienen las pérdidas en un nivel aceptable. Es por ello por lo que los programas de seguridad humana y protección contra incendios son de suma importancia, estos corresponden a un plan integral que trabaja la gestión de la seguridad humana y la protección contra incendios con el fin de alcanzar el más alto nivel de estos. Su importancia radica en tres aspectos fundamentales, salvaguardar la salud humana, preservación del edificio y sus contenidos, y el cumplimiento normativo (Bomberos Costa Rica, 2021).

### **III. Metodología**

#### **1. Tipo de investigación**

Este estudio se puede catalogar en dos tipos de investigación, descriptiva y aplicada. Fue descriptiva al involucrar la recolección de datos y observación para detallar las características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, y establecer su estructura y/o comportamiento. También, proporciona información sistemática y comparable con otras fuentes (Albán et al., 2020).

Por otro lado, fue aplicada porque se orienta a optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales según los avances de la ciencia y la tecnología. En este caso, se prendió resolver un problema a partir de una investigación básica con el objetivo de cumplir con las normativas aplicables a los sistemas de protección contra incendios y almacenamiento de sustancias peligrosas (Esteban, 2018).

#### **2. Fuentes de información**

##### **a. Fuentes primarias**

- i. Entrevista semiestructurada a la encargada del edificio.
- ii. Entrevista semiestructurada a una persona competente en la NFPA ajena a la empresa a nivel nacional.
- iii. Entrevista semiestructurada con la Encargada del Departamento de Salud Ocupacional y el Encargado de Mantenimiento de la empresa.
- iv. NFPA 101. Código de Seguridad Humana
- v. NFPA 72. Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización
- vi. NFPA 13. Instalación de sistemas de rociadores.
- vii. NFPA 30. Código Líquidos Inflamables y Combustibles.
- viii. NFPA 400. Código de Materiales Peligrosos
- ix. Reglamento a la Ley N° 8228 del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

- x. Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
- xi. Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.

b. Fuentes secundarias

- i. Proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental:
  - Programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios, almacenamiento y manipulación segura de sustancias inflamables y combustibles en las sedes de Fátima y Oficinas Centrales de JASEC, Coto-Valverde María José y Quirós-Núñez Marcelo, 2021.
  - Programa para la incorporación de la seguridad humana y protección contra incendios en la planta industrial Tico 2 de la empresa Tico Electronics TPE S.A, por López-Cordero, Fiorella, 2021.
- ii. NFPA 80: Norma para puertas contra incendios y otras protecciones para aberturas.
- iii. INTE I40:2001. Protección contra incendio. Planes de emergencia.
- iv. INTE-T29: 2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo.
- v. INTE T3:2016/EN 1:2018. Salud y seguridad en el trabajo. Requisitos para la señalización de medios de egreso y equipos de salvamento.
- vi. INTE ISO 23601: 2016: Salud y seguridad en el trabajo. Identificación de seguridad. Simbología para los planes de evacuación
- vii. INTE ISO 21-02-01:2016: Requisitos para la aplicación de señales de protección contra incendios

- viii. INTE ISO 21-02-02:2016: Requisitos para la señalización de medios de egreso y equipos de salvamento
- ix. Reglamento Ley 7600 Igualdad de Oportunidades para las personas con discapacidad.
- x. INTE ISO 3864-4:2016 Símbolos gráficos Señales y colores de seguridad Parte 4: Propiedades colorimétricas y fotométricas de los materiales de las señales de seguridad.

c. Fuentes terciarias

- i. Bases de datos del Instituto Tecnológico de Costa Rica:
  - *Science Direct*
  - *Elsevier*
  - *AENOR*
  - *EBSCO*
  - *Springer Link*
- ii. *Google Académico*
- iii. Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en ingles).

### 3. Población y muestra

Se tomó una muestra no probabilística a conveniencia para el caso de la entrevista no estructurada a la persona competente en NFPA debido a que se seleccionaron los encuestados de forma directa e intencionalmente, considerando que fueran accesibles y que, no se dispone de un conocimiento detallado del total de la población (Arias et al, 2016). Para el resto de las herramientas se toma en cuenta al total de la población de cada área, tal y como se resume en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Población y muestra de trabajo

Herramienta	Indicador	Población	Muestra	Tipo de muestra
Entrevista semiestructurada al Encargado del	Cantidad de capacitaciones del personal	1	1	Total de la población.
	Índice de incidentes de conatos de incendio.			

Departamento de Salud Ocupacional.	Cantidad y tipos de equipos y/o herramientas de protección contra incendios.			
Matriz de Involucrados internos y externos, en la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro.	Cantidad de responsables internos y externos involucrados en la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro.	Total, de puestos de la empresa.	Total, de puestos involucrados en la empresa de gestión de residuos.	Total de la población.
Entrevista semiestructura al Encargado del Departamento de Mantenimiento.	Frecuencia de mantenimiento de los equipos de protección pasiva y activa.	1	1	Total de la población.
Entrevista no estructurada con la Ingeniería Ambiental Encargada del proyecto de tratamiento de residuos peligrosos.	Cantidad y tipos de sustancias químicas presentes.	1	1	Total de la población.
Entrevista no estructurada con personal competente en la NFPA.	Sugerencias respecto a los sistemas de protección y requerimientos generales a cumplir.	No hay conocimiento detallado.	1	Muestra no probabilística a conveniencia
Cuestionario aplicable a los operarios.	Nivel de conocimiento de los colaboradores en materia de sustancias químicas peligrosas y atención de emergencias de incendio.	2	2	Total de la población.

#### 4. Operacionalización de las variables

Para el primer objetivo específico que corresponde al diagnóstico de la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos, se determinan los instrumentos, herramientas e indicadores en el

cuadro 3. Asimismo, en los cuadros 4 y 5 se pueden visualizar las herramientas para los objetivos específicos 2 y 3 respectivamente.

**Cuadro 3.**Operacionalización de variables para el objetivo específico 1

Objetivo	Variable	Contextualización	Indicadores	Instrumentos/ herramientas
Diagnosticar la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.	Gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	Forma en la que se administra la seguridad humana y el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles a partir de las acciones existentes de logística, planificación, políticas, procedimientos, medidas para la protección de las personas y del edificio.	Cantidad de capacitaciones de personal sobre actuación en caso de emergencia de incendio y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	Entrevista semiestructura a la encargada del Departamento de Salud Ocupacional.
			Cantidad de registros de conatos de incendio durante el año 2023.	
			Cantidad y tipos de equipos de protección contra incendios.	
			Frecuencia de mantenimiento de los equipos de protección pasiva y activa.	Entrevista semiestructurada al encargado del Departamento de Mantenimiento
			Cantidad de interesados internos y externos involucrados en la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	Matriz de interesados internos y externos en la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.
			Cantidad de responsables internos y externos involucrados en la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	Matriz de Poder- Influencia de Mendelow. sobre la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

**Cuadro 4.**Operacionalización de variables para el objetivo específico 2

Objetivo específico	Variable	Contextualización	Indicadores	Instrumentos/ herramientas.
<p>Evaluar las condiciones de vulnerabilidad de seguridad contra incendios para la protección de ocupantes de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.</p>	<p>Condiciones de vulnerabilidad de seguridad contra incendios para la protección de ocupantes de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.</p>	<p>Conjunto de elementos con los que cuenta actualmente la planta de tratamiento de residuos peligrosos relacionados a la seguridad contra incendios y protección de los ocupantes de la instalación.</p>	<p>Características generales de la ocupación.</p>	<p>Matriz de recolección de información sobre la planta de residuos peligrosos.</p>
			<p>Distribución y dimensiones de cada área del proceso industrial, así como de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles, los medios de egreso y pasillos.</p>	<p>Plano de Distribución del proyecto de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.</p>
			<p>Capacidad de evacuación del edificio y de respuesta ante la manifestación de un evento relacionado al almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles o sobre la seguridad humana contra incendios.</p>	<p>Cuadro resumen de los cálculos, de acuerdo con la NFPA 101, de los aspectos relacionados a la capacidad de evacuación y respuesta del edificio.</p>
			<p>Cantidad de fuentes de ignición.</p>	<p>Matriz de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo basada en la INTE T55, de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.</p>
			<p>Cantidad de tareas críticas.</p>	
			<p>Nivel de riesgo de las fuentes de ignición.</p>	

			<p>Porcentaje de cumplimiento respecto a los medios de egreso de acuerdo con la ocupación.</p>	<p>Lista de verificación de las condiciones de seguridad humana de los medios de egreso de acuerdo con la ocupación, basada en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● NFPA 1.</li> <li>● NFPA 101</li> <li>● Reglamento de Construcciones Costa Rica.</li> <li>● Ley 7600.</li> <li>● Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.</li> </ul>
			<p>Porcentaje de cumplimiento de los elementos protección pasiva y activa contra incendios.</p>	<p>Lista de verificación de las condiciones de seguridad humana de los elementos de protección pasiva y activa contra incendios basado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● NFPA 10: Norma para extintores portátiles.</li> <li>● NFPA 13. Instalación de sistemas de rociadores.</li> <li>● NFPA 72: Código Nacional de Alarma de Incendio y Señalización</li> <li>● NFPA 101.</li> <li>● Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.</li> </ul>

			<p>Porcentaje de cumplimiento de señalización de los medios de egreso.</p>	<p>Lista de verificación de las condiciones de seguridad humana de la señalización de los medios de egreso basadas en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● NFPA 101: Código de Seguridad Humana.</li> <li>● Norma INTECO: señalización de las vías de evacuación INTE 21-02-02-2016.</li> </ul>
			<p>Cantidad de sustancias inflamables y combustibles presentes en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.</p>	<p>Entrevista no estructurada con la Ingeniería Ambiental Encargada del proyecto.</p> <p>Inventario de sustancias inflamables y combustibles que se almacenan y tratan en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.</p>
			<p>Porcentaje de cumplimiento en materia de seguridad química sobre el uso y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.</p>	<p>Lista de verificación sobre el uso y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles basada en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● INTE T12:2016</li> <li>● NFPA 30</li> <li>● NFPA 101</li> <li>● NFPA 400</li> <li>● Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y etiquetado de productos químicos.</li> </ul>

			Nivel de conocimiento de los colaboradores en materia de sustancias químicas peligrosas y atención de emergencias de incendio.	Cuestionario a los colaboradores de planta de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.
			índice de comprensión de riesgos de incendio, explosión, enfermedades laborales por exposición a sustancias inflamables y combustibles, y derrames químicos.	
			Cantidad de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que impactan a la gestión de la seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	Matriz FODA estratégica.

**Cuadro 5.**Operacionalización de las variables del objetivo específico 3

Objetivo específico	Variable	Contextualización	Indicadores	Instrumentos/ herramientas-
<p>Diseñar un programa de seguridad humana contra incendios para la planta de tratamiento de residuos peligrosos, que incluya las condiciones de almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, así como los respectivos controles ingenieriles y administrativos.</p>	<p>Programa de seguridad humana contra incendios y de condiciones de almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles</p>	<p>Documento que brinda los lineamientos organizacionales para la prevención, mitigación, y control ante una emergencia de incendio. Además, incluye los procedimientos e instructivos para la manipulación y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles de forma segura para preservar la vida humana, la infraestructura y el ambiente.</p>	<p>Cantidad de requerimientos del programa.</p>	<p>Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo con base en INTE-T 29:2016.</p>
			<p>Cantidad de responsables, aprobadores, consultados e informados del programa.</p>	<p>Matriz de asignación de responsabilidades (RACI).</p>
			<p>Cantidad de requerimientos de capacitación sobre la actuación ante emergencia de incendio; manipulación y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.</p>	<p>Matriz para el plan de formación y capacitación de los colaboradores, sobre la actuación ante emergencia de incendio; manipulación y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles</p>
			<p>Porcentaje del cumplimiento legal</p>	<p>Matriz de cumplimiento legal del programa.</p>

			del programa.	
			Costo asociado a la implementación de programa.	Matriz de recursos y costos del programa.
	Controles ingenieriles del programa de seguridad humana contra incendios	Controles de diseño ingenieril que se establecen para prevenir, mitigar y controlar una emergencia de incendio, así como facilitar un almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de equipos de control de derrames propuestos.</li> <li>• Cantidad de sistemas fijos de protección contra incendios propuestos.</li> </ul>	Entrevista no estructurada a personal competente en la NFPA para recibir sugerencias de los controles ingenieriles propuestos.
			Porcentaje de cumplimiento normativo de las propuestas de solución ingenieril.	Formulario de la lista de verificación de la gestión de la seguridad humana contra incendios y almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas, basado en la NFPA 1, NFPA 101, NFPA 30 y NFPA 400.
			Nivel de cumplimiento ambiental, sociocultural, legal, de salud y	Matriz multicriterio (salud y seguridad, económico, ambiental, sociocultural, estándares aplicables y entorno de trabajo) de

			seguridad, económico y del entorno de trabajo, de las propuestas de control ingenieril.	comparación de propuestas de control ingenieril.
--	--	--	--	--

## **E. Descripción de los instrumentos de evaluación**

A continuación, se presenta la descripción de los instrumentos de evaluación utilizados de acuerdo con cada objetivo específico del proyecto para plantear soluciones al problema. Cabe destacar que cada una de las herramientas fueron validadas por: la Ingeniera en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental asesora de la empresa; un Ingeniero Mecánico de una empresa que crea sistemas de protección contra incendios; y fueron aplicadas a la planta de tratamiento de residuos valorizables de la misma organización.

- 1. Objetivo específico N°1.** Diagnosticar la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

- Entrevista semiestructurada a la encargada del Departamento de Salud Ocupacional.

Esta herramienta constituye una entrevista donde el que la aplica, establece una guía de preguntas en relación con sus temas de interés; permite que el entrevistado hable libre y espontáneamente, pudiendo cambiar el orden de las preguntas si es necesario (Diaz *et al.*, 2013).

En este caso, dicho documento está orientado a conocer la cantidad de capacitaciones del personal en materia de seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles; la incidencia de conatos de incendio en el periodo del año 2023; y si existen equipos de protección contra incendios (ver Apéndice 1).

La entrevista se aplicó personalmente, en la oficina de la encargada del Departamento de Salud Ocupacional y se extendió aproximadamente a un tiempo de 40 minutos distribuidos en cinco preguntas abiertas.

➤ Entrevista semiestructurada al Departamento de Mantenimiento

Hace referencia a la misma herramienta aplicada a la encargada del Departamento de Salud Ocupacional, pero en esta ocasión, al encargado del Departamento de mantenimiento. Su objetivo fue conocer la frecuencia de mantenimiento de las máquinas, instalaciones eléctricas y dispositivos de seguridad contra incendios (ver Apéndice 2).

Dicha entrevista se realizó de forma presencial en la oficina del encargado del Departamento de Mantenimiento, el tiempo requerido para su aplicación fue de 15 minutos y constó de cuatro preguntas abiertas.

➤ Matriz de interesados internos y externos en la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

Corresponde a una matriz donde se definen las personas interesadas en la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles. En ella se resumen los intereses individuales, los problemas que se pueden percibir los interesados, actitudes, recursos y estrategias para su involucramiento en el programa (Ver Apéndice 3). Esta matriz se construyó a partir del manual de puestos de la empresa y en conformidad con las funciones de cada uno de los colaboradores.

➤ Matriz Poder- Influencia Mendelow

Es una matriz que define la gestión de las partes interesadas internas y externas, de acuerdo con su poder e influencia (Ver Anexo 9). Los divide en: *stakeholders* (involucrados) con gran interés, pero poca influencia; poco interés, pero gran influencia; gran influencia y gran interés; poca influencia y poco interés (Guimera, 2022).

La definición de los espacios donde se colocaron cada una de las partes se determinó a partir de la matriz de Matriz de interesados internos y externos en la gestión de la seguridad contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias

inflamables y combustibles. También, tanto el organigrama como el manual de puestos funcionaron como guía para establecer la influencia y el interés de cada una de las partes.

**2. Objetivo específico N°2.** Evaluar las condiciones de vulnerabilidad de seguridad contra incendio para la protección de ocupantes en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

➤ Matriz de recolección de información sobre la planta de tratamiento de residuos peligrosos

Corresponde a un resumen de las características generales del edificio, que permiten clasificar la ocupación y definir los apartados y requisitos normativos aplicables. Estos apartados y requisitos posteriormente son los que se colocan en las listas de verificación y se toman en consideración para el diseño de controles del programa propuesto.

➤ Plano de distribución de la planta de la planta de tratamiento de residuos peligrosos

El plano fue aportado por la empresa, actualizado por última vez en agosto del presente año. Este documento permitió obtener información sobre la distribución de planta del edificio, lugares donde se llevan a cabo los procesos, ubicación de salidas, distancias de recorrido, áreas de almacenamiento, pasillos y oficinas (ver Anexo 1).

➤ Cuadro resumen de los cálculos de los aspectos relacionados a la capacidad de evacuación del edificio de acuerdo con la NFPA 101

Esta herramienta hace referencia a un cuadro que contiene los resultados al calcular los aspectos de: distancias de recorrido, carga de ocupantes, la capacidad de los medios de egreso y la cantidad de extintores requeridos en el edificio (ver Apéndice 4). El fin de aplicar este instrumento, es evaluar si se cumple o no, los lineamientos establecidos en la NFPA 101.

Cabe destacar que los factores de carga se obtuvieron de la tabla 7.3.1.2 y los factores de capacidad de la tabla 7.3.3.1. de la NFPA 101, 2021. (Ver Anexos 11 y 12). Utilizando como referencia los m<sup>2</sup> por persona para: una ocupación industrial general y de riesgo elevado; uso de reunión pública de uso menos concentrado sin asientos fijos.

- Matriz de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo basada en la INTE T55.

Se realizó una evaluación de riesgo de todos los tipos bajo los criterios de la INTE T55 que integra los aspectos de probabilidad de ocurrencia, nivel de deficiencia, grado de consecuencias, controles y nivel de exposición al riesgo. Dicha evaluación, permite priorizar las acciones para disminuir o eliminar riesgo de forma no solo cuantitativa sino cualitativa (ver Apéndice 5). Para el presente proyecto, se tomaron en cuenta los riesgos químicos y tecnológicos.

- Listas de verificación de condiciones de seguridad humana de los medios de egreso de acuerdo con la ocupación.

Se crea la lista de verificación para determinar el grado de cumplimiento de los requisitos y recomendaciones sobre los medios de egreso, basada en la siguiente normativa:

- NFPA 1. Código de Incendios.
  - NFPA 101. Código de seguridad humana y Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
  - Reglamento de Construcciones Costa Rica.
  - Ley 7600. Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad.
  - Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
- Listas de verificación de condiciones de seguridad humana de los elementos de protección pasiva y activa contra incendios.

Se crean las listas de verificación para determinar el grado de cumplimiento de los requisitos y recomendaciones de los elementos de protección pasiva y activa basadas en las normativas mencionadas a continuación:

- NFPA 10: Norma de extintores portátiles.
  - NFPA 13. Instalación de sistemas de rociadores.
  - NFPA 72. Código Nacional de Alarma de Incendio y Señalización.
  - NFPA 101. Código de seguridad humana y Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
  - Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
- Lista de verificación de las condiciones de seguridad humana de la señalización de los medios de egreso.

La lista de verificación de las condiciones de seguridad humana en relación con la señalización de los medios de egreso está basada en:

- NFPA 101. Código de Seguridad Humana.
- INTE 21-02-02:2016. Señalización de las vías de evacuación.

Cabe destacar que las listas de verificación expuestas anteriormente se encuentran en una sola matriz (ver Apéndice 6) dividida en secciones que se reconocen por un título con fondo gris cuando hay un cambio de elementos de protección contra incendios.

- Entrevista no estructurada a la Ingeniera Ambiental encargada de la planta de tratamiento de residuos peligrosos

Se realizó una entrevista no estructurada a la responsable en materia de ambiente de la planta para el tratamiento de residuos peligrosos (ver Apéndice 7). De esta forma, se obtuvo información sobre el proceso, residuos a tratar y la forma en que se almacenan las sustancias inflamables y combustibles.

- Inventario de sustancias inflamables y combustibles que se almacenan y tratan en la planta de tratamiento de residuos peligrosos

El inventario se realizó en agosto de 2023 a partir del conteo de lo que se encontraba almacenado en ese momento. Se tomaron los datos y se colocaron en el análisis de la situación actual. Cada una de las sustancias fue clasificada de acuerdo con la NFPA y el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

➤ Lista de verificación para almacenamiento y manejo de sustancias inflamables y combustibles

Mediante esta herramienta se logró verificar el cumplimiento en materia de almacenamiento y uso de sustancias peligrosas, basado en:

- Requisitos del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA).
- INTE T12:2016. Salud y Seguridad en el Trabajo. Condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manipulación de sustancias inflamables y combustibles
- NFPA 30 Código de Líquidos Inflamables y Combustibles
- NFPA 101 Código de seguridad humana
- NFPA 400. Código de Materiales Peligrosos

Con el inventario de sustancias inflamables y combustibles, se estableció el cumplimiento o incumplimiento de cantidades máximas permitidas de almacenamiento, cuyos valores, se obtuvieron de la NFPA 30 (ver Apéndice 8).

➤ Cuestionario aplicable a los colaboradores del edificio

Cuestionario que evalúa el conocimiento respecto al manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas, así como, la atención de emergencias de conatos de incendio, uso de dispositivos de combate y protocolos de actuación. Asimismo, permite identificar si los colaboradores de la planta de tratamiento de residuos peligrosos tienen conocimiento sobre los riesgos a los que se encuentran expuestos (ver Apéndice 9).

Dicho cuestionario fue aplicado en las instalaciones de la empresa de gestión de residuos con una duración de 15 minutos por aplicación. Su resultado

permitió evaluar el índice de compresión de riesgos de incendio, explosión y enfermedades laborales por exposición a sustancias inflamables y combustibles.

➤ Matriz FODA Estratégico

Técnica utilizada para identificar las oportunidades, fortalezas, las debilidades y amenazas de la planta de tratamiento de residuos peligrosos, permite obtener una perspectiva de cómo va el negocio, y cómo puede mejorar (Raeburn, 2021). Adicionalmente, Ponce (2007) establece que las estrategias que permite desarrollar el instrumento son:

- FO: consiste en utilizar las fortalezas internas para aprovechar las oportunidades externas.
- DO: pretende superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas.
- FA: aprovechan las fortalezas internas para evitar las repercusiones de las amenazas externas.
- DA: son tácticas defensivas que permiten disminuir las debilidades internas y amenazas externas.

Finalmente, consiste en integrar todas las oportunidades fortalezas, debilidades y amenazas identificadas en una sola matriz FODA expuesta en el análisis de la situación actual.

**Objetivo Específico N°3.** Diseñar un programa de seguridad humana contra incendios para la planta de tratamiento de residuos peligrosos, que incluya las condiciones de almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, así como los respectivos controles ingenieriles y administrativos.

➤ Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo

La guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo es un documento orientativo sobre los requisitos mínimos para elaborar programas efectivos en salud y seguridad. Su uso es principalmente para incorporar dentro de un programa los controles administrativos e ingenieriles de forma integrada

(INTECO, 2016). Para el programa, es el documento que estableció cada una de las secciones que se incorporaron y desarrollaron en el mismo.

➤ Matriz RACI

La matriz RACI es una herramienta para la organización de proyectos que permite definir roles y responsabilidades respecto a un programa. De esta forma, clarifica quién es responsable de que y mejora la comunicación del equipo. Se desglosa en cuatro perfiles: el responsable, la autoridad, el consultor y el informado; cada uno de ellos está asociado a una persona en particular. Algunos beneficios son que mide el progreso de cada miembro y balancea la carga de trabajo (Machuca, 2022).

Esta herramienta permite que cada una de las partes del proyecto tenga un papel asignado para el alcance de los objetivos del programa para la incorporación de la gestión humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles (ver Apéndice 10).

➤ Matriz para el plan de formación y capacitación de los colaboradores

Corresponde a una matriz que involucra los temas de capacitación requeridos, los riesgos asociados, el contenido y los recursos para elaborarla (ver Apéndice 11).

➤ Matriz de evaluación del cumplimiento legal del programa

Corresponde a un documento que permite brindar seguimiento evaluar el cumplimiento normativo de los diferentes aspectos del programa (ver Apéndice 12). Los aspectos hacen referencia a las actividades de capacitación e implementación de controles ingenieriles y administrativos.

➤ Matriz de recursos y costos del programa

La matriz de recursos y costos del programa consiste en un cuadro donde se resumen los costos requeridos para la implementación de los controles ingenieriles y administrativos. Lo anterior, basado en cotizaciones previamente

solicitados a los distintos proveedores de sistemas de protección contra incendios y elementos para el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

➤ Entrevista no estructurada al personal competente en la NFPA

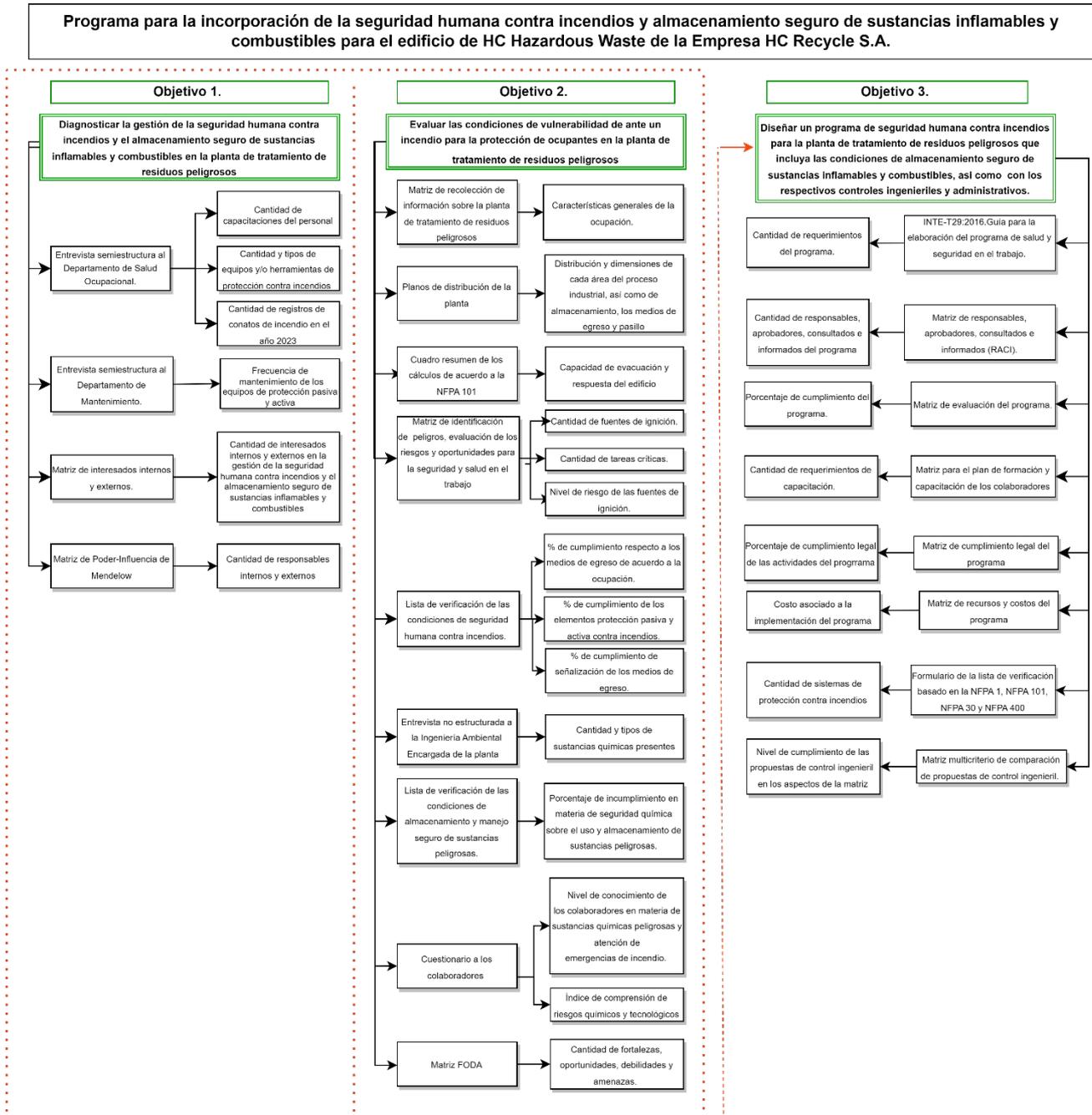
Se elabora una entrevista no estructurada al personal competente en la NFPA del Departamento de Ingeniería de Bomberos. Así se obtienen sugerencias sobre los equipos de combate contra incendios y se comprende la regulación según el tipo de ocupación (ver Apéndice 13). También, se adquieren sugerencias sobre los sistemas de contención de derrames para la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

➤ Matriz multicriterio (salud y seguridad, económico, ambiental, sociocultural, estándares aplicables y entorno de trabajo) de comparación de propuestas

Al plantearse más de una propuesta de solución, se requiere elaborar una matriz de comparación de propuestas que permita visualizar la opción más conveniente para la organización, y que además cumpla con los objetivos de desarrollo sostenible y este dentro de un presupuesto de \$80 000 (ver Apéndice 14).

## 5. Plan de análisis

La figura 3 muestra el plan de análisis por objetivos, es una forma de visualizar la conexión de las herramientas y cómo el objetivo 1 y 2 se unen para determinar las herramientas del objetivo 3.



**Figura 3.** Plan de Análisis para el desarrollo de los objetivos

**Análisis del Objetivo Específico N°1:** Diagnosticar la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Para el primer objetivo se definió el contexto de la organización, la administración y su situación actual. Para ello, se comenzó con la aplicación de la herramienta de la entrevista semiestructurada a la encargada del Departamento de Salud Ocupacional donde se obtuvo información sobre los conatos de incendio ocurridos; la capacitación del personal; la cantidad y tipos de dispositivos de protección contra incendios presentes en el edificio. Seguidamente, se realizó una entrevista semiestructurada al encargado del Departamento de Mantenimiento, de donde se consiguió información respecto a la frecuencia y tipos de mantenimiento aplicable a los dispositivos de combate.

Después, se construyó una matriz de interesados internos y externos en la gestión de la seguridad humana y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles que sirve como insumo para construir la matriz de Poder-Influencia de acuerdo con la información obtenida del manual de puestos otorgado por la encargada del Departamento de Salud Ocupacional. Con los datos obtenidos se formó la matriz de poder e influencia de Mendelow respecto a la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

**Análisis del Objetivo Específico N°2:** Evaluar las condiciones de vulnerabilidad de seguridad contra incendio para la protección de ocupantes de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Como primer paso, se establecieron algunas características generales en relación con la ocupación, de forma en que se adquirieron los siguientes datos:

- Dimensiones del terreno y construcción de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.
- Clasificación de la ocupación.
- Establecer si la ocupación es mixta o separada.
- Las ocupaciones incidentales.

- Características de resistencia al fuego de las diferentes áreas.
- Clasificación del riesgo de incendio.

De forma conjunta se solicitó el plano de distribución de planta para determinar las distancias de recorrido, ancho de pasillos y dimensiones de los medios de egreso. También, con el plano, se identificaron las áreas de almacenamiento, procesos, oficina, parqueo y espacios comunes. Otros aspectos que se pudieron determinar con las dimensiones del edificio son:

- Cantidad de extintores requeridos según la normativa NFPA 101,2021.
- Capacidad de los medios de egreso.
- Distancias de recorrido.
- Carga de Ocupantes.

Estos últimos datos obtenidos, se colocaron en un cuadro resumen para facilitar la visualización de los cálculos.

Seguidamente, se elaboró una matriz de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo, esta se desarrolló de acuerdo con la INTE T55: 2022. La finalidad de esta herramienta es identificar las posibles causas de que se manifieste un riesgo de incendio, explosión o enfermedad laboral por exposición, y permite priorizar las acciones a realizar.

Inicialmente se realizó la identificación de todos los tipos de riesgo presentes en la planta, los controles existentes y los criterios de aceptabilidad del riesgo. Luego se elaboró la evaluación del riesgo considerando los niveles de: deficiencia, exposición, probabilidad y consecuencias. Los criterios para definir estos niveles se encuentran en los Anexos numerados del 2 al 7.

Seguidamente se procede a calcular el nivel de riesgo tecnológico o químico mediante la ecuación:

$$R = P \times C \quad (2)$$

Donde:

P: Nivel de Probabilidad

C: Nivel de Consecuencia

Cabe destacar que para determinar el nivel de probabilidad se tomó como referencia la ecuación:

$$P = D \times E \quad (3)$$

Donde:

D: Nivel de Deficiencia

E: Nivel de Exposición

Después de evaluar el nivel de riesgo, se procedió a establecer el nivel de intervención, esto permitió definir la urgencia de las acciones preventivas o correctivas. De esta forma, se priorizaron los riesgos relacionados a la manipulación de sustancias inflamables y combustibles, incendio y explosión. A partir de allí, se incluyeron los apartados de medidas de intervención y los criterios para establecer controles.

Tomando las características generales de la empresa, así como la recopilación de información del objetivo 1, se desarrolló una revisión de los códigos y normativas NFPA, Reglamento de Construcción, y Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios y se construyó una lista de verificación que evalúa los requerimientos de las normas e identifica las oportunidades de mejora en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Esta lista de verificación según su contenido se dividió en:

1. Elementos de protección pasiva
  - a. Medios de egreso
  - b. Señalización

- c. Iluminación
  - d. Compartimentación
2. Elementos de protección activa
- a. Sistemas de supresión
  - b. Extintores
  - c. Alarma

De esta forma se logró identificar algunas necesidades básicas y cómo cubrirlas para cumplir con la seguridad humana del edificio. Para medir de forma cuantitativa el porcentaje de cumplimiento de cada lista, se estableció la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\sum_{i=1}^n (C)_i}{T - \sum_{i=1}^n (NA)_i} \times 100 \% \quad (1)$$

Donde:

T: Total de ítems contenidos en la lista de verificación

NA: Los requisitos no aplicables

C: Los requisitos que cumplen.

Los cálculos se elaboraron en una hoja de la aplicación Microsoft Excel donde se obtuvo y graficó el resultado de la ecuación para cada una de las listas. De esta forma, se evidenció el porcentaje de cumplimiento en los diferentes aspectos evaluados.

Seguidamente, respecto al tema de sustancias peligrosas, se realizó una encuesta no estructurada a la Ingeniera Ambiental encargada de la planta de tratamiento de residuos peligrosos. En ella se obtuvo información sobre el almacenamiento actual de las sustancias, el tipo de sustancias que se pueden tratar (inflamable, combustible) y los requisitos establecidos actualmente en el edificio para el recibo de materia prima que corresponde a los residuos peligrosos. Adicionalmente, se obtuvo la lista de materiales recibidos hasta el mes de agosto de 2023, lo que facilitó la búsqueda de información respecto a la peligrosidad de estos.

Con la información mencionada anteriormente, se elaboraron listas de verificación que permitieron establecer el porcentaje de cumplimiento en temas de etiquetado, manipulación y almacenamiento de sustancias peligrosas. La evaluación del cumplimiento se realizó bajo el mismo principio de la ecuación (1). Posteriormente, se aplicó un cuestionario al personal ubicado en las instalaciones para determinar el nivel de conocimiento que tienen sobre las medidas de seguridad para evitar que se presente un accidente de incendio, así como, la conciencia en temas de manejo de sustancias inflamables y combustibles.

Finalmente, se construyó una matriz FODA estratégica donde se resumieron la cantidad de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de acuerdo con los datos obtenidos durante la recopilación de información en este objetivo.

**Análisis del objetivo específico N°3.** Diseñar un programa de seguridad humana contra incendios para la planta de tratamiento de residuos peligrosos, que incluya las condiciones de almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, así como los respectivos controles ingenieriles y administrativos.

Respecto al programa, se contemplaron los controles administrativos e ingenieriles; para ello, se utilizó la guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo con base en INTE-T29: 2016. Esta se divide en etapas, por lo tanto, algunos de los puntos cubiertos fueron:

- *Compromiso:* incluye una política firmada por la alta dirección que establece el compromiso de la organización con la salud y seguridad en el trabajo.
- *Rumbo:* Se establecen los objetivos del programa.
- *Asignación de recursos:* definir los recursos humanos, económicos, tecnológicos y cualquier otro necesario para la ejecución del programa.
- *Involucración:* establecer los responsables, incluir a toda la población en el mismo, asignar roles y responsabilidades.
- *Formación:* indicar si se requiere de capacitaciones, qué habilidades y destrezas se deben adquirir para ejecutar el programa con éxito.

- *Cumplimiento legal*: establecer el método para mantener los requisitos legales actualizados.
- *Seguimiento del desempeño*: Establecer indicadores que midan el progreso del programa.
- *Oportunidades de mejora*: contar con una sección para la identificación de oportunidades de mejora en el programa.

En el caso del punto sobre *Formación* se utilizaron los resultados del cuestionario aplicado a los colaboradores de planta de tratamiento de residuos peligrosos para establecer la matriz de planeación de capacitación. Así también, la matriz de involucrados, a partir del diagnóstico inicial, se utilizó para desarrollar la matriz RACI del programa a implementar donde se fijan los roles, responsabilidades y responsables.

Seguidamente, se añade un apartado de procedimientos ante incendio basado en las recomendaciones de la Comisión Nacional de Emergencia, y este se agregó al Plan de Prevención y Atención de Emergencias de la organización. Asimismo, aquellos procedimientos en relación con la manipulación y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

En relación con la *Asignación de costos* se creó una matriz de recursos y costos del programa para poder definirlos para cada una de las alternativas de control administrativo e ingenieril. De igual forma, se generó una matriz de cumplimiento legal del programa que sirve para identificar las normativas a cumplir y si efectivamente los diseños la acatan.

Respecto al diseño ingenieril, este se basa en los incumplimientos y necesidades hallados luego de aplicar las listas de verificación, identificar los peligros y fuentes de ignición, y analizar la causa raíz de los conatos. Además, se requiere que dicho diseño se acople a las características actuales del edificio, específicamente en su distribución, clase de ocupación e incumplimiento normativo. Para la recopilación de ideas de diseño sobre los sistemas y herramientas para el control de derrames, se realizará una entrevista no estructurada a una persona competente en NFPA.

Posteriormente, se evalúa el porcentaje de cumplimiento de los diseños presentados, basado en un formulario de las listas de verificación de la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas. Finalmente, las propuestas pasan por una matriz comparativa (Ver Apéndice 14) que permite determinar el diseño que mejor se acopla a las necesidades expuestas en los puntos anteriores.

#### **IV. Análisis de la situación actual.**

En el presente capítulo se detalla la situación actual respecto a la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

##### *A. Gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.*

En los siguientes subapartados se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación de las herramientas en el orden en que fueron ejecutadas.

##### **1. Actividades contenidas en la gestión de la seguridad humana contra incendios.**

Para conocer la gestión de la seguridad humana contra incendios se realizó el cuadro 6 con los datos obtenidos a partir de la entrevista semiestructurada a la Encargada del Departamento de Salud Ocupacional y al Encargado del Departamento de Mantenimiento, donde se incluyeron: aspectos evaluados, registros, evidencias, cantidad y problemas identificados en materia de seguridad humana contra incendios y frecuencia de mantenimiento de equipos.

**Cuadro 6.**Matriz de recolección de información sobre la gestión actual de la seguridad humana contra incendios

<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Detalle registrado</b>	<b>Evidencias del detalle registrado</b>	<b>Cantidad de registros de las evidencias</b>	<b>Problemas identificados</b>
Actividades contenidas en el plan de emergencias	Capacitaciones del personal en materia de uso de los equipos de protección activa.	Registro fotográfico. Registro de firmas de asistencia.	1	No se ha establecido la periodicidad del refrescamiento en el uso de dichos equipos.
	Inspección y vigilancia de botiquín y equipo de extinción.	Formato de Inspección incluido en el Plan de Salud Ocupacional realizado por la asesora de la empresa.	0	Por el momento no existe documentación de las inspecciones.
Emergencias atendidas por incendio.	Conatos de incendio ocurridos en la planta de tratamiento de residuos peligrosos relacionados con la manipulación de sustancias químicas peligrosas. *	Formato de Investigación de Accidentes incluido en el Plan de Salud Ocupacional realizado por la asesora de la empresa.	3	Falta de capacitación en temas de manipulación y almacenamiento de sustancias químicas inflamables y combustibles.
	Conatos de incendio ocurridos en la planta de tratamiento de residuos peligrosos relacionados con la máquina de trituración. *		1	Falta de comunicación de riesgos químicos, de incendio y explosión en la operación del triturador.
Comunicación de riesgos químicos y tecnológicos.	Registros de la comunicación de los riesgos químicos y tecnológicos, implicados en los procesos hacia los operarios.	Lecciones aprendidas sobre la manifestación o posible manifestación de los riesgos químicos y tecnológicos.	0	No se han implementado charlas de seguridad a los operarios sobre los riesgos químicos y tecnológicos del proceso.
Mantenimiento de maquinaria y equipos.	Maquinaria (triturador y molino).	Mantenimiento anual	0	No se tiene registros de mantenimiento porque no se han puesto en funcionamiento el triturador ni el molino.

	Mantenimiento y conexiones de las instalaciones eléctricas.	Reportes de la empresa contratista	2	Documentos de inspección, instalación, y conexiones respecto a la instalación eléctrica.
	Prueba hidrostática de extintores.	El Departamento de Salud Ocupacional los envía cuando es necesario o después del año.	0	No existe documentación de las veces que se han enviado a Extintores Costa Rica para su mantenimiento,

**\*Nota:** Causas previamente determinadas por el análisis de causa-raíz de la investigación de accidentes hecho por el departamento de Salud Ocupacional.

Como se puede observar los colaboradores recibieron una capacitación en uso de la protección activa contra incendios, esta corresponde al uso de extintores portátiles, su inspección, tipos de agentes extinguidores y tipos de fuego. Uno de los problemas identificados en este aspecto es el refrescamiento del conocimiento adquirido, es decir, retomar los temas para evitar que sean omitidos. Actualmente, el edificio cuenta con siete extintores de 10 lb y 20 lb que utilizan como agente extintor el polvo químico.

Las inspecciones de los extintores portátiles y del único botiquín de emergencias presente, no se han elaborado porque se adquirieron los equipos nuevos en el mes de mayo de 2023, sin embargo, debe ser una revisión mensual y no se ha documentado aún. Cabe destacar que, respecto a la comunicación de los riesgos químicos y tecnológicos, no se cuenta con un procedimiento oficial que permita documentar los mensajes y notificar a los colaboradores de los riesgos de sus tareas.

Adicionalmente, existen tres protocolos para la atención de emergencias de incendio y sismo, pero, en el edificio no se han elaborado simulacros de emergencia ni se ha recibido capacitaciones sobre el control de derrames o asistencia de primeros auxilios. De igual forma, no existen capacitaciones para el almacenamiento y manipulación de sustancias químicas inflamables y/o combustibles que involucre las cantidades que recibe la empresa, la asignación de espacios y las distancias de almacenamiento.

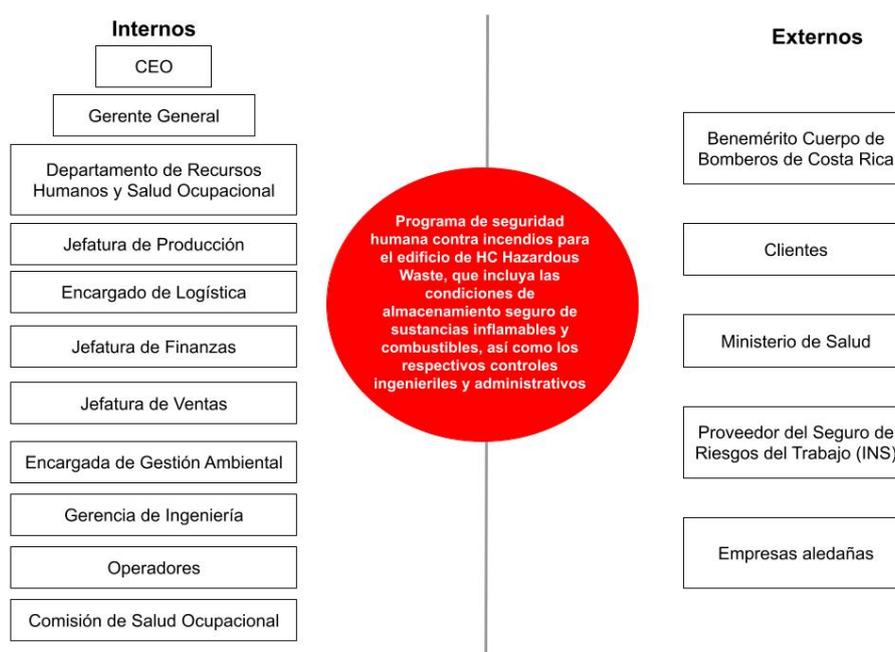
Por otro lado, los eventos de conato de incendio en el periodo del año 2023 se dieron durante el proceso de trituración. La maquinaria utilizada para este proceso trabaja en caliente, la fricción que se genera entre sus cuchillas y el material constituye un riesgo para la seguridad humana contra incendios. Cabe destacar que uno de estos eventos fue durante la manipulación de alcohol, lo cual implica que se debe tener una mayor precaución con las sustancias inflamables y combustibles.

A partir del Cuadro 6, se puede determinar que, de 8 actividades o detalles registrados, únicamente cuatro tienen registros que evidencien su cumplimiento, es

decir, únicamente el 50 % de las actividades cuentan con un respaldo de haberse cumplido. Lo anterior, refleja una oportunidad de mejora en la gestión de la seguridad, que forma parte de un proceso para alcanzar la certificación ISO 45001, sobre el cual la empresa se encuentra sumamente interesado.

## 2. Matriz de interesados internos y externos.

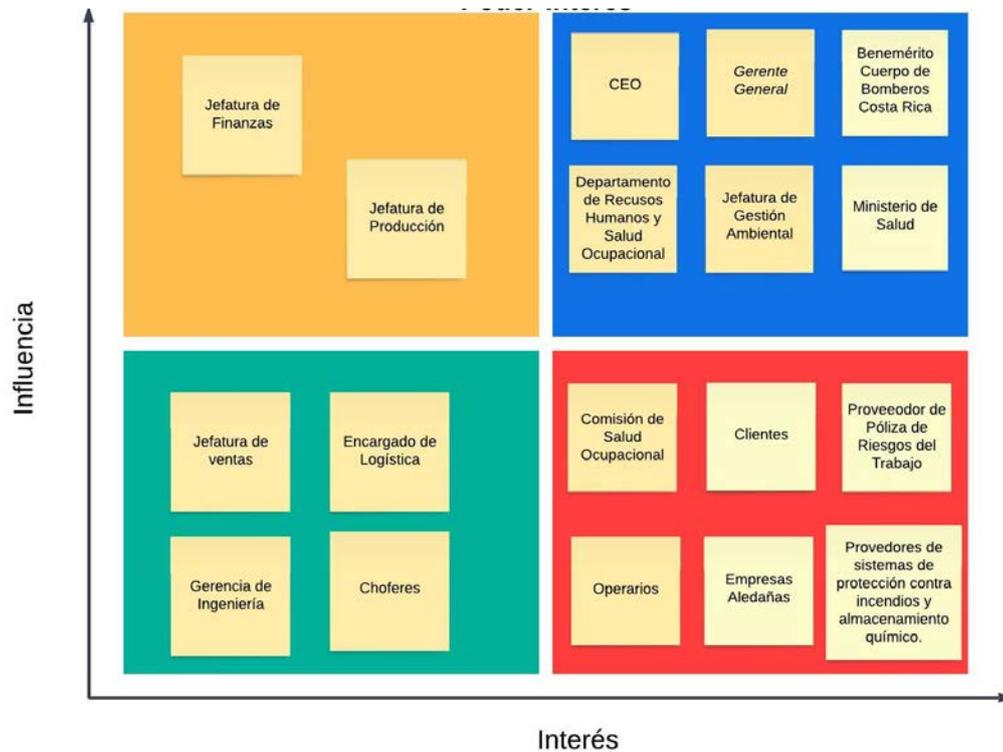
Seguidamente, se construyó una matriz de interesados internos y externos en el proyecto, esta se puede visualizar a detalle en el Apéndice 3. En la Figura 4 se presenta el resumen de dicha matriz.



**Figura 4.** Interesados internos y externos del programa

## 3. Matriz de poder e influencia de Mendelow.

En relación con los interesados internos y externos en la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, se construyó una matriz poder-interés que se puede visualizar en la Figura 5. Además, se utilizó la matriz de interesados sobre nivel de interés, poder, problemas y estrategias de los involucrados para definir su posición en la matriz.



**Figura 5.** Matriz Influencia-Interés

*B. Condiciones de vulnerabilidad de seguridad contra incendio para la protección de ocupantes del edificio.*

**1. Aspectos para la clasificación de la ocupación.**

En el cuadro 5 se definen las condiciones generales del edificio de acuerdo con los requerimientos que solicita la NFPA 101

**Cuadro 7.** Matriz de aspectos generales de la planta de tratamiento de residuos peligroso

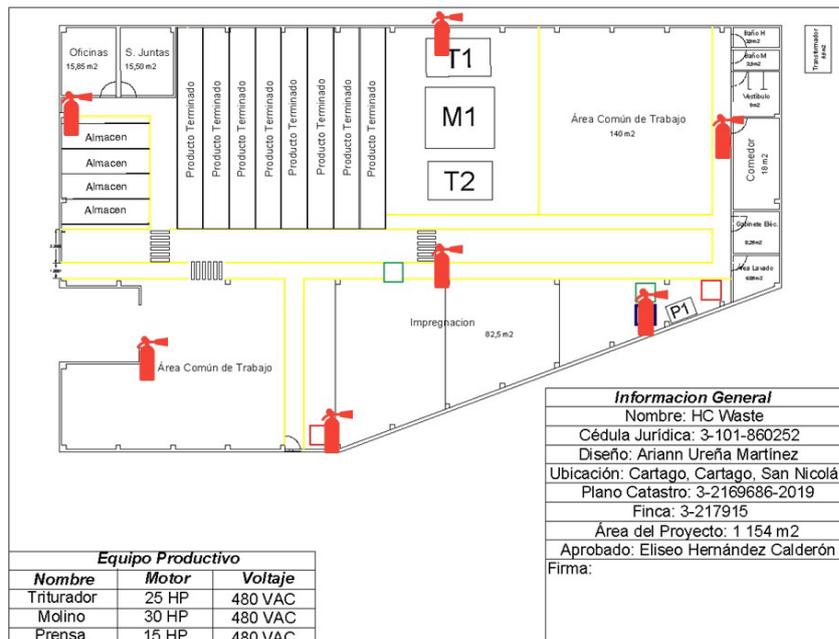
<b>Aspecto</b>	<b>Características</b>
<b>Ubicación</b>	Ochomogo, Cartago.
<b>Niveles</b>	Un solo nivel a una altura desde el nivel del piso de 0.81 m.
<b>Área de terreno</b>	2223 m <sup>2</sup>
<b>Área de edificio</b>	1154 m <sup>2</sup>

<b>Clasificación de la ocupación.</b>	Ocupación múltiple mixta.  Industrial nueva que lleva a cabo operaciones industriales que utiliza, procesa, almacena y manipula contenidos de riesgo elevado, exceden las cantidades máximas permitidas según el código de incendios.  Almacenamiento de riesgo elevado.
<b>Ocupaciones incidentales</b>	Oficina.
<b>Materiales de construcción</b>	Concreto, zinc, Gibson, metal y vidrio.

Adicionalmente, se recalca que es una ocupación mixta, pues comparte los medios de egreso con las ocupaciones incidentales. Sus paredes son de concreto con láminas de zinc. El área de oficinas, comedor, sala de juntas y baños tiene paredes de Gibson con ventanas de vidrio. El edificio posee ventanas, que dan hacia afuera, con marcos de metal, sin vidrio.

## 2. Distribución actual de la planta y equipos de protección contra incendios.

Seguidamente, se presenta el croquis de la distribución actual de la planta de tratamiento de residuos peligrosos en la Figura 6.



**Figura 6.** Croquis de la planta de tratamiento de residuos peligrosos 20233.

### 3. Resumen de los cálculos de la carga de ocupantes, capacidad de los medios de egreso y la separación de salidas

A partir del croquis se sacaron las medidas para determinar la carga de ocupantes y distancias de recorrido, estos resultados se resumen en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Capacidad de evacuación del edificio.

Aspecto evaluado	Valor real	Permitido	Cumple
Distancias de Recorrido	58.86 m	0 m	No
Diagonal de separación entre salidas.	25.87 m	25.37 m	No
Carga de ocupantes total de piso.	2 personas	124 personas	Si
Carga de ocupantes comedor.	2 personas	4 personas	Si
Carga de ocupantes oficinas.	Indefinido	11 personas	Si
Carga de ocupantes sala de juntas	Indefinido	11 personas	Si
Capacidad de los medios de egreso.	79 y 89 personas.	2 personas	Si

*Nota. Lo valores fueron calculados a partir de lo indicado en la NFPA 101,2021.*

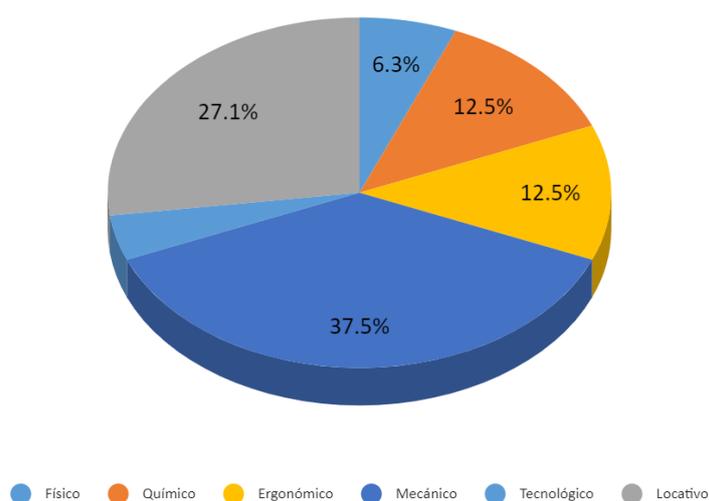
En cuanto a la carga de ocupantes, se denota que se respeta la cantidad máxima ya que el edificio cuenta únicamente con dos personas de forma permanente. Por otro lado, la distancia de recorrido incumple con la sección 7 sobre los medios de egreso de la NFPA 101 (2021), la cual indica que los edificios de alto riesgo completamente protegidos por un sistema de rociadores tienen una distancia de recorrido de máximo 23 metros y en el caso contrario de que no cuenten con este sistema, el recorrido máximo es de 0 metros. Es decir, dado que la planta de tratamiento de residuos peligrosos no cuenta con rociadores, no se puede garantizar una evacuación segura de los ocupantes.

El presente edificio, al ser una ocupación de alto riesgo, a menos de que la distancia de recorrido no exceda los 7.2 m, los espacios sean 18.6 m<sup>2</sup> y la carga de ocupantes sea menor a 3 personas, debe contar con un mínimo de 2 medios de egreso con lo cual, cumple. Respecto a la distancia entre una salida de emergencia

salida ordinaria, esta es menor a la mitad de la diagonal del espacio que cubre, por lo tanto, se incumple este aspecto normativo de la NFPA 101 (2021).

#### 4. Matriz de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo basada en la INTE T55

Para identificar los riesgos de los procesos de impregnación, triturado y molino, se utilizó la metodología de la INTE T55, los principales hallazgos se pueden visualizar en la figura 7 y cuadro 9.



**Figura 7.** Gráfico de porcentaje por clasificación del riesgo

En este edificio se pueden observar riesgos significativos de origen tecnológico y químico que implican que la ocupación se encuentra vulnerable. El primero dado que una inadecuada manipulación de residuos peligrosos involucra el riesgo de incendio y/o derrames (Pérez et al,2018). Asimismo, el riesgo químico se manifiesta por la propagación de gases y vapores que se pueden dar por reacciones no contempladas o bien la evaporación dadas las condiciones ambientales del lugar.

**Cuadro 9.** Resumen de la matriz de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo basada en la INTE T55; riesgos químicos y tecnológicos.

Proceso	Descripción	Fuente de Peligro	Descripción del riesgo	Control existente	Valor del Riesgo
Impregnación	Trasvase de productos químicos.	Manipulación de productos combustibles/ inflamables	Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas.	EPP respiratorio	<b>Nivel II</b>
Molino	Molienda de residuos peligrosos.	Fibras desprendidas.			
Trituración	Triturado de residuos peligrosos	Fibras desprendidas.			
Trituración	Triturado de residuos peligrosos	Gases y vapores emanados por las sustancias en los diferentes procesos			
Molino	Molienda de residuos peligrosos.				
Impregnación	Trasvase de productos químicos.				
Anden	Carga y descarga de sustancias peligrosas y/o combustibles	Manipulación de productos combustibles/ inflamables	Derrame de sustancias químicas	No existe.	
Impregnación	Trasvase de productos químicos	Manipulación de productos combustibles/ inflamables (derrames)	Incendio/ explosión	Extintores en sitio.	<b>Nivel I</b>
Trituración	Triturado de residuos peligrosos	Fricción con las cuchillas de la máquina a temperaturas altas.			
Molino	Molienda de residuos peligrosos.	Fricción con las cuchillas de la máquina a temperaturas altas.			
Trituración	Triturado de residuos peligrosos	Gases y vapores emanados por las sustancias en los diferentes procesos.			
Molino	Molienda de residuos peligrosos.				
Impregnación	Trasvase de productos químicos.				

Anden	Carga y descarga de sustancias inflamables y/o combustibles	Reacciones por derrames donde se mezclen sustancias peligrosas.			
-------	---	---	--	--	--

En el Cuadro 9 se puede apreciar que el nivel de riesgo predominante para el caso de un evento de incendio/explosión es I. Esto debido a que las consecuencias son mortales y/o catastróficas. Implicando una fuente grande de polución del aire, costos en la reconstrucción de la edificación e impacto en la salud de las personas por exposición; sin descartar la posibilidad de muerte de humanos y animales (Mikalsen,2021).

Se visualiza que, en los tres procesos implicados en el tratamiento de residuos peligrosos, existe el riesgo químico de contraer enfermedades por la exposición, y el riesgo tecnológico que por una mala manipulación o bien, la falta de un sistema de protección contra incendios, se presta la posibilidad de manifestarse.

En adición, el riesgo de derrame en diferentes partes del edificio es alto dada la manipulación de los contenedores en vehículos montacargas y carretillas durante su acomodo, carga y descarga; y que el edificio no cuenta con sistemas de contención o desagüe de derrames. Hampton (2023) establece que los líquidos inflamables que se derraman o se esparcen pueden causar un incendio o explosión inmediata. Además de implicar un riesgo de contaminación del agua y de afectación de la fertilidad del suelo.

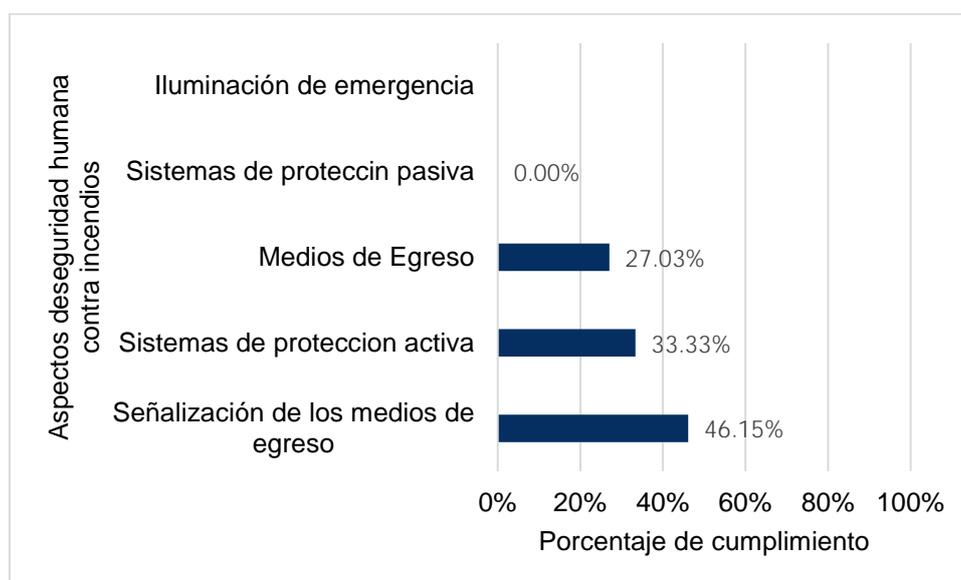
Estos resultados alertan de que se requiere una acción inmediata para implementar controles funcionales y eficientes de control y prevención de incendios y derrames químicos. Por otro lado, respecto a la exposición, la empresa se encarga de revisar y garantizar que el equipo de protección química se encuentre certificado contra el riesgo identificado.

## 5. Evaluación del cumplimiento normativo en materia de seguridad humana contra incendios.

A continuación, se presenta el análisis de resultados al aplicar las herramientas de listas de verificación sobre la seguridad humana contra incendios.

### ➤ **Protección pasiva**

En primer lugar, en la Figura 8 se muestra un resumen de los resultados generales en la respecto al cumplimiento en los elementos de la protección pasiva contra incendios del edificio.



**Figura 8.** Porcentaje de cumplimiento normativo protección pasiva contra incendios

Como se puede observar en la Figura 8, el edificio se encuentra cumpliendo con menos del 50% de los requerimientos establecidos sobre los sistemas de protección pasiva. A continuación, se analizan cada uno de ellos en relación con las anotaciones realizadas durante la inspección.

#### a. Medios de egreso

En la lista de verificación respecto a los medios de egreso se refleja que el edificio cumple con un 25,64% de los aspectos normativos. Lo anterior, se debe principalmente a que la rampa no es accesible para personas con condiciones

especiales. Asimismo, no cumple con la obligatoriedad de tener barandas donde se pueden generar caídas a un desnivel superior a 76 cm (CFIA, 2010), en este caso de 81 cm. También, las características de la pendiente y los descansos no concuerdan con los requerimientos de la Ley 7600.

De igual forma, se cuenta con un medio de egreso lateral cuyo recorrido no es obvio ni directo. Este medio, requiere de la aplicación de esfuerzo y una llave para su apertura; aspecto que corresponde a un incumplimiento en la NFPA 101. Además, de no ser accesible ni contar con un recorrido seguro para los ocupantes.

#### b. Compartimentación

Se obtuvo un resultado de 0% de cumplimiento al ser un edificio que no cuenta con ningún elemento de compartimentación del fuego, dado que anteriormente no se requería pues era una ocupación de riesgo ordinario, con pocos operadores y una pequeña área de trabajo. Sin embargo, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2023) en el apartado 8.2, todos los edificios deben estar divididos en compartimentos para limitar la propagación del fuego y el humo. Principalmente y considerando el alto riesgo y las características de este edificio.

#### c. Iluminación de Emergencia

Respecto a la iluminación de emergencia no se cuenta con la misma, por lo tanto, se considera un cumplimiento del 0%. Cabe recalcar que la iluminación de emergencia permite una evacuación segura de los ocupantes dado que comúnmente en situaciones de emergencia la electricidad se desconecta.

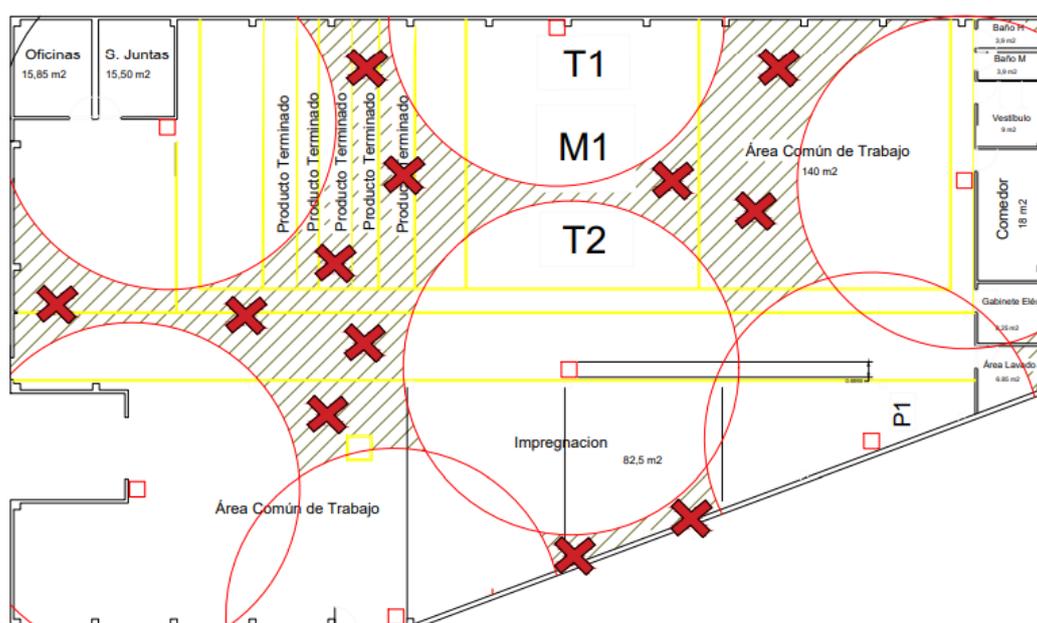
#### d. Señalización de los medios de egreso

En el caso de la señalización, no se cumple que las salidas sean obvias, algunos de los materiales obstaculizan la visibilidad de las señales y estas no cuentan con una iluminación apropiada para su distinción e identificación.

### ➤ ***Elementos de protección activa***

En el caso de los elementos de protección activa, actualmente el edificio no cuenta con sistemas de alarma, detección o anunciación, ni sistema de rociadores. Los elementos con los que cuenta para la protección y resguardo del edificio son los extintores de 10 lbs y 20 lbs.

Se obtuvo como número de extintores mínimo de la ocupación un total de 4 tipo 4-A para un riesgo extra, el edificio posee 7 extintores por lo que cumple con la cantidad. En la figura 8 se presenta su nivel de cobertura de acuerdo con la NFPA 10, versión 2022.



*Nota: Las cruces rojas representan áreas sin cobertura y las franjas amarillas los pasillos.*

**Figura 9.** Cobertura de los extintores distribuidos en el edificio.

Como se puede observar la distribución de extintores incumple con la NFPA 10, dado que, no cubren la totalidad del edificio, se pueden ver los espacios sin cobertura marcados con franjas rectas y una “x”. En adición, se destaca que la NFPA 10 (2022) establece que no deben instalarse solo extintores como una protección para líquidos inflamables donde la superficie exceda de  $0.93 \text{ m}^2$ , recalcando a necesidad de otros sistemas adicionales.

## **6. Inventario de residuos peligrosos que se almacenan y tratan en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.**

Este edificio es una ocupación de riesgo elevado dado que se trata con materiales incendiables en estado líquido y/o sólido. De acuerdo con la información brindada por la Ingeniera Ambiental, entre los residuos recibidos se encuentran:

- Trapos y textiles contaminados.
- Sólidos contaminados: envases plásticos, metal, vidrio, pegamento.
- Líquidos aceites, gasolina, diésel.
- Pinturas y solventes.
- Equipo de protección personal (EPP) contaminado.

Al realizar el conteo en planta de los residuos que se encuentran actualmente, se obtiene la información del cuadro 10.

## **7. Cumplimiento normativo en términos de almacenamiento y seguridad química.**

En relación con la lista de verificación del cumplimiento normativo en términos de almacenamiento y seguridad química, se obtuvo un porcentaje del 30%. Esto debido principalmente a la falta de rotulación de los envases, las características del proceso de impregnación, el conocimiento en el manejo de sustancias y el material de los contenedores de almacenamiento.

Por otra parte, se destaca que para el presente análisis se consideró que los estañones, con una capacidad máxima de 55 gal, se encontraban llenos. Los valores permitidos fueron tomados de la tabla 9.6.1. sobre almacenes no protegidos de la NFPA 30 (2024) en la columna de contenedores (Ver Anexo 13). Asimismo, la recolección de información, considerando que las proporciones pueden variar, sobre las cantidades actuales de estañones se hizo el 4 de septiembre de 2023. Lo anterior, se resume en el cuadro 10.

**Cuadro 10.** Inventario de sustancias presentes en el edificio

Sustancia	Clasificación NFPA	Clasificación SGA	Tipo de almacenamiento	Cantidad Permitida	Cantidad Almacenada	NFPA 30
Solventes	IB	Inflamable	Temporal	120 gal	1265 gal	No cumple
Grasa	IIIB	Inflamable	Temporal	13200 gal	165 gal	Cumple
Aceite	IIIB	Inflamable	Temporal	13200 gal	220 gal	Cumple
Pinturas	IC	Combustible	Temporal	120 gal	220 gal	No cumple
Alcohol	IB	Inflamable	Temporal	120 gal	605 gal	No cumple

En el Cuadro 10 se observa que la mayoría de las sustancias se encuentran en una cantidad superior a la que recomienda la NFPA 30, lo que aumenta el riesgo de explosión y/o incendio. Se destaca, además, que la clasificación SGA se tomó de las fichas técnicas propias de cada una de las sustancias por aparte.

Dichas sustancias son de almacenamiento temporal considerando que están en una planta de tratamiento y que el movimiento de material es constante. Esto resulta de un beneficio ya que entre mayor cantidad de producto se almacene, mayor es la peligrosidad (Cisterna, 2011).

Además, dentro de los aspectos indicados en la NFPA 30 se estipula que las cantidades almacenadas pueden aumentar en un 100% mientras se cuente con un sistema de protección contra incendios o dentro de muros contrafuego con resistencia de 4 horas. Dado que lo anterior no se encuentra presente, la vulnerabilidad del edificio es aún mayor.

Otro aspecto importante para considerar es que el edificio tiene un sistema de control de derrames basado en muros de contención para el área de impregnación. Estos muros son de concreto por lo que cumplen con el punto 22.11.3.4 de la NFPA 30, sin embargo, solo existen para el proceso, no contempla el espacio de almacenamiento temporal.

Cabe destacar que actualmente, existen estañones almacenados dentro del dique de contención, lo cual incumple con lo estipulado en el inciso 22.11.3.6 de la NFPA 30 que establece que todo contenedor lleno o vacío no debe ser guardado

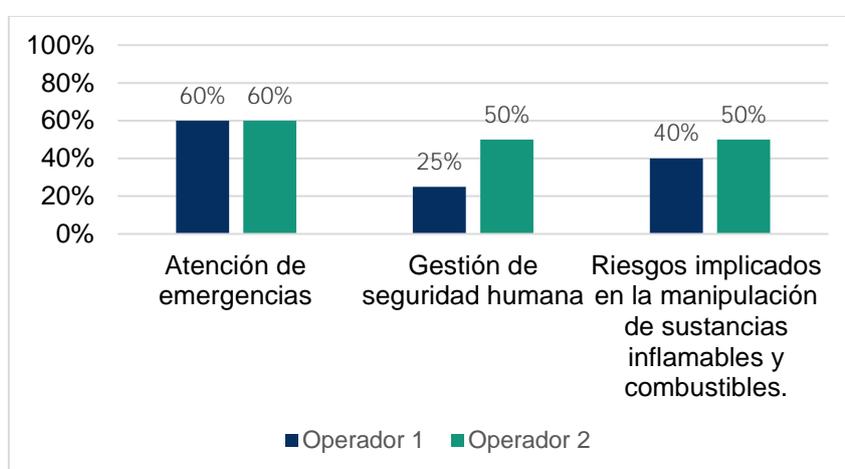
en dicha área. También, existen algunos de estos contenedores que se encuentran rotos, golpeados o de materiales que pueden resultar no resistentes a las sustancias químicas como, por ejemplo, envases plásticos.

Se desconocen los protocolos para controlar derrames fuera del dique, ya que en el edificio no se cuenta con rejillas o algún sistema de drenaje. Además, hay algunas de las fichas de seguridad, pero no están al alcance de todos los operadores puesto que se guardan en otro edificio.

Por otra parte, no existe un control de ingreso de residuos para asegurar que los envases ingresen debidamente rotulados, cuya responsabilidad es del ente generador ya que es quien conoce lo que desecha. De igual forma, los colaboradores no tienen acceso a las fichas de seguridad (SDS) permanentemente, por ende, no pueden verificar que las sustancias incompatibles estén separadas.

## 8. Capacidad de respuesta ante emergencia de incendio del personal de la planta.

Por medio del cuestionario aplicado a los colaboradores de planta (ver Apéndice 8), se evaluó el nivel de preparación y conocimiento sobre la actuación ante una emergencia de incendio en el edificio. De igual forma, se consultó su conocimiento sobre el manejo de sustancias químicas inflamables y combustibles. Los resultados obtenidos se presentan en la figura 10.



**Figura 10.** Porcentaje de conocimiento en materia de seguridad humana y manejo de sustancias inflamables y/o combustibles

El 100% de los trabajadores ha recibido la capacitación sobre el uso de extintores, su inspección y tipos. De igual forma, conocen donde se ubican cada uno de los extintores de la planta y pueden inspeccionar el estado del extintor. Durante la aplicación del cuestionario, indicaron haber recibido la capacitación en las instalaciones de la empresa de gestión de residuos en el mes de mayo de 2023, ya que se cuenta con una sala de capacitaciones disponible para tal fin.

Como parte de las sugerencias y observaciones recopiladas de los cuestionarios, cabe destacar que el 100% de los colaboradores de la planta desconocen los protocolos de actuación ante emergencia establecidos en el plan de atención de emergencias del edificio y presentan una gran preocupación por su seguridad por el alto riesgo de incendio que conlleva la manipulación y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

Adicionalmente, uno de los colaboradores desconoce el tema de manipulación de sustancias químicas inflamables y combustibles, mientras que el otro, por experiencia laboral en otra empresa, tiene un conocimiento parcial. Ambos expresan su interés por mejorar el proceso de mezcla de sustancias químicas y de igual forma, contar con capacitaciones y sobre el tema. Se recopila que el procedimiento de impregnación conlleva un riesgo de reacción química, implicando así que se puedan dar explosiones, incendios, emanación de gases, entre otros; asunto que también genera inseguridad en los ocupantes.

## **9. Matriz FODA estratégico**

Seguidamente se presenta el análisis FODA estratégico que permite identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Estos aspectos se detallan en el cuadro 11.

**Cuadro 11.** Matriz FODA estratégico

<b>Factores internos</b>          <b>Factores externos</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la inducción del personal se les indica como actuar en caso de emergencia.</li> <li>2. Los colaboradores recibieron capacitación en el manejo, identificación e inspección de extintores portátiles.</li> <li>3. Existencia formularios para la investigación de accidentes y comunicación de lecciones aprendidas sobre conatos de incendio y accidentes derivados de la manipulación de sustancias inflamables y combustibles.</li> <li>4. A todos los operarios se les entrega equipo de protección personal certificado.</li> <li>5. Disposición en la empresa de salas de capacitación.</li> <li>6. Presencia de extintores portátiles en el edificio.</li> <li>7. Presencia de un Departamento de Salud Ocupacional con asesoría de una empresa externa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estañones de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles dañados.</li> <li>2. Falta de formación del personal en temas de almacenamiento seguro, manejo y control de derrames.</li> <li>3. Inversión significativa para la implementación del proyecto al tomar en cuenta el tamaño de la empresa.</li> <li>4. Desconocimiento por parte del personal del plan de emergencia.</li> <li>5. Poca documentación de las actividades en materia de gestión humana contra incendios.</li> <li>6. Ausencia de equipo de control de derrames para atender un eventual derrame de productos inflamables y combustibles.</li> </ol>
<b>Oportunidades</b>	<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias DO</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compromiso con la mejora continua y el fortalecimiento del Departamento de Salud Ocupacional para alcanzar la certificación ISO 45001.</li> <li>2. Diferenciación en el mercado.</li> <li>3. Actualización normativa por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener actualizado el plan de emergencia y brindar entrenamiento constante para la actuación ante emergencias (simulaciones, simulacros). (F1-O1)</li> <li>• Aprovechar el espacio para implementar las medidas que permitan posteriormente optar por una certificación ISO 45001. (F5-O1)</li> <li>• Aprovechar el involucramiento de la empresa en temas de la seguridad humana contra incendios como aspecto diferenciador en el mercado (F7-O2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar el entrenamiento y capacitación en temas de almacenamiento y control de derrames de sustancias inflamables y combustibles. (D2, D6,O1)</li> <li>• Atracción de nuevos clientes por compromiso de la empresa con la seguridad humana y así obtener un ingreso económico mayor. (D3-O2)</li> <li>• Comunicación efectiva del plan de emergencias al personal. (D4-O1)</li> </ul>

<p>Costa Rica con el manejo de materiales peligrosos.</p> <p>4. Auditorías externas exitosas en temas de Salud y Seguridad Ocupacional con las empresas clientes como parte de los servicios brindados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener actualizadas las capacitaciones brindadas al personal sobre la actuación ante emergencias, uso de equipo de atención de incendios, manejo de sustancias inflamables y combustibles, con los cambios en la legislación que se puedan presentar. (F1, F2,O1,O4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inversión en contenedores adecuados para el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles. (D1-O4)</li> <li>Mejorar la adaptación de la empresa al cambio y la actualización a los nuevos requisitos de almacenamiento y manipulación de materiales peligrosos. (O3-D1)</li> </ul>
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
<ol style="list-style-type: none"> <li>Cierre de la empresa por incumplimiento de la normativa legal requerida.</li> <li>Inconformidad de clientes.</li> <li>Actos y condiciones inseguras que conlleven a la manifestación de un incendio en las empresas aledañas.</li> <li>Cambios en la legislación nacional e internacional vigente en materia de incendios y manipulación de sustancias peligrosas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Departamento de Salud Ocupacional debe de realizar una revisión semestral para el cumplimiento de normativas en materia de seguridad humana, manipulación y almacenamiento de sustancias peligrosas. (F7-A4, A1)</li> <li>Disposición de las salas de capacitación para instruir a los colaboradores en la materia de seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles; y brindarles las herramientas y entrenamientos que aumenten su confianza. (F5, A1, F6, A3)</li> <li>Implementar programas abiertos al público de capacitación sobre manejo de residuos peligrosos y actuación segura para la prevención de accidentes de incendio. (F5, F7, A2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer entrenamientos que permitan a los colaboradores actuar con seguridad al atender una emergencia conforme con el plan de emergencias establecido. (D2, A3, D4, A1)</li> <li>Aprovechar la inversión en el programa para evitar las ordenes sanitarias y el paro productivo por daños humanos o materiales. (D3, A1,D6, A2)</li> <li>Almacenar en recipientes no reactivos con el material para evitar un evento de incendio que pueda afectar a las empresas aledañas. (D1, A4)</li> </ul>

## V. Conclusiones

- En la gestión de la seguridad contra incendios se denota faltas en la actualización y aplicación de capacitaciones respecto a los protocolos de evacuación, atención de emergencias y aspectos relacionados al almacenamiento de sustancias peligrosas. Además, no se cumplen las inspecciones que se deben realizar, ya que no se cuenta con un control de seguimiento de dichas actividades. Por lo tanto, se refleja la necesidad de establecer controles y metodologías de seguimiento de actividades, identificación de necesidades y el reforzamiento de capacitaciones como parte de la gestión de la seguridad humana; con el fin de que los colaboradores conozcan e implementen los protocolos de actuación en caso de incendio, explosión o derrames, ya que de no atenderlo podría haber consecuencias graves para la vida.
- El edificio incumple en los requerimientos respecto a los medios de egreso, distancia de recorrido hacia la salida, señalización de emergencia; además, carece de un sistema de detección y alarma que alerte a los ocupantes en caso de emergencia. Lo anterior, impide la rápida evacuación del edificio y dificulta la labor del Benemérito Cuerpo de Bomberos para extinguir el fuego.
- El edificio carece de compartimentación que impida la propagación de fuego y humo a otras partes del edificio. Por lo tanto, en caso de un evento todo el edificio se verá comprometido y se espera una rápida propagación del humo.
- No existe un control de recibo de materiales donde además de obtener la hoja de seguridad de cada residuo, estos vengán etiquetados en relación con su peligrosidad y cuantificados en galones o litros, lo que dificulta su almacenamiento contabilizar la cantidad real y verificar el cumplimiento de los límites máximos de almacenamiento. También, dificulta la tarea de los colaboradores de separarlos de acuerdo con su compatibilidad química, representando un riesgo de reacciones desencadenantes de incendio y/o explosión.

- Se destaca la necesidad de contar con un sistema de control de derrames que prevenga la mezcla entre sustancias líquidas peligrosas que pueda ocasionar un incendio, contaminación de las fuentes de agua y/o liberación de gases y vapores. Eventos que comprometerían la salud e integridad física de los colaboradores y las empresas vecinas.

## **VI. Recomendaciones**

- Establecer un programa para la gestión de la seguridad humana donde se establezcan las actividades, responsables e involucrados, actualizaciones, seguimiento y monitoreo. En adición, que incluye un plan de formación y capacitación en temas de prevención y protección contra incendios, y el almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, con su respectivo registro y refrescamiento.
- Sobre los medios de egreso, se recomienda la apertura de una salida de emergencia cercana al área de la prensa para cumplir con la distancia de recorrido una vez que se instalen rociadores. En ella se tendrá que considerar la construcción de un acceso a la salida protegido con elementos de protección pasiva con una resistencia al fuego de al menos 1 hora. Además, deberá estar debidamente señalada como lo establece la INTE 21-02-02:2016 para que los colaboradores puedan identificar las rutas de evacuación.
- Se recomienda la remodelación de la rampa de acceso principal para que cumpla con los requisitos de la NFPA y Ley 7600 respecto a los descansos, pendientes y barandas. Además de construir para la salida de emergencia lateral, una escalera o rampa acorde a los lineamientos de la NFPA 101.
- Se recomienda la instalación de un sistema de rociadores automáticos que permita que las distancias de recorrido permitidas sean al menos de 23 m, aumente la posibilidad de evacuar a todos los ocupantes de forma segura e incremente la capacidad de almacenamiento. Asimismo, se requiere de un sistema de detección y alarma para prevenir que la manifestación de un incendio se propague a gran velocidad por todo el complejo y edificios aledaños. Así como aumentar el tiempo para evacuar y salvaguardar la vida de los ocupantes.
- Se recomienda compartimentar la ocupación, de forma que el almacenamiento de sustancias líquidas inflamables y/o combustibles se encuentren separadas por un muro cortafuego con resistencia de al menos 2 horas. Además, que cuente con un sistema de contención contra derrames y de igual forma, supresión y detección de incendios.

- Solicitar a todos los generadores de residuos peligrosos las fichas de seguridad (SDS) de todos los desechos generados, así como sus respectivas etiquetas de peligrosidad en cada recipiente. Con las Sus elaborar un registro del ingreso de sustancias de acuerdo con la clase de peligro y la cantidad. De esta forma se mantiene un control sobre el límite de cantidad almacenada permitido y, con las áreas previamente designadas por tipo de sustancia, se agiliza y facilita el proceso de almacenamiento; así como se informa a los operarios de los riesgos a los que se encuentran expuestos.

## **VII. Alternativas de solución**

En este apartado se describen las diferentes propuestas de solución para la integración de la gestión humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### **A. Controles Ingenieriles**

Inicialmente se muestran las alternativas de control ingenieril para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles. Una vez determinadas las alternativas, fueron comparadas y se escogió una que permite solventar la necesidad identificada por tema, en el análisis de la situación actual.

#### **1. Propuestas para la incorporación de la seguridad humana contra incendios.**

Las alternativas expuestas para este primer apartado están enfocadas en alcanzar un nivel razonable de seguridad humana ante el riesgo de incendio en el edificio por la presencia de sustancias inflamables y combustibles. Cada una de ellas se alinea a la NFPA y los códigos aplicables, que se detallan en su descripción. Finalmente, se desarrolla la alternativa que mejor se alinee al alcance y objetivos del proyecto en cuestión.

##### **i. Protección Pasiva contra Incendios**

A continuación, se establecen las propuestas para la protección pasiva contra incendios, en ella se contemplan: medios de egreso, iluminación y señalización de la ruta de evacuación. Estas alternativas se elaboraron con base en lo estipulado en la NFPA 101 del año 2021.

- Medios de egreso

Con respecto a los medios de egreso, se establece la necesidad de la apertura de salidas debido a que, al ser una ocupación de alto riesgo, se requiere una evacuación rápida con distancias cortas de recorrido. Para ello, se pretenden

instalar dos medios de egreso adicionales. La apertura de dichas salidas será directamente al exterior, ya sea por la parte posterior o delantera del edificio. Para definir la puerta que se debe instalar se presentan tres propuestas de esta, las cuales se detallan en el cuadro 9.

**Cuadro 12.** Propuestas de puerta para los medios de egreso.

ID	Aspecto	Imagen de referencia	Descripción	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$) IVA incluido
1	<b>Puerta cortafuego serie N</b>	 <p>Cosey (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerta con certificación de resistencia al fuego por 180 minutos.</li> <li>• Dimensiones de 1324 x 2188 mm.</li> <li>• Cumple con la normativa NFPA 257, 252, 105 y 80.</li> <li>• Rejilla de ventilación con certificación UL contrafuego.</li> <li>• Barra antipánico.</li> <li>• Cerradura externa de llave.</li> <li>• Construida de acero con aislante de poliestireno reversible.</li> <li>• El precio incluye el transporte y la instalación.</li> </ul>	2	1 840 Cosey (2023)	3 680 Cosey (2023)
2	<b>Puerta cortafuego CF1800</b>	 <p>Multi (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al fuego de 180 minutos.</li> <li>• Dimensiones 1050 x 2100 mm.</li> <li>• Cumple con la normativa NFPA 80.</li> <li>• Certificación UL.</li> <li>• Barra antipánico</li> <li>• Cerradura externa de llave.</li> <li>• Construida de acero.</li> <li>• El precio incluye la instalación, pero no el transporte.</li> </ul>	2	1 350 Multi (2023)	2 700 Multi (2023)

3	<p><b>Puerta metálica cortafuego fuego Roper</b></p>	 <p>El arquitecto (2023).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al fuego de 1 hora.</li> <li>• Dimensiones: 1 m x 2.5 m.</li> <li>• Certificación UNE.</li> <li>• No incluye barra antipánico ni cierre automático.</li> <li>• Fabricada en acero galvanizado con aislante térmico de lana de roca de alta densidad.</li> <li>• El precio no incluye transporte ni instalación.</li> </ul>	2	<p>866 El arquitecto (2023).</p>	<p>1 732 El arquitecto (2023).</p>
---	--	--	---	---	--------------------------------------	--

- Iluminación de Emergencia

A continuación, en el Cuadro 13 se presentan tres alternativas para instalar luces de emergencia dentro de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

**Cuadro 13.** Alternativas de luces de emergencia

ID	Nombre de la alternativa	Imagen de referencia	Descripción	Costo unitario (€) con el IVA incluido.
1	Lámpara de emergencia Led E-45 Sylvania.	 <p>Fuente: IESA (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo luminoso 170 lm</li> <li>• Certificación UL.</li> <li>• Marca: SYLVANIA</li> <li>• Autonomía de 90 minutos.</li> <li>• Cumple con las características y desempeño de la NFPA 101.</li> <li>• Autonomía de 90 minutos.</li> <li>• Color de luz: blanco.</li> </ul>	19 663.7
2	Lámpara de emergencia Cooper Lightning solutions.	 <p>Fuente: IESA (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje en pared o cielo.</li> <li>• Certificación UL.</li> <li>• Marca: Cooper Lighting Solutions.</li> <li>• Cumplimiento</li> <li>• Cumple con las características y desempeño de la NFPA 101 y OSHA.</li> <li>• Autonomía de 90 minutos.</li> <li>• Color de luz: blanco.</li> </ul>	32 437.6
3	Lámpara de emergencia Led E-40 Sylvania.	 <p>Fuente: El lagar (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo luminoso 130 lm</li> <li>• Certificación UL.</li> <li>• Marca: SYLVANIA</li> <li>• Cumple con las características y desempeño de la NFPA 101.</li> <li>• Autonomía de 90 minutos.</li> <li>• Certificación UL.</li> <li>• Color de luz: blanco.</li> </ul>	15 910.0

ii. **Protección activa contra incendios**

Las siguientes alternativas de protección activa contra incendios se enfocan en los sistemas de detección y alarma. Los estándares y condiciones de dichos equipos están basados en la NFPA 101 y la NFPA 72. Son 3 opciones de sistemas integrados de detección y alarma para el edificio.

**Cuadro 14.** Alternativas de solución respecto a la protección activa contra incendios.

Alternativa 1					
Dispositivo	Imagen de referencia	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Alarma de incendio G1AVRF	 <p>Edwards (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlistada UL 1971 y ULC S526.</li> <li>• Montaje en el techo y pared.</li> </ul>	2	51.49	102.98
Panel	 <p>Edwards (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca Edwards.</li> <li>• Listado UL 864.</li> <li>• Puerto de conexión a computador.</li> </ul>	1	4 522.25	4 522.25
Sensor de humo y calor direccionable	 <p>Edwards (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado UL, aprobación FM.</li> <li>• Mapeo automático de dispositivos.</li> <li>• Advertencia por detector sucio.</li> <li>• Usa el cableado existente.</li> <li>• Tecnología fotoeléctrica.</li> <li>• Incluye su base de montaje.</li> </ul>	6	88.23	529.38
Detector de calor de la alternativa 1.	 <p>Edwards (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detector de temperatura fijo de activación a 57°C.</li> <li>• Dispositivo con dirección electrónica preestablecida de fábrica.</li> <li>• Memoria inteligente de eventos.</li> <li>• Compatible con paneles direccionables inteligentes IO64 e IO1000.</li> <li>• Incluye su base.</li> </ul>	1	63.87	63.87

Detector Beam.	 Security Doctors (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De 5 a 100 metros de cobertura.</li> <li>• Resistencia a la luz, no se activa ante una acumulación significativa de sol.</li> <li>• Resistencia ante obstrucción de objetos.</li> <li>• Sensibilidad automática.</li> <li>• Estación de prueba remota capaz de realizar pruebas electrónicas de humo simuladas desde el nivel del suelo.</li> <li>• Indicadores LED de espera, falla y alarmas visibles desde el frente y abajo.</li> <li>• Certificaciones UL y FM.</li> <li>• Incluye llave de pruebas.</li> </ul>	1	788.33	788.33
Activación Manual	 Edwards (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado UL, ULC, CSFM.</li> </ul>	3	90.49	271.47
<b>Costo de los dispositivos</b>				\$6 278.08	
<b>Software requerido para el control del sistema desde cualquier dispositivo</b>				\$4 893.17	
<b>Mano de obra e instalación</b>				\$6 656.05	
<b>IVA (13 %)</b>				\$2 317.58	
<b><u>Costo total de la implementación</u></b>				<b>\$20 145.08</b>	
<b>Alternativa 2</b>					
Alarma de incendio y luz estroboscópica	 Security Doctors (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Notifier</li> <li>• 88 db a 16 volt.</li> <li>• Instalación únicamente en pared.</li> <li>• Certificado UL y FM.</li> </ul>	8	57.87	462.98

Panel	 <p>Security Doctors (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta 318 puntos de conexión.</li> <li>• Verificación de alarma por punto.</li> <li>• Simulacro por medio de módulos de monitoreo.</li> <li>• Prueba automática del detector de acuerdo con la norma NFPA 72.</li> <li>• Alerta de mantenimiento</li> <li>• Minimiza el tiempo de instalación, permiten tiempos de respuesta más rápidos, y simplifican el mantenimiento y la usabilidad.</li> <li>• Incluye la puerta de enlace y el kit de puerta de enlace.</li> </ul>	1	2 985.04	2 985.04
Detector beam	 <p>Security Doctors (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De 5 a 100 metros de cobertura.</li> <li>• Resistencia a la luz, no se activa ante una acumulación significativa de sol.</li> <li>• Resistencia ante obstrucción de objetos.</li> <li>• Sensibilidad automática.</li> <li>• Estación de prueba remota capaz de realizar pruebas electrónicas de humo simuladas desde el nivel del suelo</li> <li>• Indicadores LED de espera, falla y alarmas visibles desde el frente y abajo</li> <li>• Certificaciones UL y FM.</li> <li>• Incluye su estación de prueba, montaje y mini módulo de monitoreo.</li> </ul>	4	1 219.34	4 877.36
Detector de humo eléctrico	 <p>Security Doctors (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honeywell NOTIFIER FSP-951.</li> <li>• Permiten identificar en el panel exactamente el lugar y detector que se activa.</li> <li>• Detecta humo de una amplia gama de fuentes de combustión.</li> <li>• Interruptor de prueba funcional incorporado activado por imán externo</li> <li>• Detectores de espacio 9.1 m.</li> <li>• Incluye la base para su montaje.</li> </ul>	8	104.34	834.72

<b>Estación Manual</b>	 Security Doctors (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación sencilla.</li> <li>Sistema contra activación involuntaria ante agitaciones, golpes o sacudidas.</li> <li>Cumple con el estándar UL 38 sobre estaciones manuales de alarma.</li> </ul>	2	141.38	282.76
<b>Costo de los dispositivos</b>					\$ 9 442.23
<b>Mano de obra e instalación</b>					\$ 1 814.21
<b>IVA (13 %)</b>					\$ 1 259.40
<b>Costo total de implementación</b>					<b>\$ 12 515.84</b>
<b>Alternativa 3</b>					
Alarma	 Security Doctors (2023)	<b>Marca: System Sensors</b> Sirena de 88 dB + a 16 volts. Se puede instalar en la pared o en el techo. Señal audible y visible.	8	105.44	843.52
Panel	 Security Doctors (2023)	Cumplimiento con la normativa NFPA 72. Panel automático de dispositivos. Certificación UL. Automáticamente ajusta la sensibilidad del detector y aumenta la resistencia ante falsas alarmas por acumulación de polvo. Medidor de sensibilidad portátil inalámbrico que ahorra la necesidad de voltímetros, magnetos y conectores físicos.	1	740.41	740.41
Detector		Tecnología fotoeléctrica de detección a humo.	21	36.93	775.53

	 Security Doctors (2023)	Cabezal del sensor duradero (no es necesario un reemplazo en corto tiempo). Listado en UL. Uso Industrial			
Alarma Manual	 Security Doctors (2023)	Listado UL, ULC, MEA, FM y CSFM Diseño y color visible y elegante. Certificado en ISO 9001. Fácil instalación, mantenimiento y operación.	8	54.93	439.44
<b>Costo de los dispositivos</b>					\$2 792,1
<b>Costo de mano de obra e instalación</b>					\$1 500,0
<b><u>Costo total de implementación</u></b>					<b>\$4 292,1 IVA incluido</b>

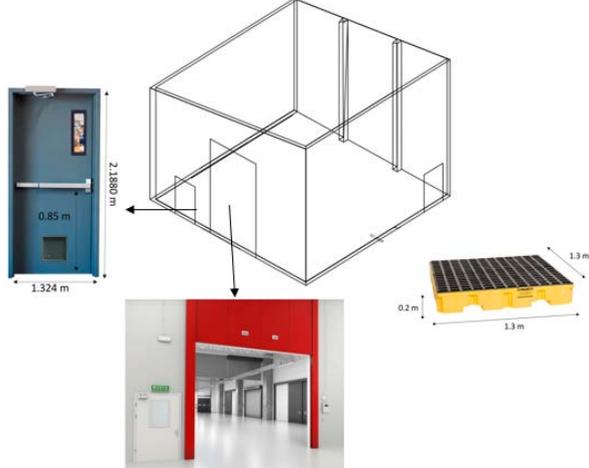
Nota: La alternativa 1 fue cotizada por E dintel, la 2 por Microtronics Costa Rica y la alternativa 3 por Security Doctors.

## **2. Propuestas para el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.**

### **i. Compartimentación**

La compartimentación permite limitar el tamaño del incendio, reduce la cantidad de humo y facilita la extinción; con ella se alcanza un almacenamiento seguro de las sustancias inflamables y/o combustibles en un edificio. Es por ello por lo que en el cuadro 15 se presentan las propuestas de solución para cumplir con lo estipulado en la norma NFPA 400, NFPA 30, NFPA 101 y el Reglamento Nacional de Bomberos Costa Rica. Se recalca que cada uno de los costos de las alternativas contempla el impuesto de valor agregado (IVA).

**Cuadro 15.** Alternativas de compartimentación de la planta de tratamiento de residuos peligrosos

ID	Aspecto	Imagen de referencia	Descripción	Costo (\$)
1	Bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muros de hasta 4 horas de resistencia al fuego.</li> <li>• Dimensiones: 10 m x 10.4 m</li> <li>• Puerta resistencia al fuego de 4 horas.</li> <li>• Portón cortafuego con resistencia de 2 horas.</li> <li>• Tarimas de contención de derrames con una capacidad de ubicar cuatro estañones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerta: 1840.</li> <li>• Portón: 5 000.</li> <li>• Muros: 25 804,77 l.</li> <li>• Tarimas (25 unidades): 17 706, 47.</li> </ul>
<b>Costo total de la alternativa 1</b>			<b>\$ 50 341,24</b>	
2	Contenedor de almacenamiento de estañones.	 <p style="text-align: center;">Denios (2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 horas de protección interna y externa.</li> <li>• Alineado a las regulaciones de NFPA, OSHA y EPA.</li> <li>• Certificación UL.</li> <li>• Racks ajustables ajustable.</li> <li>• Capacidad para 32 estañones.</li> <li>• Volumen de 1054 galones.</li> <li>• Control de derrames.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 46 000 cada gabinete, se requieren 2 para no limitar la cantidad de almacenamiento.</li> <li>• Importación 20 000.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones: 7.16 m x 2.25 m x 3.93 m</li> </ul>
<b>Costo total de la alternativa 2</b>			<b>\$132 000,00</b>
<b>3</b>	<b>Bodega de almacenamiento con contenedor de estañones.</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Unión de ambas especificaciones para alcanzar un mayor nivel de protección y a su vez, poder aumentar la cantidad de estañones que se pueden almacenar de acuerdo con la NFPA 30.</li> <li>Contenedores de almacenamiento de estañones 132 000.</li> <li>Bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles: 50 341,24</li> </ul>
<b>Costo total de la alternativa 3</b>			<b>\$116 341,24</b>

Finalmente, en el Cuadro 16 se puede visualizar el resumen de las características de cada una de las propuestas anteriormente planteadas.

**Cuadro 16.** Resumen de las alternativas de control ingenieril.

Alternativa	Elemento	Aspectos					
		Salud y Seguridad	Ambiental	Económico	Social/Cultural	Estándares aplicables	Entorno de trabajo
1	<b>Puertas cortafuego</b>	Indica una resistencia al fuego de 3 horas. Cuenta con una barra antipánico.	Tiene una vida útil de más de 20 años.	Es la alternativa más costosa, pues adquirir tiene un costo de \$3 680.	Se requiere de entrenamientos y capacitación para evitar que los usuarios obstaculicen los medios de egreso y, además, conozcan como actuar en caso de emergencia.	Cumple con la NFPA 257,252, 105 y 80. Certificado UL contrafuego.	La alternativa se ajusta al espacio y tipo de ocupación.
2		Tiene una resistencia al fuego de 3 horas. Cuenta con una barra antipánico.		Adquirir dos puertas tiene un costo de \$2 700.		Cuenta con certificación UL.	
3		No indica la resistencia al fuego. No cuenta con una barra antipánico.		Adquirir dos puertas tiene un costo de \$866 sin embargo, se debe considerar que hay que importar el producto.		Cuenta con certificación UNE (europea) que no es aceptada en Costa Rica.	
1	<b>Iluminación de emergencia</b>	Autonomía de 90 minutos.	Su vida útil es de 5 años.	La alternativa se encuentra en un punto medio.	No requiere de capacitar al personal. Únicamente al personal encargado de su mantenimiento.	Cumple con la NFPA 101 y OSHA.	La alternativa se ajusta al espacio y tipo de ocupación
2		Autonomía de 90 minutos.		Es la alternativa más costosa.		Cumple con la NFPA 101	
3		Autonomía de 90 minutos		Es la alternativa de menor costo.		Cumple con la NFPA 101.	

1	<b>Sistemas de detección y alarma</b>	Permiten detectar y alertar las situaciones de emergencia.	Pueden durar hasta 10 años sin ser reemplazados los equipos.	El costo de implementar esta alternativa es de <b>\$20,145.08</b>	Requieren de una capacitación sobre su uso.	Cumplen con la certificación UL.	Requiere de hacer remodelaciones en el techo.
2				El costo de implementar esta alternativa es de <b>\$12,515.84</b>			Utilizar tecnología Beam más ajustable a la ocupación.
3				El costo de implementar esta alternativa es de <b>\$4.292,1</b>			Requiere de hacer remodelaciones en el techo.
1	<b>Bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles</b>	Cuenta con muros de resistencia al fuego de 3 horas. Control de derrame por medio de tarimas.	Previene la contaminación de las fuentes de agua.	Su costo es de <b>\$50.341,24</b>	Requiere de capacitación de los EPP, uso de tarimas y químicos almacenables en ella.	Cumplimiento de los lineamientos de la NFPA y certificación UL de los componentes.	Se acopla al entorno, las modificaciones son pocas. El espacio se encuentra disponible. Permite almacenar un 200% adicional.
2		El contenedor cuenta con resistencia al fuego de 2 hora y cuenta con control de derrames		Su costo es de <b>\$132.000</b> dólares y se requiere importar por lo que existe un costo variable adicional.	Requiere capacitación sobre su uso y mantenimiento.	Certificación UL.	Permite almacenar un 200% adicional, sin embargo, se requeriría la adquisición de otro modelo para alcanzarlo.

3		Los estañones se encuentran separados de la ocupación industrial por muros de resistencia a 3 horas y adicionalmente se encuentran almacenados en un contenedor con resistencia de 2 horas.		Su costo es de aproximadamente de <b>\$116.341,24.</b>	Requiere de ambas capacitaciones anteriormente propuestas.	Certificaciones de NFPA y UL.	Alcanza un 300% de almacenamiento adicional permitido.
---	--	---	--	--	--	-------------------------------	--

A cada una de las alternativas anteriormente descritas se les asignará un puntaje para identificar aquella que resulte la mejor opción en función de los criterios del cuadro 17. Se priorizó aquellas que contribuyen de forma significativa a la seguridad de los ocupantes del edificio, así como las que se ajustan a las necesidades y condiciones de este. La escala de puntuación va de 1 a 3, siendo el 3 la puntuación más alta. Los criterios de evaluación varían según el tema al que corresponden como se puede observar en el cuadro 17.

Posteriormente, los criterios del cuadro 17 son utilizados para aplicar la evaluación que se observa en el cuadro 18. De esta forma, se escogió la alternativa de mayor puntuación.

**Cuadro 17.** Criterios de la escala de evaluación para la escogencia de controles ingenieriles

Aspectos	Puntuación		
	1	2	3
<b>Puertas cortafuego</b>			
Salud y seguridad	Requiere de más tiempo para permitir la evacuación rápida de los ocupantes. Por ejemplo, requiere una llave o acceso autorizado.	Permite la evacuación segura y rápida de los ocupantes, pero no contiene un herraje antipánico	Tiene una barra antipánico para una evacuación más segura del edificio. Es de color rojo indicando la protección contra fuego.
Económico	La alternativa implica importar el producto y/o supera los \$3 000.	La alternativa no implica importación, pero se encuentra entre los \$2 000 y \$3 000.	La alternativa se encuentra entre los \$500 y \$2 000.
Sociocultural	El diseño requiere de una capacitación avanzada a los colaboradores.	El diseño requiere de una capacitación sencilla a los colaboradores.	El diseño no requiere de capacitación.
Ambiental	El componente tiene una vida útil de 20 años y requiere de un mismo procedimiento de instalación en los tres casos.		
Estándares aplicables.	La alternativa cumple con un solo estándar aplicable.	La alternativa cumple parcialmente con los estándares aplicables. NFPA 101 ANSI Certificación UL.	La alternativa cumple con los estándares aplicables en su totalidad. NFPA 101 ANSI Certificación UL.
Entorno de trabajo	La alternativa resulta una opción que no se adapta al espacio y el tipo de ocupación.	La alternativa requiere de algunos ajustes en el espacio, pero esta alineada al tipo de ocupación.	La alternativa se ajusta al espacio y el tipo de ocupación.
<b>Iluminación de emergencia</b>			
Salud y seguridad	Cuenta con autonomía de funcionamiento de 90 minutos.		
Económico	Requiere una inversión mayor a 300 000 colones.	Requiere una inversión entre 100 000 y 200 000 colones	Requiere menos de 100 000 colones de inversión.
Sociocultural	No requieren de capacitación o ajuste de los trabajadores.		
Ambiental	La vida útil de las luminarias es de aproximadamente 5 años.		

Estándares aplicables.	La alternativa no cuenta con ninguna certificación	Cuenta únicamente con la certificación UL.	Cuenta con la certificación UL e incluso tiene otros certificados.
Entorno de trabajo	No afecta el área de trabajo.		
<b>Sistemas de detección y alarma</b>			
Salud y seguridad	La alternativa se plantea con base en el edificio y no los riesgos contenidos en la operación.	La alternativa se plantea considerando algunos riesgos, pero no todo el complejo.	La alternativa se plantea considerando los riesgos de los materiales y tareas.
Económico	La alternativa supera los \$13 000.	La alternativa se encuentra entre los \$9 000 y \$13 000 dólares.	La alternativa se encuentra entre los \$4 000 y \$9 000.
Sociocultural	El diseño requiere de una capacitación avanzada a los colaboradores.	El diseño requiere de una capacitación sencilla a los colaboradores.	El diseño no requiere de capacitación.
Ambiental	El equipo debe estarse cambiando por uno nuevo.	El equipo tiene una vida útil definida y debe de ser reemplazado cada cierto periodo.	El equipo tiene una vida útil y resiste a diferentes cambios en las condiciones.
Estándares aplicables.	La alternativa tiene una certificación distinta a la NFPA 72.	La alternativa cumple parcialmente con los estándares aplicables. NFPA 72.	La alternativa cumple con los estándares aplicables en su totalidad. NFPA 72
Entorno de trabajo	La alternativa resulta una opción que no se adapta al espacio y el tipo de ocupación.	La alternativa requiere de algunos ajustes en el espacio, pero esta alineada al tipo de ocupación.	La alternativa se ajusta al espacio y el tipo de ocupación.
Salud y Seguridad	La alternativa se plantea con base en el edificio y no los riesgos contenidos en la operación.	La alternativa se plantea considerando algunos riesgos, pero no todo el complejo.	La alternativa se plantea considerando los riesgos de los materiales y tareas.
<b>Almacenamiento</b>			
Salud y seguridad	El diseño disminuye parcialmente el riesgo de incendio y/o derrame de sustancias químicas.	El diseño disminuye parcialmente el riesgo de incendio y/o derrame de sustancias químicas.	El diseño disminuye considerablemente el riesgo de incendio y/o derrame de sustancias químicas.
Económico	La propuesta supera los \$100 000.	La propuesta se encuentra es mayor a \$70 000, pero menor a \$100 000.	La propuesta se encuentra entre los \$40 000 y \$70 000.

Sociocultural	El diseño requiere de una capacitación avanzada a los colaboradores.	El diseño requiere de una capacitación sencilla a los colaboradores.	El diseño no requiere de capacitación.
Ambiental	Hay un riesgo alto de que el derrame se traslade al alcantarillado.	Existe el riesgo de que un derrame alcance el alcantarillado o fuentes de agua.	El riesgo de derrames está totalmente controlado.
Estándares aplicables.	No cumple con las especificaciones de la NFPA 30	Cumple parcialmente con las especificaciones de la NFPA 30	Cumple con la NFPA 30.
Entorno de trabajo	La alternativa interfiere con las actividades del entorno.	Se deben hacer algunos ajustes del entorno para aplicar la alternativa.	La alternativa se ajusta al entorno de trabajo.

**Cuadro 18.** Evaluación de las propuestas de control ingenieril

Alternativa	Elemento	Aspecto						Puntaje
		Salud y seguridad	Económico	Ambiental	Sociocultural	Estándares	Entorno de trabajo	
1	Puerta de emergencia	3	1	3	2	3	3	15
2		3	2	3	2	3	3	16
3		1	3	3	2	1	3	13
<b>Propuesta seleccionada</b> 		<p>Con base en la información tomada de las fichas técnicas de los productos, se determinó que las dos primeras alternativas cuentan con la certificación de resistencia al fuego requerida. Poseen los accesorios de barra antipánico y cierre automático necesarios, además de contar con las dimensiones requeridas para el medio de egreso. La escogencia se vio influida por el precio de la segunda alternativa, ya que resulta ser más económica.</p>						
1	Iluminación de emergencia	3	2	3	3	3	3	17
2		3	1	3	3	3	3	16
3		3	2	3	3	3	3	17
<b>Propuesta seleccionada</b> 		<p>Las tres propuestas se consideran útiles para el objetivo, la diferencia radica en los precios y aspectos estéticos. En este caso se escogió la alternativa 1 por la confiabilidad con el proveedor y su flujo luminoso superior.</p>						
1	Sistemas de detección y alarma	3	2	3	1	3	1	13
2		3	1	3	1	3	3	14
3		1	3	3	1	3	1	11
<b>Propuesta seleccionada</b> 		<p>Se escoge la alternativa 2 dado que fue la analizada a partir de un recorrido de inspección exhaustiva y además implementa tecnología ideal para bodegas. Adicionalmente, contempla que instalar detectores convencionales de humo y calor en un techo elevado puede ocasionar falsas alarmas.</p>						

<b>1</b>	<b>Bodega para almacenamiento</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
<b>2</b>		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>3</b>		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>13</b>
<b>Propuesta seleccionada</b>		<p>De acuerdo con los criterios previamente establecidos, en este caso la mejor alternativa por el momento es la 1. Las tres alternativas ofrecen un almacenamiento seguro; sin embargo, principalmente por el costo de la alternativa 3, no resulta viable para la empresa su implementación y la alternativa 2 requiere del pago de la importación de un producto muy pesado a una larga distancia, lo cual puede ser muy costoso.</p>						



**Versión  
01**

**Fecha:**  
Noviembre 2023.

**Programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.**

**Elaborado por:**

Ana Belén Conejo  
González

**Revisado por:**

Mónica Carpio Chaves

**Aprobado por:**

\_\_\_\_\_

## Índice de contenidos del programa

**Sección I. Introducción al programa..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Sección II. Aspectos Generales del programa.... ¡Error! Marcador no definido.**

1. Información general de la organización ..... ¡Error! Marcador no definido.

2. Liderazgo para la prevención de riesgos ocupacionales.¡Error! Marcador no definido.

3. Participación de las personas trabajadoras ¡Error! Marcador no definido.

4. Cumplimiento legal ..... ¡Error! Marcador no definido.

5. Identificación de peligros y evaluación de riesgos¡Error! Marcador no definido.

**Sección III. Prevención y Control de Riesgos..... ¡Error! Marcador no definido.**

1.Controles ingenieriles para la gestión de la seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles. .... ¡Error! Marcador no definido.

2.Controles administrativos para la gestión de la seguridad humana y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles. . ¡Error! Marcador no definido.

**Sección IV. Formación y capacitación. .... ¡Error! Marcador no definido.**

**Sección V. Validación de las propuestas de control administrativo e ingenieril.  
..... ¡Error! Marcador no definido.**

**Sección VI. Evaluación y Seguimiento del Programa¡Error! Marcador no definido.**

**Sección VII. Conclusiones y Recomendaciones.¡Error! Marcador no definido.**



# Sección I. Introducción al programa

---

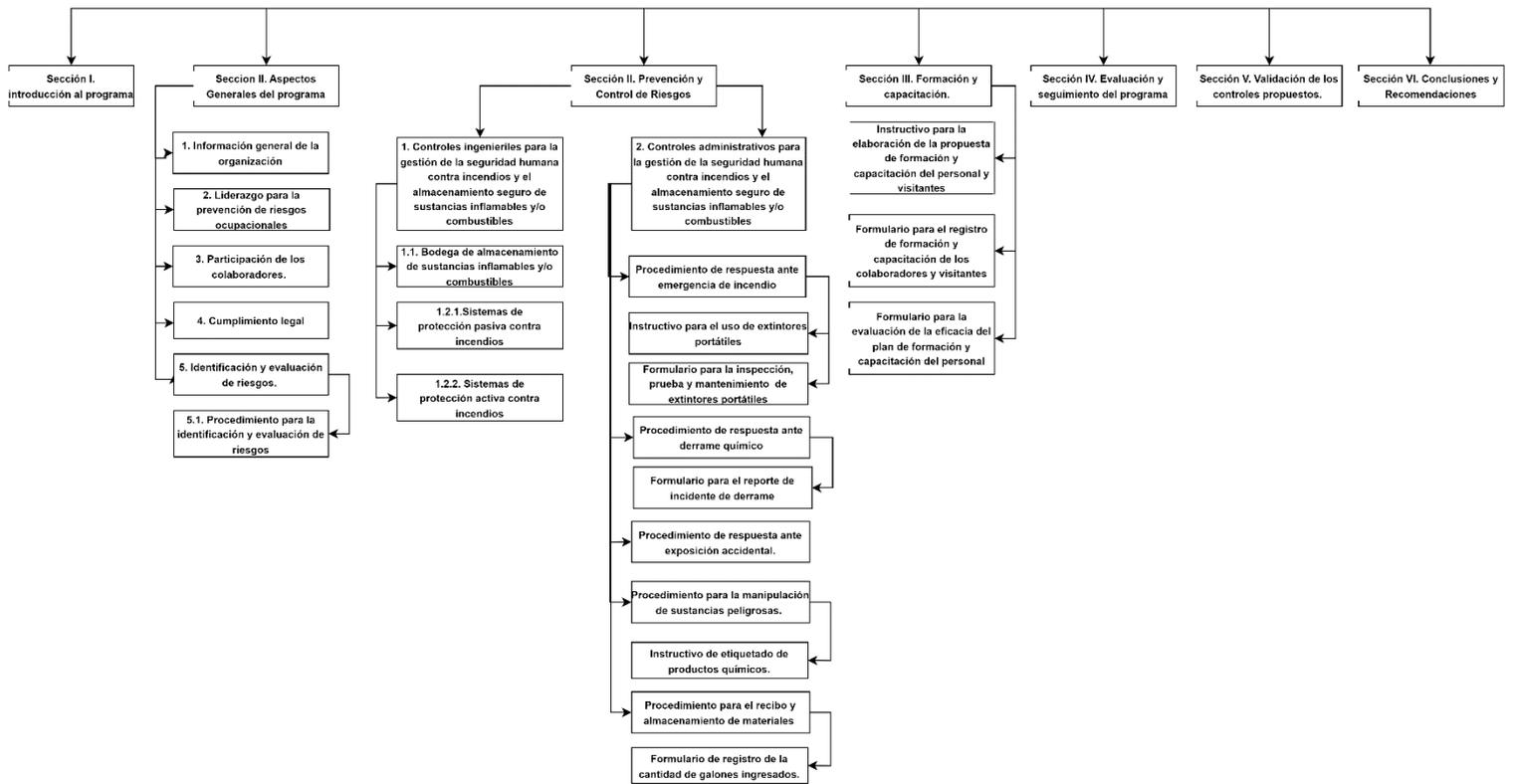
## 1. Introducción

El presente programa se establece con el fin de promover e implementar la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos. Su aplicación busca garantizar la protección de las personas, el medio ambiente y los activos de la empresa; aspectos que se definieron anteriormente en riesgo por el tipo de ocupación, procesos y materiales que se manejan en el edificio.

Cabe destacar que el compromiso de cada uno de los miembros de la organización es primordial para llevar a cabo con éxito las acciones pertinentes para alcanzar este objetivo, y a su vez, cumplir con las obligaciones legales aplicables al tipo de ocupación. De igual forma, el presente documento pretende ser una guía para el control y mejora continua de las acciones en temas de Salud Ocupacional e incluso, evidenciar la preocupación y empeño de la empresa en cumplir con los requisitos normativos y mejorar la seguridad de los colaboradores.

El programa corresponde al primer paso para solventar el incumplimiento normativo del edificio con respecto a la NFPA 101 y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios de Bomberos de Costa Rica. Es decir, se plantea como una primera etapa de un plan de acción que posteriormente incluirá otros aspectos de mejora recomendados al final de este documento.

Los contenidos de este programa incluyen los controles administrativos e ingenieriles para la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles en el edificio. Asimismo, incluye procedimientos, diseño, instructivos, formularios, entre otros. Estos contenidos se ven reflejados en la figura 1.



**Figura 1.** Resumen de contenidos del programa.

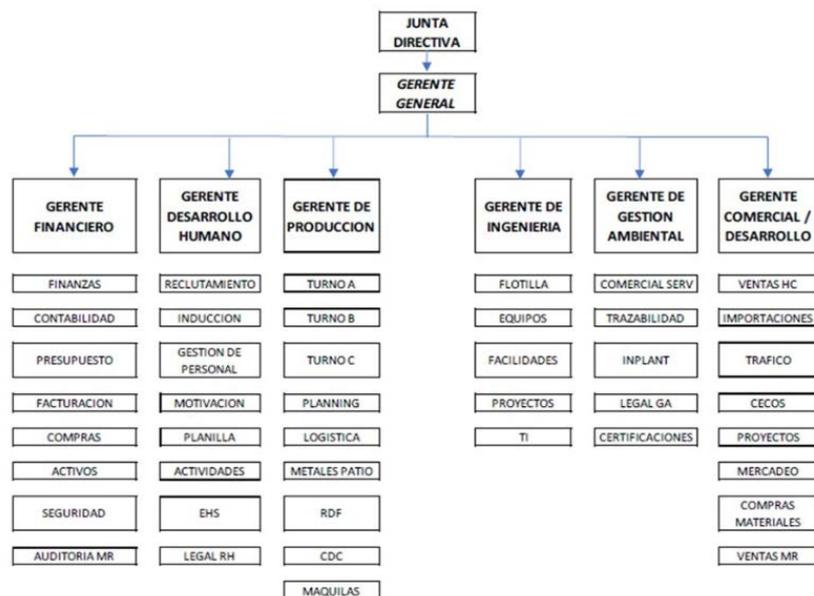
## Sección II. Aspectos Generales del programa

En la presente sección se describen los aspectos generales del programa, esto incluye: la información general de la organización, el liderazgo para la prevención de riesgos ocupacionales, la participación de los colaboradores, el cumplimiento legal y la identificación y evaluación de riesgos.

### 1. Información general de la organización

La empresa de gestión de residuos es una empresa dedicada al tratamiento de residuos peligrosos en Costa Rica; sus servicios incluyen lo que es el transporte, tratamiento, almacenamiento y venta de dichos materiales.

En la figura 2 se incluye el organigrama de la organización, cabe destacar que el departamento de Salud Ocupacional se encuentra actualmente absorbido por el de Recursos Humanos, compuesto por una persona, y cuenta con la asesoría de una Ingeniera en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental de una empresa consultora. Cabe destacar que en el edificio laboran dos operarios, cuyo horario de trabajo es de 6:00 a.m. a 3:30 p.m.



**Figura 2.** Empresa de gestión de residuos (2023).

La organización cuenta con diferentes canales para solicitar el servicio o consultar por el mismo. Por otra parte, recibe: trapos contaminados, EPP contaminado, aceite, gasolina, diésel, fluorescentes, bombillos, refrigerantes, aerosoles y grasas; así como también recolecta baterías de plomo o níquel, refrigerantes, tóner de impresión y cartuchos de tinta, recipientes vacíos de plaguicidas, pinturas y solventes.

## **2. Liderazgo para la prevención de riesgos ocupacionales.**

### **2.1. Compromiso de la Alta Dirección**

La planta de tratamiento de residuos peligrosos se atiene a la política de Salud Ocupacional establecida por la empresa de gestión de residuos, debido a que se encuentra bajo la misma administración. En el año 2023 la empresa estableció lo siguiente dentro del Plan de Salud Ocupacional, revisado y aprobado por la Alta Dirección de la empresa:

*La planta de tratamiento de residuos peligrosos velará por el cumplimiento de la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, tendientes a la prevención de riesgos ocupacionales a través de la asignación de los recursos necesarios, que permitan analizar y minimizar las causas de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, igualmente de garantizar las condiciones de seguridad industrial a empleados; impulsando la mejora continua de las condiciones y los hábitos laborales para propender el bienestar, así mismo exigir el cumplimiento de las normas vigentes en Salud Ocupacional a proveedores y contratistas.*

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo general**

Proponer soluciones ingenieriles y administrativas para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### **2.2.2. Objetivos específicos, metas e indicadores.**

En el cuadro 1 se presentan los objetivos específicos, las metas asociadas y los indicadores que serán utilizados para llevar un control y seguimiento del programa.

**Cuadro 1.** Objetivos, metas e indicadores para el control y seguimiento del programa.

Objetivo Específico	Meta	Indicador	Formula del indicador
Definir los controles administrativos y sus responsables, para la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	Lograr que un 100% de las partes interesadas cumplan los roles y responsabilidades asignados en este programa para la gestión de la seguridad humana y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles desde que se aprueba la implementación del programa.	Porcentaje de actividades del programa concluidas o en proceso.	$\frac{\text{Cantidad de actividades concluidas}}{\text{Cantidad total de actividades planificadas}} \times 100$
Implementar los controles ingenieriles para para la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro sustancias inflamables y combustibles.	Cumplir con el 100% de las medidas de prevención y protección requeridas para el tipo de ocupación de acuerdo con el Reglamento Técnico General sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios en un periodo de 3 años.	Porcentaje de controles ingenieriles de prevención y protección implementados.	$\frac{\text{Cantidad de controles ingenieriles implementados}}{\text{Cantidad de controles ingenieriles propuestos}} \times 100$
Establecer las capacitaciones y el entrenamiento del personal para el almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables y combustibles.	Capacitar al 100% del personal del edificio en temas de manipulación y almacenamiento seguro de productos químicos peligrosos a los 2 meses de implementado el programa considerando un cronograma de tres semanas que podría atrasarse por tiempo y demanda de producción.	Porcentaje del personal que asiste a las capacitaciones.	$\frac{\text{Cantidad de asistentes a la capacitacion}}{\text{Cantidad de operarios con la obligación de asistir}} \times 100$

<p>Establecer las actividades del formación y capacitación del personal para el almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables y combustibles.</p>	<p>Capacitar al 100% del personal del edificio en temas de seguridad humana y protocolos de actuación en caso de una emergencia de incendio y/o derrame en los próximos 6 meses después de haber implementado el programa.</p>	<p>Porcentaje del personal que asiste a las capacitaciones.</p>	$\frac{\text{Cantidad de asistentes a la capacitación}}{\text{Cantidad de operarios con la obligación de asistir}} \times 100$
<p>Definir las herramientas para la evaluación y el seguimiento del Programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.</p>	<p>Completar al menos un 70% de las actividades planteadas en el programa en el próximo año después de implementado el programa.</p>	<p>Porcentaje de cumplimiento del cronograma de actividades luego de aplicar el programa.</p>	$\frac{\text{Actividades del cronograma aplicadas y cerradas}}{\text{Total de actividades contenidas en el programa}} \times 100$

## 2.3. Recursos

**2.3.1. Económico:** En cada una de las alternativas y controles expuestos en este programa se detallan los costos asociados para su implementación. En el cuadro 2 se incluye el costo total de aplicar los controles ingenieriles y administrativos del programa.

**Cuadro 2.** Costo total de la implementación de los controles del programa.

Descripción	Costo (C)
Sistemas de protección contra incendios.	9 179 076.66
Almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles.	27 461 424
Formación y capacitación.	134 727
<b>Total</b>	<b>36 775 227.66</b>

**2.3.2. Humano:** Este programa está dirigido a todo el personal de la planta de tratamiento de residuos peligrosos e involucra a los miembros administrativos de dicha operación. La participación de todas las partes es fundamental para alcanzar las metas del programa y la mejora continua.

**2.3.3. Recurso tecnológico:** En la empresa se utiliza el recurso OneDrive para compartir la información, esto facilita encontrar los procedimientos, instructivos y formularios desde cualquier parte.

## 2.4. Roles y Responsabilidades

Para la gestión y control de este programa se aplicó la Matriz RACI, a fin de determinar los roles y responsabilidades asignadas a los principales encargados de la ejecución e implementación de este; esta se puede visualizar en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Matriz RACI de los principales encargados y responsables de la ejecución del programa.

N°	Actividad	R	A	C	I
<b>Liderazgo</b>					

1	Diseño del programa para la gestión de la seguridad humana y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	SO	AG	DP	GI
2	Aprobación del programa para la gestión de la seguridad humana y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.	SO	AG	GI	DP
3	Designar el presupuesto para la implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos del programa.	AG	AG	JF	SO
4	Informar a la totalidad de trabajadores sobre los requerimientos y procedimientos del programa.	SO	AG	DP	CO
<b>Gestión de la Seguridad Humana</b>					
5	Asignación de responsables y responsabilidades.	SO	AG	DP & GI	CO
6	Inclusión del programa en el plan de emergencia de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.	SO	AG	-	-
7	Seguimiento de los protocolos de actuación en caso de emergencia propuestos en el presente programa.	CO	-	-	-
8	Realización y revisión de los formatos de las herramientas de inspección de equipos de emergencia contra incendios y cumplimiento de los lineamientos del programa.	SO	-	-	-
9	Inspección periódica de los equipos de emergencia y contra incendios.	SO	-	-	-
<b>Evaluación de riesgos</b>					
10	Aplicación de las listas de verificación para evaluar la gestión de la seguridad humana y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles (lista de verificación de las condiciones de seguridad humana contra incendios y la lista de verificación respecto al cumplimiento en materia de almacenamiento de sustancias peligrosas).	SO	-	-	-
11	Determinación del porcentaje de cumplimiento de las actividades contenidas en el programa.	SO	-	-	-
<b>Formación y capacitación</b>					
12	Planeación de capacitaciones para el personal.	SO	AG	GP	CO
13	Establecer el cronograma de capacitaciones y la periodicidad de estas.	SO	GP	AG	CO
<b>Cumplimiento legal</b>					
14	Revisión y verificación de las actualizaciones de las normativas aplicables en las páginas oficiales de los entes correspondientes.	SO	AG	-	-
15	Establecer las acciones para mantener actualizado el programa.	SO	AG	-	-
16	Aprobación de los cambios y mejoras en el programa.	AG	-	SO	-
<b>Evaluación y mejora</b>					
17	Verificación del cumplimiento normativo.	SO	-	-	-
18	Identificación y estudio de mejoras para el programa.	SO	-	-	-
19	Aprobación de mejoras del programa.	AG	-	-	-
20	Designación de los recursos para implementar las mejoras del programa.	SO	AG	GI	-
<b>Revisión y seguimiento del programa.</b>					
21	Revisión de las sugerencias y aplicación de cambios.	SO	-	GI	-
22	Registro de cambios	SO	-	-	--

<b>23</b>	Notificación de los cambios a todos los involucrados.	<b>GP</b>	-	-	<b>CO</b>
<b>Nota:</b> R: Responsable; A: Aprueba; C: Consultado; I: Informado					
AG: Alta Gerencia SO: Departamento de Salud Ocupacional GI: Gerencia de Ingeniería JF: Jefatura de Finanzas JV: Jefatura de Ventas DP: Departamento de Producción CO: Colaboradores EXT: Empresa a cargo del mantenimiento de extintores					

### **3. Participación de las personas trabajadoras**

En temas de seguridad laboral es de suma importancia contar con el apoyo de las personas trabajadoras, pues son quienes mejor conocen el proceso y sus riesgos. En este programa, esta participación se ve reflejada a través de las capacitaciones, procedimientos e instructivos establecidos para que los colaboradores puedan realizar sus tareas de forma segura sin comprometer su integridad física y mental.

Sumado a lo anterior, se plantean los recorridos de seguridad donde la encargada del Departamento de Salud Ocupacional habla directamente con los colaboradores sobre los aspectos que se pueden mejorar, los temas que necesitan reforzar, entre otros. Además, su papel en la construcción de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos es fundamental, ya que esta se basa en la observación continua de los procesos y tareas, sumado al aporte de cada uno de los colaboradores en su puesto.

También, se implementan las vías de comunicación creativas por medio de un afiche que contiene un código QR al que pueden acceder los colaboradores para reportar accidentes, incidentes, condiciones de riesgo, etc.; en adición a los afiches informativos, correos electrónicos y mensajes telefónicos que envía la empresa.

### **4. Cumplimiento legal**

La planta de tratamiento de residuos peligrosos debe cumplir con los lineamientos en temas de seguridad humana contra incendios, almacenamiento y

manipulación de sustancias inflamables y combustibles que se encuentren adoptados o redactados por las autoridades de Costa Rica.

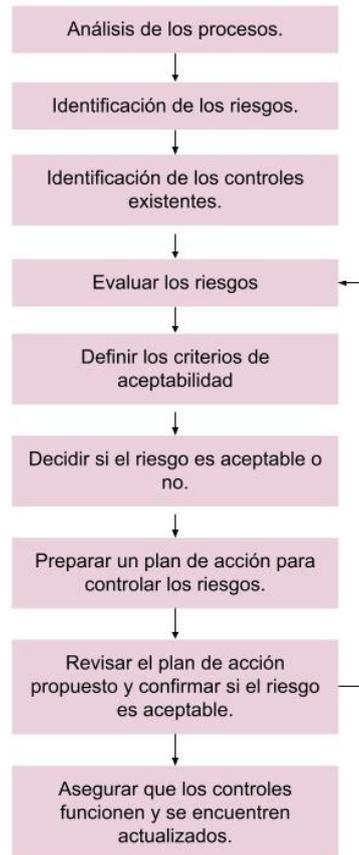
Estos requerimientos deben ser revisados anualmente o cuando se anuncie una nueva actualización por el Departamento de Salud Ocupacional, una vez revisados, deberán ser comunicados al personal con afiches informativos en las pantallas de la organización. El presente programa en sus propuestas contempla las siguientes normativas expresadas en el cuadro 5.

**Cuadro 4.** Requisitos legales contemplados en el programa.

<b>Código</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Origen</b>	<b>Título</b>
INTE T55:2022	2022	Voluntaria	Nacional	Guía para la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos de salud y seguridad ocupacional
INTE T29:2016	2016	Voluntaria	Nacional	Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos Legales.
INTE 31-02-02:2016	2016	Voluntaria	Nacional	Condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manipulación de sustancias inflamables y combustibles.
INTE 21-02-02:2016	2016	Obligatoria	Nacional	Requisitos para la señalización de medios de egreso y equipos de salvamento.
INTE/ISO 7010: 2016	2016	Obligatoria	Nacional	Señales y colores de seguridad. Señales de seguridad registradas.
NFPA 101	2021	Obligatoria	Internacional	Código de Seguridad Humana.
NFPA 30	2021			Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.
NFPA 10	2022			Norma para Extintores Portátiles contra Incendios.
NFPA 72	2019			Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.

## 5. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

En la figura 3, se establecen las actividades para la identificación de los peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles. Para la evaluación de riesgos se tomará como referencia el método expuesto en la **INTE T55:2022. Guía para la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos de salud y seguridad ocupacional.**



**Figura 3.** Actividades para la identificación de los peligros, evaluación de los riesgos y determinación de controles.

La evaluación del riesgo considera dos variables: **PROBABILIDAD** de ocurrencia de la situación de peligro, y **CONSECUENCIAS** de los daños por motivo de la potencial materialización de estas situaciones de peligro. La probabilidad se obtiene de considerar aspectos tales como: **DEFICIENCIA** que corresponde a las debilidades en relación con la implementación de controles operacionales, y **EXPOSICIÓN** que corresponde a la frecuencia con la cual el trabajador se expone a la situación de peligro.

$$\text{PROBABILIDAD} = \text{Deficiencia} \times \text{Exposición}$$

$$\text{RIESGO} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

Los cuadros 5, 6 y 7 muestran los criterios a utilizar para las variables deficiencia, exposición y consecuencias; mientras que los cuadros 8 y 10 muestran

los resultados de magnitud de riesgo atribuibles según los valores brindados, y los cuadros 9 y 11 son para comprender el significado de dichos resultados.

**Cuadro 5.** Criterios para determinar el nivel de deficiencia.

<b>Nivel de deficiencia</b>		<b>Valor</b>
Bajo (B)	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos riesgos se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención IV.	0
Medio (M)	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambas.	2
Alto (A)	Se han detectado algunos peligros que pueden dar lugar a consecuencias significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambas.	6
Muy Alto (MA)	Se han detectado peligros que determinan como muy posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.	10

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 6.** Criterios para determinar el nivel de exposición.

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

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 7.** Criterios para la evaluación del nivel de consecuencias

<b>Nivel de consecuencias</b>	<b>Valor</b>

Mortal o catastrófico (M)	Muerte	100
Muy grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreparables (incapacidad menor permanente, incapacidad parcial permanente, incapacidad total, permanente o gran invalidez).	60
Grave (G)	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)	25
Leve (L)	Lesiones o enfermedades que no requieren Incapacidad	10

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 8.** Criterios para evaluar el nivel de probabilidad

Niveles de probabilidad		Nivel de exposición (E)			
		4	3	2	1
Nivel de Deficiencia (D)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Nota: INTE T55:2022

El resultado de este cuadro 8 se interpreta de acuerdo con los significados presentes en el cuadro 9.

**Cuadro 9.** Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de P	Significado
Bajo (B)	Entre 4 y 2.	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición.  <i>No es esperable que se materialice el riesgo.</i>
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente.  <i>Es posible que suceda el daño alguna vez.</i>

Alto (A)	Entre 10 y 20	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica.  <i>La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral</i>
Muy Alto (MA)	Entre 24 y 40	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente.  <i>Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.</i>

Nota: INTE T55:2022

Finalmente, para determinar el nivel de riesgo se utiliza el cuadro 10, cuyo resultado se puede comprender e interpretar con el cuadro 10.

**Cuadro 11.** Determinación del nivel de riesgo

Nivel de riesgo R = P x C		Nivel de Probabilidad			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de Consecuencia (C)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 / III 120
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 / III 100	III 80-60	III 40 / IV 20

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 11.** Significado del nivel de riesgo.

Nivel de riesgo	Valor de R	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.

<b>IV</b>	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.
-----------	----	---

Fuente:INTE T55:2022

Para dar prioridad en el tratamiento de los riesgos, la empresa se asegurará de tomar en cuenta la jerarquía de controles de seguridad y aplicando la metodología que aparecen en figura 4.



**Figura 4.** Jerarquía de controles de seguridad  
Fuente:Alzola (2021).

La pirámide se utiliza con el fin de establecer acciones prioritarias, siguiendo la línea de adaptar el trabajo al trabajador y no el trabajador al trabajo. Por lo tanto, se inicia con evaluar la posibilidad de eliminar inmediatamente los peligros que tienen la capacidad de causar muerte o daños físicos graves. Si lo anterior no es posible, se plantea la opción de sustituir la fuente de peligro, utilizando otros materiales, procesos, medios, etc.

Si la fuente de peligro no se puede eliminar o sustituir, se buscan controles que aíslen a los trabajadores de esta. Es decir, implementar acciones técnicas y de diseño ingenieril como, por ejemplo, la aplicación de extractores de gas en ambientes donde se trabaja con baterías. Seguidamente, se aplican los controles administrativos y luego los equipos de protección personal. Cabe destacar que

cuando uno de estos controles no sea suficiente, se puede combinar con otros.  
(OSHA,2022)

Esta evaluación y plan de acción se debe realizar anualmente o cuando se haga algún cambio en los procesos y equipos. Lo anterior debe ir acompañado de un seguimiento mensual a los controles propuestos para minimizar el riesgo de incendio, derrame y exposición, de forma tal que se verifique que el responsable ha concretado o iniciado el proceso de implementación de acciones. El procedimiento para utilizar la metodología pretende ser una guía para el Departamento de Salud Ocupacional cuando se requiera elaborar o actualizar una matriz de riesgos y se describe a continuación.



## Procedimiento para realizar la identificación y evaluación de riesgos.

Elaborado por: Ana Belén Conejo González

### ▪ **Objetivo**

Describir la metodología para la identificación y evaluación de los riesgos presentes en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### **2. Alcance**

Este procedimiento aplica para todas las actividades que se desarrollan en la planta de tratamiento de residuos peligrosos. Con la flexibilidad de poder realizarse por áreas, tareas, procesos o bien procedimientos específicos para cualquiera de los riesgos presentes en el lugar.

### **3. Documentos consultados**

- INTE T55:2022. Guía para la identificación de los peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo.

### **4. Responsabilidades**

#### **i. Departamento de Salud Ocupacional**

- Realizar la identificación de peligros en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.
- Realizar la evaluación de los riesgos identificados en el punto anterior.
- Elaborar la matriz de riesgos priorizando los que requieren de intervención inmediata.
- Elaborar el plan de acción de control de riesgos.
- Brindarles seguimiento a las propuestas de control administrativo e ingenieril para la disminución de los riesgos que se van identificando.

### **5. Definiciones**

- *Riesgo*: Probabilidad de que un evento ocurra y las consecuencias de este.
- *Peligro*: Probabilidad de que se manifieste un evento y las consecuencias de este.
- *Nivel de riesgo*: Magnitud del riesgo o de la combinación entre varios.

## 6. Desarrollo:

1. Identificar los peligros considerando la siguiente serie de preguntas

- ¿Existe una fuente capaz de generar daño?
- ¿Qué daño (s) puede generar?
- ¿En qué área se encuentra dicha fuente?
- ¿Qué procesos, personas o maquinaria pueden verse afectados?
- ¿Cómo y cuándo puede ocurrir el daño?

2. Describa el riesgo asociado.

3. Establezca la clasificación del riesgo identificado (químico, tecnológico, mecánico, ergonómico, biológico, etc.)

4. Identifique y describa los controles existentes para el riesgo establecido, clasificándolos en fuente, medio e individuo.

5. Establezca el nivel de deficiencia, exposición y consecuencias utilizando los criterios de los cuadros 1, 2 y 3 que se adjuntan a continuación:

**Cuadro 1.** Criterios para determinar el nivel de deficiencia.

Nivel de deficiencia		Valor
Bajo (B)	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos riesgos se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención IV.	0
Medio (M)	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambas.	2
Alto (A)	Se han detectado algunos peligros que pueden dar lugar a consecuencias significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambas.	6
Muy Alto (MA)	Se han detectado peligros que determinan como muy posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.	10

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 2.** Criterios para determinar el nivel de exposición.

Nivel de exposición	Valor
---------------------	-------

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

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 3.** Criterios para la evaluación del nivel de consecuencias

Nivel de consecuencias		Valor
Mortal o catastrófico (M)	Muerte	100
Muy grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreparables (incapacidad menor permanente, incapacidad parcial permanente, incapacidad total, permanente o gran invalidez).	60
Grave (G)	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)	25
Leve (L)	Lesiones o enfermedades que no requieren Incapacidad	10

Fuente: INTE T55:2022

6. A partir del nivel de deficiencia y exposición se determina la probabilidad de acuerdo con los cuadros 4 y 5.

**Cuadro 4.** Criterios para evaluar el nivel de probabilidad

Niveles de probabilidad		Nivel de exposición (E)			
		4	3	2	1
Nivel de Deficiencia (D)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6

	2	M-8	M-6	B-4	B-2
--	---	-----	-----	-----	-----

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 5.** Significado de los diferentes niveles de probabilidad

NIVEL DE PROBABILIDAD	VALOR DE P	SIGNIFICADO
Bajo (B)	Entre 4 y 2.	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición.  <i>No es esperable que se materialice el riesgo.</i>
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente.  <i>Es posible que suceda el daño alguna vez.</i>
Alto (A)	Entre 10 y 20	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica.  <i>La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral</i>
Muy Alto (MA)	Entre 24 y 40	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente.  <i>Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.</i>

Fuente: INTE T55:2022

7. Seguidamente, se evalúa el nivel de riesgo utilizando los criterios de los cuadros 6 y 7.

**Cuadro 6.** Determinación del nivel de riesgo

Nivel de riesgo $R = P \times C$		Nivel de Probabilidad			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de Consecuencia (C)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 / III 120

	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 / III 100	III 80-60	III 40 / IV 20

Fuente: INTE T55:2022

**Cuadro 7.** Significado del nivel de riesgo.

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

Fuente: INTE T55:2022

8. Definir las acciones para aquellos riesgos Nivel I y II, mientras que se establecen si los riesgos III y IV son aceptables. Se consideran aceptables los riesgos que tienen un valor de R menor a 100.
9. Priorizar acciones y establecer el plan de acción basado en la cantidad de personas expuestas y el grado de consecuencias de la manifestación del riesgo. Esto se documenta en la matriz de riesgos existente en el Plan de Salud Ocupacional de la empresa.
10. Evaluar el plan de acción con los criterios de la INTE T55:2022, verificando que el riesgo disminuye. Lo anterior se basa en realizar todo el procedimiento de nuevo con la aplicación de los controles, dicha tarea está a cargo del Departamento de Salud Ocupacional.

## Sección III. Prevención y Control de Riesgos

---

La presente sección, establece los controles para poder minimizar y eliminar los riesgos identificados. Existen dos tipos de controles, los administrativos enfocados principalmente en la creación de procedimientos, instructivos y formularios de prevención; y los controles ingenieriles que implican un diseño más complejo de seguridad en equipos, máquinas y entornos.

Inicialmente, se presentan los controles ingenieriles aplicables a la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles en su estado líquido. Para ello, se elaboró una propuesta de una bodega de almacenamiento interna que se describe antes de los controles contra incendio porque altera la distribución de dichos dispositivos. En el punto 2 se establecen los controles administrativos necesarios para gestionar y complementar las propuestas ingenieriles.

### **1. Controles ingenieriles para la gestión de la seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles.**

El presente apartado se enfoca en los controles ingenieriles para la gestión de la seguridad humana contra incendio y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles. Inicialmente, se presenta una propuesta de una bodega protegida cuya ubicación condiciona la distribución de los sistemas de protección contra incendios.

#### **1.1. Bodega de almacenamiento de productos inflamables y/o combustibles.**

Respecto al almacenamiento se propone la construcción de una bodega para materiales inflamables y combustibles que cumpla con los lineamientos de la NFPA 30.

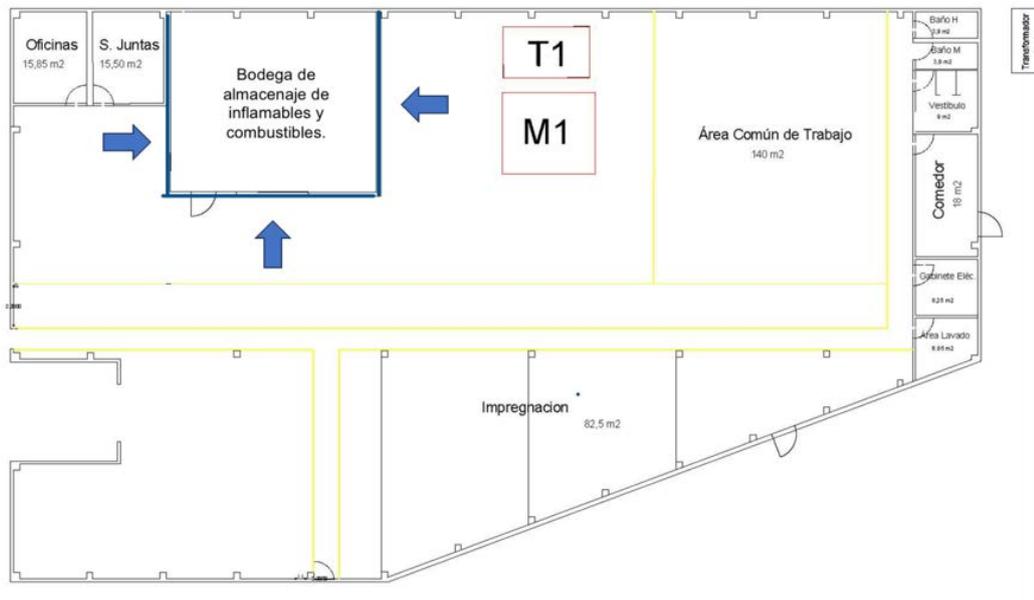
##### **1.1.1. Materiales de construcción**

Los materiales para la construcción de esta propuesta deben cumplir con los siguientes aspectos:

- Muros cortafuego de resistencia al fuego de 2 horas.
- Puertas cortafuego autocerrantes con resistencia al fuego mínima de 2 horas.
- Pisos de material no combustible, sólido, lavable y no poroso.

### 1.1.2. Diseño

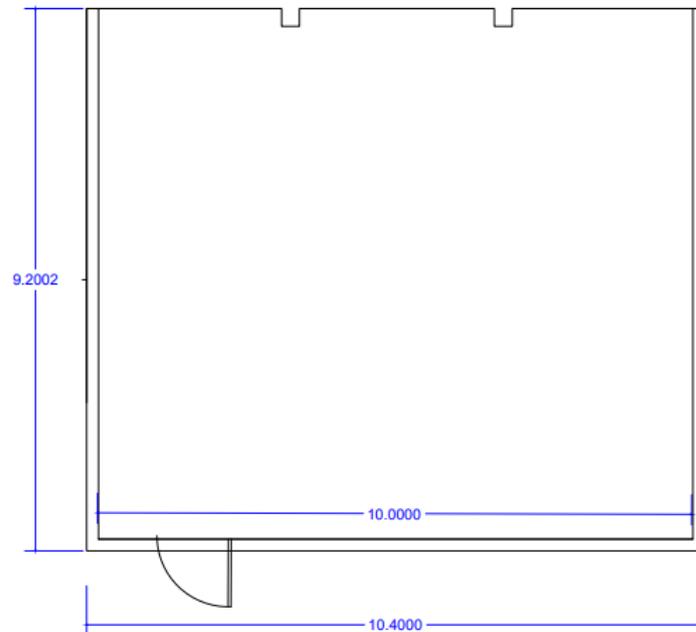
Para comprender el diseño de la bodega, primero se presenta su ubicación dentro del edificio en la figura 5.



**Figura 5.** Ubicación de la bodega de almacenamiento en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Las dimensiones de la bodega se pueden visualizar en la figura 6. Estas medidas se definieron a partir del espacio disponible en el edificio y con base en las medidas de un contenedor de sustancias químicas; permitiendo que en el futuro se pueda optar por almacenamiento en contenedor o racks. De igual forma, el pasillo resulta ser lo suficientemente ancho para que el montacargas pueda girar y desplazarse sin inconvenientes. Cabe destacar que se elaboró a nivel interior para

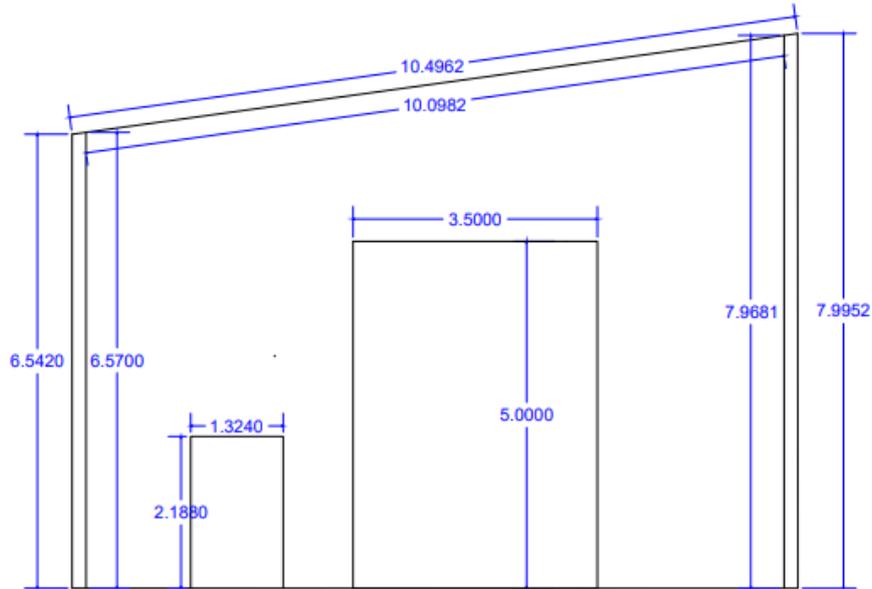
evitar el atraso que constituye desplazar la materia prima de afuera hacia dentro del edificio; sumado a que, el área frente al establecimiento funciona como espacio para el parqueo de furgones.



**Figura 6.** Vista superior de la bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

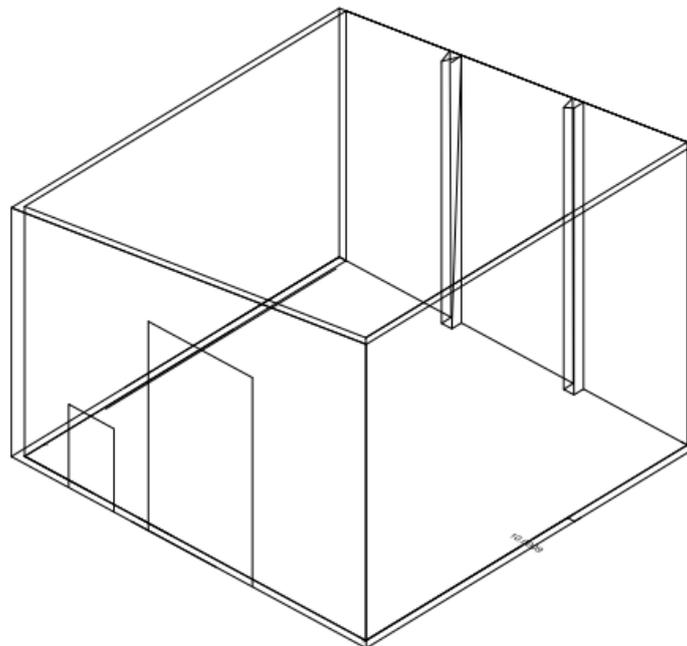
*Nota:* Las unidades de medida son en metros.

En la figura 7 se presenta la vista lateral de la bodega, permitiendo dimensionar la puerta de montacargas y la de personas, así como las dimensiones del techo.



**Figura 7.** Vista frontal de la bodega de almacenamiento de productos inflamables y combustibles.  
*Nota:* Las unidades de medida son en metros.

Finalmente, en la figura 8 se puede apreciar la bodega en 3D para facilitar la comprensión de dicha estructura.



**Figura 8.** Vista 3D de la bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

### 1.1.3. Accesorios

Entre los accesorios requeridos en la bodega se destacan las puertas cortafuego. En este caso se instalaría una puerta utilizada únicamente para realizar el inventario de materiales, cuyas dimensiones se pueden visualizar en la figura 9. Entre sus características se destacan:

- Certificación de resistencia al fuego por 180 minutos.
- Cumple con la NFPA 257,252,105 y 80.
- Rejilla de ventilación con certificación UL contrafuego.
- Barra antipánico.
- Cerradura externa de llave.
- Construida de acero con aislante de poliestireno reversible.



**Figura 9.** Puerta cortafuego para bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

Fuente: Cosey (2023).

Respecto al portón cortafuego se establece que debe tener una resistencia no menor a 2 horas y, de dimensiones de 3.5 m x 5 m para permitirle el paso al montacargas, pero no limitar el espacio de almacenamiento. En este caso, se seleccionó una puerta de guillotina para evitar obstruir otras áreas de la planta. Esta es de acero y se debe instalar para permanecer cerrada a menos de que se requiera retirar material de la bodega, su apertura es de forma automática cuya llave o botón

de apertura sólo lo tendrá el personal autorizado. Como imagen de referencia se presenta la figura 10.



**Figura 10.** Puerta cortafuego de guillotina para la bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

En esta bodega, se pueden almacenar 4125 galones de líquidos inflamables y combustibles, es decir, 75 estañones en 18,75 tarimas. A comparación de cuando no existe un sistema de protección contra incendios, que este se reduce a 1375 galones, traducido a 25 estañones en 6,25 tarimas. De igual forma, el sistema eléctrico debe cumplir con la NFPA 70, en este caso el proveedor que se contrate deberá ser el responsable de proporcionar la instalación acorde a esta normativa.

#### **1.1.4. Control de derrames**

Por otro lado, considerando que las sustancias inflamables y combustibles en estado líquido, se encuentran almacenadas en contenedores de más de 4 litros, la bodega debe contar con un sistema de control de derrames según la NFPA 30. En este caso, se propone utilizar tarimas antiderrames como se puede observar en la figura 11.



**Figura 11.** Tarima con contención de derrame.

Fuente: Seper PRO S.A (2023)

Esta tarima tiene una capacidad de contención de 66 galones, su material es polietileno de alta densidad, su drenaje es a través de una rejilla. Se pretende adquirir 25 unidades de dichas tarimas, 18.75 de ellas, serán las que almacenen los líquidos en la bodega, los seis restantes se utilizarán para los líquidos en proceso, ubicados fuera de la bodega en el área de impregnación. Cabe destacar que el 0.75 restante corresponde a que una de las tarimas será marcada para únicamente cargar tres estañones.

#### **1.1.5. Equipos de salvamento y señalización**

Las bodegas de almacenamiento de productos químicos deben contar con una ducha lavaojos según la INTE 31-09-05-2016 sobre duchas de uso general, duchas lavaojos de emergencia, vestidores y casilleros en los centros de trabajo. Por lo tanto, se propone una ducha lavaojos que cuente con las siguientes características:

- Cumple con ANSI Z358.1
- Ducha plástica con rotor interno para mejor distribución del agua. La ducha se activa halando palanca color amarillo.
- La válvula se mantiene abierta, permitiendo el uso de ambas manos una vez activada. Lavaojos SE-580 integrado o Aspersiones con aireador suministran un suave flujo de agua.
- La válvula se mantiene abierta, permitiendo el uso de ambas manos una vez activada.
- Tapa para proteger aspersiones

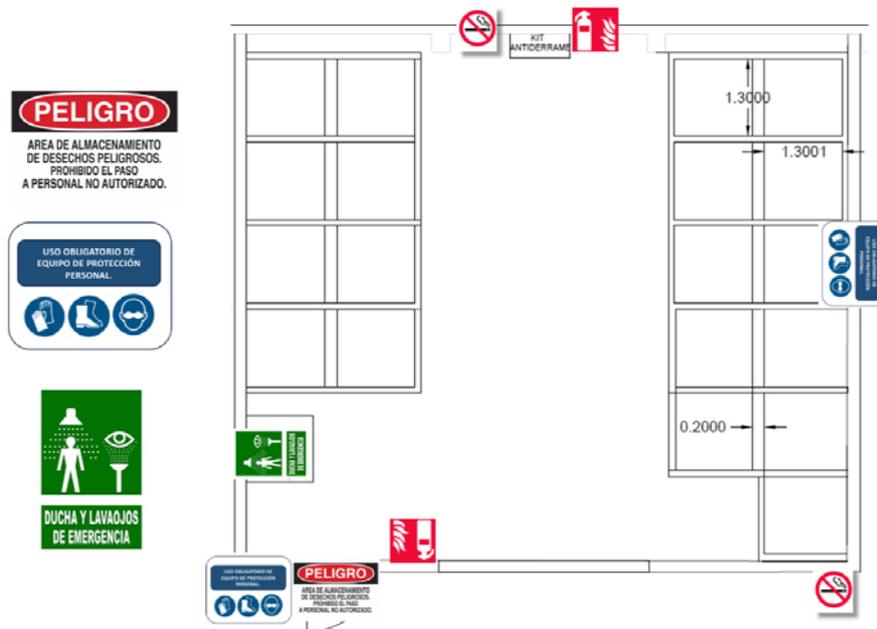
En la figura 12 se puede visualizar el equipo escogido en este caso:



**Figura 12.** Ducha lavaojos de emergencia.  
Fuente:Capris (2023).

Es requerido que la ducha lavaojos se active semanalmente para verificar que estén funcionando correctamente, esto lo deben hacer los operarios de planta. El agua residual de la ducha será contenida y reutilizada en el proceso de impregnación.

Además, se deben incluir dos extintores portátiles de polvo químico seco (PQS) que cubran el área de la bodega. El presupuesto para dichos extintores portátiles fue contemplado en los equipos de protección activa contra incendios. Seguidamente, en la figura 13 se detalla la señalización que se colocará en la bodega, debajo de la señalización va cada uno de los equipos correspondientes, si aplica.



**Figura 13.** Señalización de la bodega de almacenamiento

Adicionalmente, en el cuadro 12 se puede ver el detalle de cada uno de los letreros.

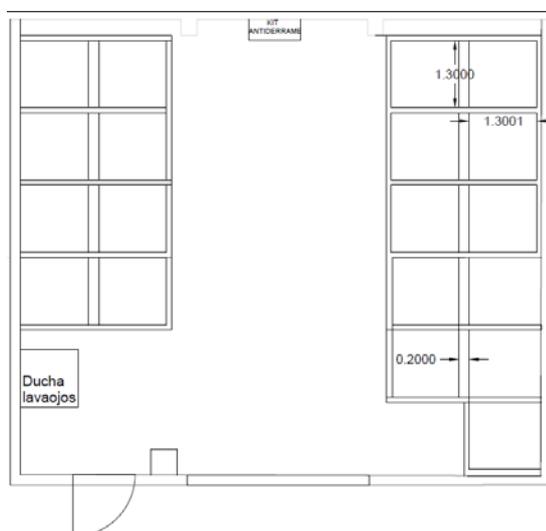
**Cuadro 12.** Letreros de seguridad en bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles

Descripción	Imagen de referencia	Indicación	Dimensiones (cm)	Material	Cantidad requerida	Costo unitario (C)	Costo total (C)
Señalización del extintor		Ubicación del extintor	30 x 40	PVC	2	2500	5000
Uso de equipo de protección personal		Para ingresar a la bodega se debe contar con: botas o zapatos de seguridad, gafas de seguridad con protección lateral y guantes de nitrilo	40 x 30	PVC	2	2500	5000
Advertencia de entrada		El ingreso a la bodega de almacenamiento de productos inflamables y combustibles es restringido	40 x 30	PVC	1	2500	2500
No fumar		Cerca o dentro de la bodega está completamente prohibido fumar	40 x 30	PVC	3	3000	9000
Señalización ducha lavaojos		Ubicación de la ducha lavaojos	40 x 30	PVC	1	2500	2500
<b>Costo total IVA incluido</b>						<b>24 000</b>	

### 1.1.6. Distribución de la bodega

La bodega se distribuye de forma tal que las sustancias no requieran de ser apiladas, para evitar que haya una mezcla entre ellas. Posteriormente, se puede apilar en racks que tengan un sistema de contención. Se establecen 19 espacios para tarimas, tomando en cuenta que una de ellas solo puede sostener tres estañones, uno junto al otro, según se puede visualizar en la figura 14.

Adicionalmente, estos espacios deben ser señalados de forma horizontal con líneas de color blanco en el piso para la distribución de materiales. Las dimensiones de las líneas deben ser de 1.3 m x 1.3 m, considerando que hacia afuera el grosor de la línea sea de 10 cm mínimo.



**Figura 14.** Distribución de las sustancias inflamables y combustibles dentro de la bodega.

### 1.1.7. Implicaciones económicas

La propuesta para el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles abarca varios aspectos para su culminación, los cuales se enlistan en el cuadro 13 con su respectivo costo y el presupuesto total requerido para su implementación.

**Cuadro 13.** Implicaciones económicas de la propuesta de almacenamiento.

<b>Aspecto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (€)</b>	<b>Costo total (€)</b>
Muros cortafuego	242 m2	51 123	14 011 991
Puerta cortafuego	1	978 329	978 329
Portón cortafuego	1	2 674 104	2 674 104
Tarimas de contención	25	375 000	9 375 000
Señalización de bodega (rótulos y pintura).	6	2 500	15 000
Letrero de no fumar	3	3000	9000
Ducha lavaojos	1	404 000	404 000
<b>Total</b>			<b>27 461 424</b>

*Nota.* Cabe destacar que los letreros de ubicación de extintores están contemplados en las alternativas enfocadas a la protección pasiva contra incendios.

#### **1.1.8. Consideraciones adicionales sobre el diseño de la bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles:**

- La bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles requiere de un sistema de ventilación que prevenga el sobrecalentamiento de la bodega de acuerdo con la INTE 31-02-02-2016 sobre las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manipulación de sustancias inflamables y combustibles. Dicho sistema debe ser diseñado por un profesional competente.
- El techo debe ser de material liviano con aislamiento térmico y proporcionar resistencia al fuego de 2 horas.
- Eventualmente se puede construir un drenaje de tubería especial para el control de derrames, sin embargo, se debe realizar una remodelación del piso para que tenga una inclinación de 3% hacia las rejillas de captación de derrames.

Cabe destacar que estas consideraciones son aspectos que quedaron fuera del alcance del presente proyecto, por lo tanto, constituyen parte de las recomendaciones del presente programa.

## 1.2. Sistemas de protección contra incendios.

Este apartado tiene como objetivo detallar los controles ingenieriles requeridos para el cumplimiento normativo en materia de incendios de la planta de tratamiento de residuos peligrosos. Estos se enfocan en los componentes de: medios de egreso, iluminación de emergencia y sistemas de detección y alarma. A su vez, estos controles se dividen en protección pasiva y protección activa.

### 1.2.1. Protección pasiva

Este primer apartado describe la alternativa de solución seleccionada respecto a la protección pasiva contra incendios. Se incluyen los medios de egreso y la iluminación de emergencia del edificio; mejoras que buscan que el edificio cumpla con la NFPA 101.

#### 1.2.1.1. Medios de egreso

Como parte de los requisitos para cumplir con la NFPA 101 y poder evacuar a todos los ocupantes del edificio, se identifica la necesidad de la apertura de medios de egreso. En la figura 15 se pueden observar los puntos donde colocar salidas para que la mayor cantidad de puestos cumplan con la distancia de recorrido máxima (23 m). Esta propuesta es inicial, para mejorar el tiempo y distancia de recorrido de evacuación.

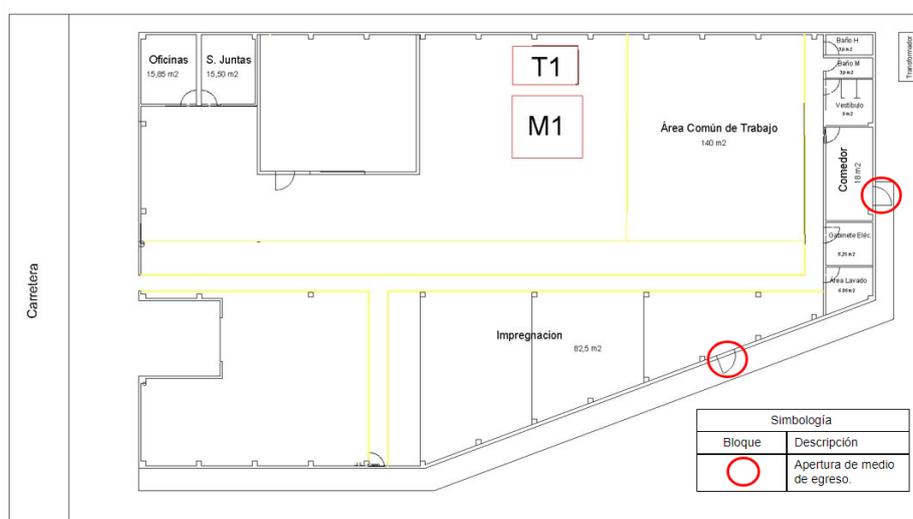


Figura 15. Apertura de salidas en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

En la figura 20 se encuentran señaladas las dos salidas adicionales, para cumplir con los componentes de los medios de egreso, se establece que las puertas que se utilizan como acceso al exterior deben ser cortafuego. De igual forma, abrir en sentido hacia afuera (NFPA 101,2021). El componente de la puerta se puede visualizar en la figura 16.



**Figura 16.** Diseño de la puerta de medio de egreso

Esta puerta cuenta con las características solicitadas por la NFPA 101 para el tipo de ocupación, las cuales son:

- Certificado de resistencia al fuego de 3 horas.
- Certificación UL.
- Barra antipánico instalada a más de 0.85 m del piso y a menos de 1.2 m.
- Altura libre de 2 m como mínimo, al igual que un ancho libre de 90 cm.
- Hoja y marco fabricados de acero galvanizado, calibre 18 y 16 respectivamente.

Otro aspecto considerado al establecer puertas con resistencia a fuego es que se contener el fuego para así brindar seguridad los ocupantes mientras se

desplazan a través de la descarga de salida, en este caso, el corredor que los llevaría hasta la vía pública.

### 1.2.1.2. Iluminación de emergencia

Respecto al componente de la iluminación de emergencia, se seleccionó la siguiente propuesta:



**Figura 17.** Iluminación de emergencia  
Fuente: Sylvania (2023)

Esta se caracteriza por tener un flujo luminoso de 170 lm, certificación UL, autonomía de 90 minutos y cumple con los requisitos de funcionamiento establecidos por la NFPA 101. Su distribución se va a realizar siguiendo los lineamientos de Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, estos implican iluminación de emergencia en cada una de las salidas y en pasillos que conduzcan a las mismas. Por lo tanto, se plantea la estrategia que se observa en la figura 18, utilizando la simbología establecida en la tabla 7.4 de la NFPA 170 (2021).

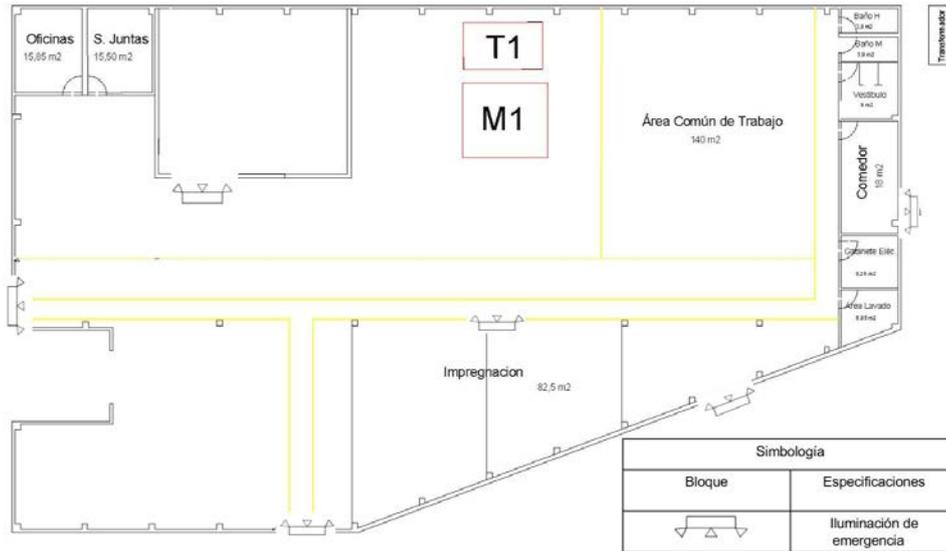


Figura 18. Distribución de las luminarias de emergencia.

### 1.2.1.3. Señalización de los medios de egreso y rutas de evacuación

Para la señalización de los medios de egreso y las rutas de evacuación se toma como referencia la INTE 21-02-02:2016 sobre los requisitos para la señalización de los medios de egreso y equipos de salvamento. En cuadro 14 se describen las señales necesarias para la edificación.

Cuadro 14. Matriz de señales para los medios de egreso.

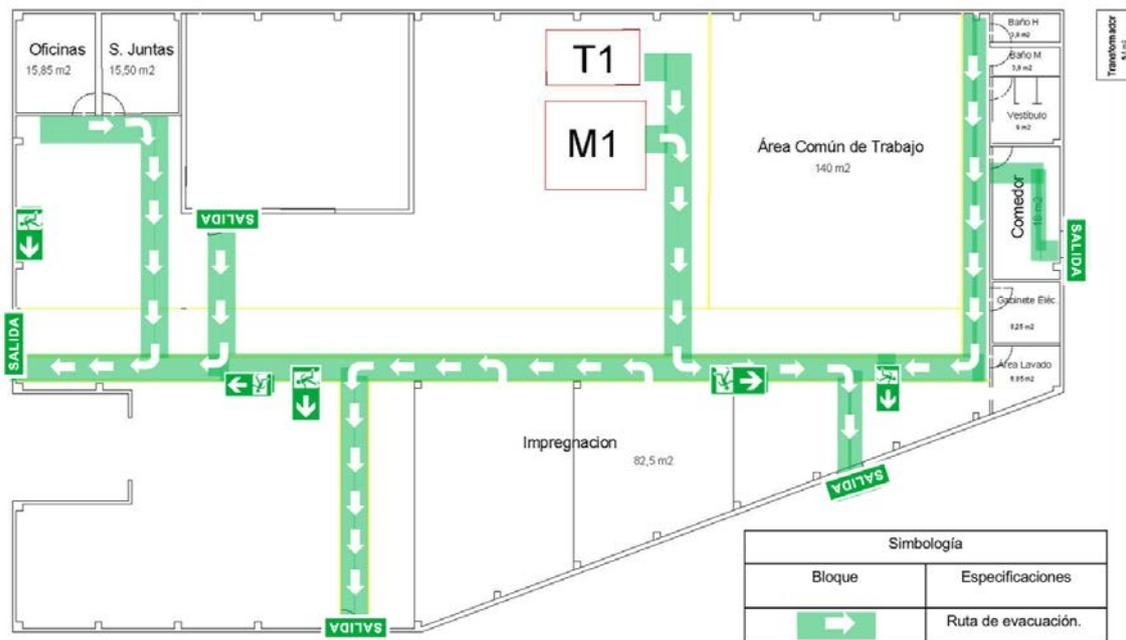
Señal	Imagen de referencia	Cantidad	Dimensiones (cm)	Material	Costo unitario (€)	Costo total (€)
Salida		5	66 x 20	Complete	14 000	Complete
Ruta de evacuación-izquierda		2	40 x 20	Complete	10 000	Complete
Ruta de evacuación-derecha		3	40 x 20	Complete	10 000	Complete
<b>Costo total IVA incluido</b>					<b>34 000</b>	

Las dimensiones de las señales descritas en el Cuadro 15 se definen considerando una distancia de observación máxima de 30 cm y utilizando como referencia la Figura 19.

Rótulos de pared, banderola y panorámicos	Significado	Medidas mínimas según distancia máxima de observación d (cm)			
		cota	d ≤ 10	d < 20	d < 30
	Salida	L L1 H H1 H2	33 28 10 5 2,5	66 56 20 10 5	99 84 30 15 7,5
	Flecha direccional	L H	10 10	20 20	30 30
	Salida de emergencia	L L1 L2 H H1 H2	56 42,5 51 17,5 5 2,5	113 85 103 35 10 5	169 128 154 82,5 15 7,5
Acorde a los pictogramas E001 y E002 de la norma INTE/ISO 7010	Pictograma	L H	17,5 17,5	35 35	52,5 52,5
	Flecha direccional	L H	17,5 17,5	35 35	52,5 52,5
<b>SIMBOLOGIA:</b>		<b>TIPOGRAFIA: ARIAL BOLD, en MAYÚSCULA.</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>L : longitud del panel</li> <li>L1 : longitud del texto de la primera línea</li> <li>L2 : longitud del texto de la segunda línea</li> <li>H : altura del panel</li> <li>H1 : altura del texto</li> <li>H2 : distancia del texto al borde / entre textos</li> </ul>					
<b>Configuración de la señal</b>					
Sentido a la izquierda:			Sentido a la derecha:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Opción 1= Flecha + Pictograma</li> <li>Opción 2= Flecha + Texto</li> <li>Opción 3= Flecha + Pictograma + Texto</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Opción 1= Pictograma + Flecha</li> <li>Opción 2= Texto + Flecha</li> <li>Opción 3= Texto + Pictograma + flecha</li> </ul>		

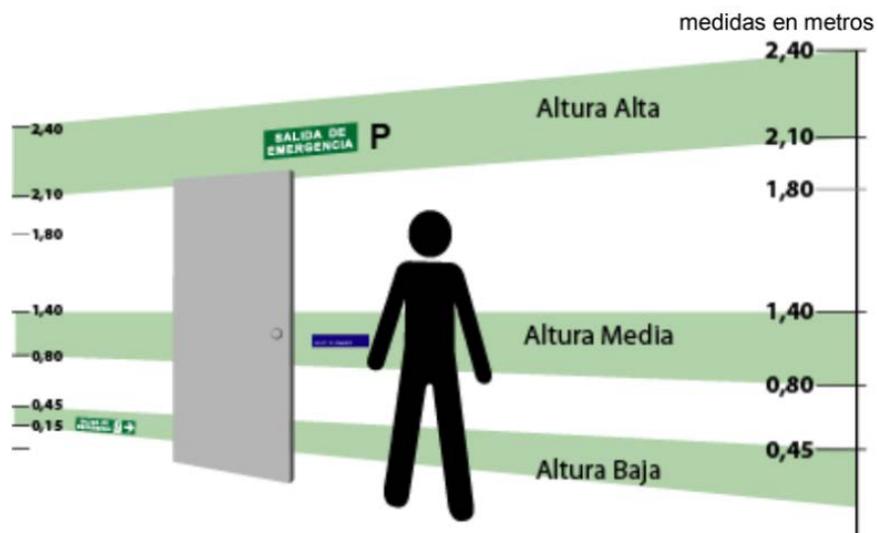
**Figura 19.** Dimensiones de las Señales  
Fuente: INTECO (2016)

Seguidamente, en la Figura 20 se puede visualizar la distribución de las rutas de evacuación con su respectiva señalización.



**Figura 20.** Señalización y rutas de evacuación de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Cabe destacar que estas señales deben ser instaladas donde no puedan ser obstruidas. Son señales de altura alta ya que, por el almacenamiento de materiales, aquellas que se coloquen a una altura media y/o baja se verán obstruidas. La figura 21 funciona como guía para su instalación.



**Figura 21.** Altura de Instalación Señales  
Fuente: INTECO (2016)

Finalmente, entre otros aspectos a considerar, la letra para dichas señales deberá ser “Arial Bold” en mayúscula. Serán fotoluminiscentes con letras de color blanco y fondo verde como se encuentra establecido en la INTE 31-07-01:2016 sobre los requisitos de aplicación de colores y señalización de seguridad e higiene en el trabajo.

## **1.2.2. Protección Activa contra Incendios**

### **1.2.2.1. Sistemas de Detección y Alarma.**

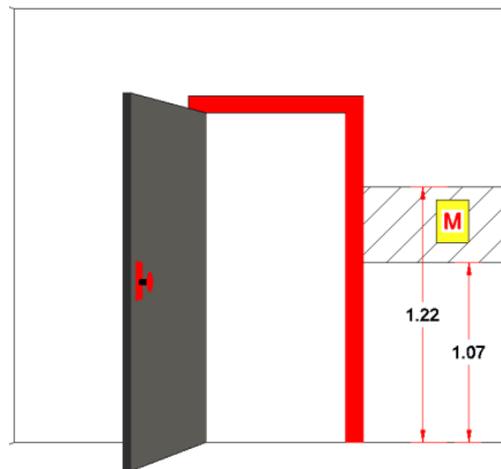
La opción que se sugiere instalar para la planta de tratamiento de residuos peligrosos se visualiza en el cuadro 15.

**Cuadro 15.** Alternativa de sistemas de detección y alarma seleccionada.

Componente	Imagen de referencia	Características	Cantidad requerida	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Alarma de incendio		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 88 db a 16 volt.</li> <li>• Instalación únicamente en pared.</li> <li>• Certificado UL y FM.</li> </ul>	8	57.87	462.98
Panel de control del sistema de detección y alarma		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta 318 puntos de conexión.</li> <li>• Verificación de alarma por punto.</li> <li>• Simulacro por medio de módulos de monitoreo.</li> <li>• Prueba automática del detector de acuerdo con la norma NFPA 72.</li> <li>• Alerta de mantenimiento.</li> <li>• Minimiza el tiempo de instalación, permiten tiempos de respuesta más rápidos, y simplifican el mantenimiento y la usabilidad.</li> </ul>	1	2 985.04	2 985.04
Dispositivo Beam de detección de humo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• De 5 a 100 metros de cobertura.</li> <li>• Resistencia a la luz, no se activa ante una acumulación significativa de sol.</li> <li>• Resistencia ante obstrucción de objetos.</li> <li>• Sensibilidad automática.</li> <li>• Estación de prueba remota capaz de realizar pruebas electrónicas de humo simuladas desde el nivel del suelo</li> <li>• Indicadores LED de espera, falla y alarmas visibles desde el frente y abajo</li> <li>• Certificaciones UL y FM.</li> </ul>	4	1 219.34	4 877.36

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permiten identificar en el panel exactamente el lugar y detector que se activa.</li> <li>• Detecta humo de una amplia gama de fuentes de combustión.</li> <li>• Interruptor de prueba funcional incorporado activado por imán externo.</li> <li>• NFPA 72: cobertura de espacio de 9.1 m.</li> </ul>	8	104.34	834.72
Estación de alarma manual de incendios		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación sencilla.</li> <li>• Sistema contra activación involuntaria ante agitaciones, golpes o sacudidas.</li> <li>• Cumple con el estándar UL 38 sobre estaciones manuales de alarma.</li> </ul>	2	141.38	282.76

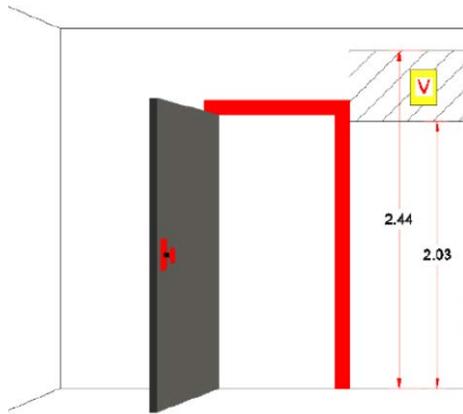
Los sistemas de detección y alarma se instalarán de acuerdo con las especificaciones de la NFPA 72, tomando en cuenta que las estaciones manuales deberán estar instaladas a no menos de 1.07 m y no más de 1.22 m del nivel del piso. Esta altura debe estar dentro del rango de 1.5 m del vano de una puerta de salida tal como se puede observar en la Figura 22.



**Figura 22.** Altura de instalación de las estaciones manuales contra incendio.  
Fuente: Kinenergy (2021)

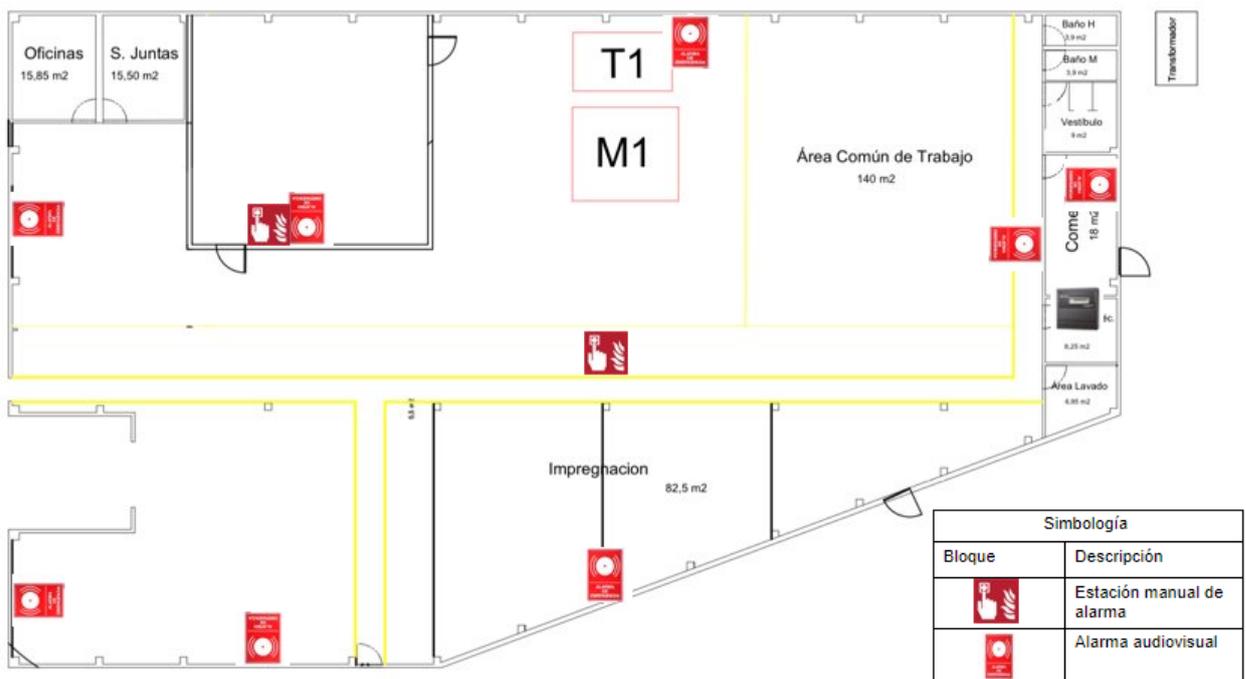
Cabe destacar que no se deben recorrer más de 61 m para alcanzar una estación manual de incendios, dicho aspecto se considera dentro de la distribución de los dispositivos, donde se determinó que se requiere una sola estación para cumplir con ello, sin embargo, dado que la bodega de almacenamiento de productos inflamables y combustibles es un espacio cerrado de alto riesgo, se coloca igualmente una allí. Las instalaciones eléctricas están contempladas dentro de los costos de instalación de los dispositivos.

La alarma audiovisual debe colocarse al menos a 2.03 m del nivel del piso, pero no sobrepasar los 2.44 m de altura según la NFPA 72, como se puede observar en la figura 23.



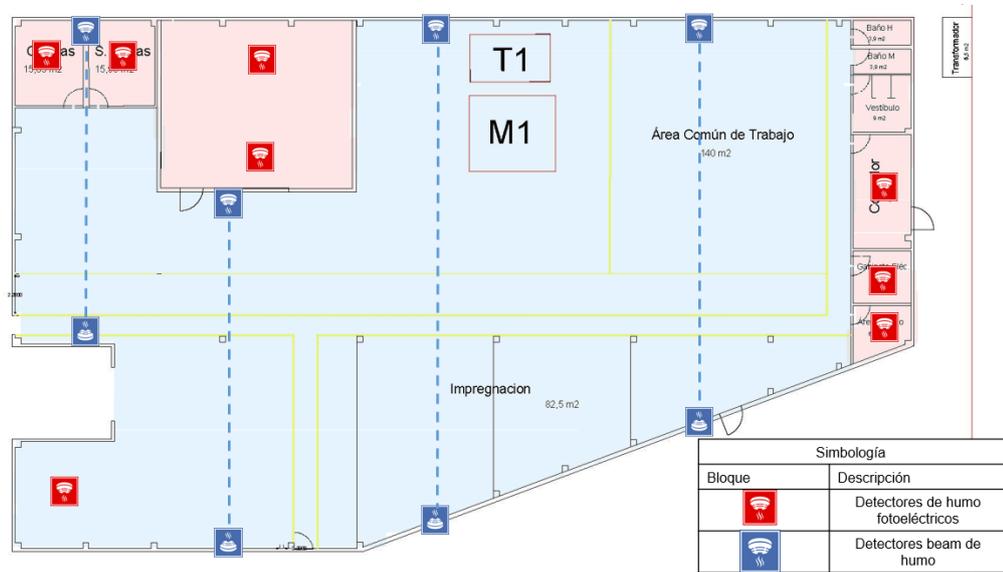
**Figura 23.** Altura de instalación de las alarmas audiovisuales.  
Fuente: Kinenergy (2021)

Para definir la ubicación de la alarma audiovisual, se toma en cuenta que la distancia de separación entre estos dispositivos no debe superar los 30 m (NFPA 72, 2019). En consideración con lo anterior, y en función de preservar la seguridad humana, se propone la distribución de los sistemas de alarma como se puede observar en la figura 24.



**Figura 24.** Distribución del sistema de alarma para la planta de tratamiento de residuos peligrosos

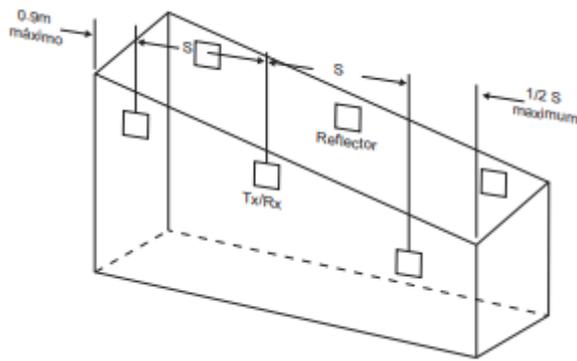
Respecto a los detectores de humo, y de acuerdo con el apartado 17.7 de la NFPA 72, estos no deben ubicarse a una distancia nominal mayor de 9.1 m entre ellos. Los detectores de beam fotoeléctricos deben instalarse a un mínimo de 3 m de altura, con una separación máxima de 18.3 m entre ellos. Dicha distribución se puede apreciar en la figura 25.



**Figura 25.** Distribución de detectores de humo

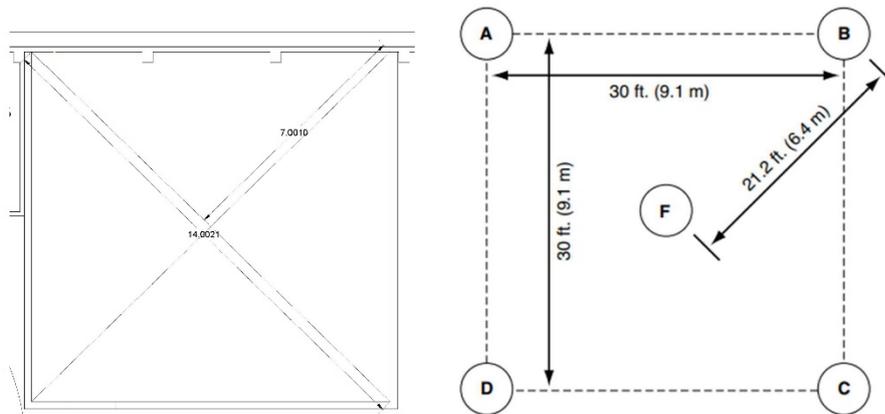
Como se puede observar en el área de los baños no se colocaron detectores de humo, ya que, se deben evitar los espacios que pueden alcanzar un alto nivel de humedad, porque la humedad puede generar falsas alarmas. Tomando esto en cuenta, y considerando que los baños se encuentran al lado del cuarto de duchas, no se colocan allí (NFPA 72, 2019).

Para la instalación de los detectores beam es importante recalcar que se requiere que la superficie sea estable, no se pueden colocar en lugares que experimenten vibraciones o movimientos constantes. De igual forma se tomó en consideración que el techo es inclinado, por lo tanto, su ubicación debe ser como se muestra en la figura 26.



**Figura 26.** Guía de instalación de detectores beam para techo inclinado de tipo cobertizo. OSID (2019)

Sobre la distribución anterior, en la bodega de materiales líquidos inflamables y/o combustibles se visualizan 2 detectores. Lo anterior, se justifica en los requerimientos de la NFPA 72. La figura 27 permite comparar lo requerido con las condiciones existentes.



**Figura 27.** Cobertura máxima de un detector de humo.

Fuente: System Sensors (s.f).

A la izquierda de la figura se denota la cobertura ideal para colocar un solo detector en el área, la bodega sobrepasa la distancia de 6.4 m recomendada, y de igual forma, los 12.8 m de diagonal para estar en cumplimiento. Por lo tanto, se ubican dos detectores de humo a una distancia menor a 9.1 m entre ellos.

### 1.2.2.2. Extintores portátiles

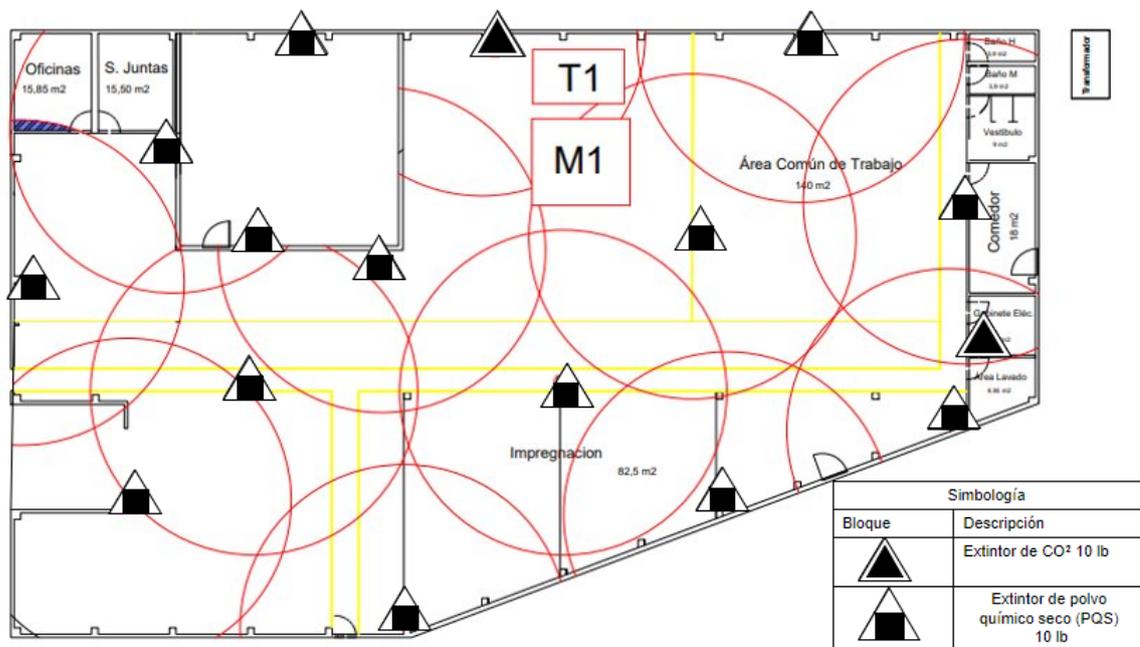
Como parte de las necesidades de protección contra incendios para el edificio se requiere la adquisición de extintores adicionales que permitan alcanzar la cobertura total de las instalaciones. Sus características y costo se detallan en el Cuadro 16.

**Cuadro 16.** Extintores portátiles adicionales a los existentes en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Extintor	Cantidad por adquirir	Precio unitario	Total
Extintor de dióxido de carbono (CO2)	2	¢120 000	¢240 000
Extintor de polvo químico seco (PQS)	9	¢60. 000	¢540 000
	11	<b>Total con IVA</b>	<b>¢780 000</b>

Nota: Compañía Nacional de Extintores (2023)

Dichos extintores serán distribuidos como se muestra en la Figura 28 y su simbología es la establecida en la NFPA 170 (2021).



**Figura 28.** Cobertura de Extintores

Como se puede observar en la figura 28, adquiriendo la cantidad de extintores estipulada en el cuadro 16, se logra alcanzar una cobertura total del edificio. Se recalca que los extintores ya instalados no se movieron de lugar, la estrategia se basó en cubrir los espacios que no alcanzan los extintores portátiles existentes en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

#### **1.2.2.3. Instalación de los extintores.**

Para realizar la instalación de los extintores, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Deben instalarse tal que la parte superior del extintor no sobrepase los 1.53 m.
- En ningún caso el espacio libre entre la parte inferior del extintor portátil y el piso debe ser menor a 0.1 m.
- Las instrucciones de operación del extintor deben quedar en el frente del equipo y estar en idioma inglés y español.

#### **1.2.2.4. Señalización de los dispositivos contra incendios.**

Una vez que se adquieran los extintores se debe señalar su ubicación, para ello se deben adquirir los rótulos de PVC que se muestran en el Cuadro 17.

**Cuadro 17.** Características de la señalización de los extintores portátiles

Señalización	Ilustración	Material	Dimensiones (cm)	Cantidad	Costo unitario (₡)	Costo total (₡)
Extintor		PVC	20 x 30	16	2 000	32 000
Extintor CO <sup>1</sup>		PVC	30 x 40	2	2 500	5 000
Extintor PQS <sup>2</sup>		PVC	30 x 40	8	2 500	20 000
Señal de alarma audiovisual de emergencia		PVC	20 x 30	8	2 000	16 000
Señal de alarma manual INTE/ISO 7010		PVC	20 x 30	2	2 000	4 000
<b>Costo total IVA incluido</b>						<b>77 000</b>

Nota. Los letreros 1 y 2 son provistos por recomendación del fabricante. El primero rotulo se coloca a una altura superior a las de los letreros 1 y 2.

### 1.2.2.5. Implicaciones Económicas

A continuación, se detallan los costos de implementación de los controles de sistemas contra incendios, tomando en cuenta que se requiere de recurso humano subcontratado para su instalación.

**Cuadro 18.** Implicaciones económicas de las alternativas de solución contra incendios.

<b>Aspecto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario (€)</b>	<b>Costo Total (€)</b>
Puerta cortafuego	2	722 008	1 444 016.00
Luminarias de emergencia.	6	19,663.7	117 982.20
Sistema de alarma y detección.	-----	-----	6 640 078.66
Extintores	-----	-----	780 000.00
Señalización de dispositivos	-----	-----	77 000.00
Señalización rutas de evacuación	-----	-----	120 000.00
<b>Costo total con IVA incluido</b>			<b>9 179 076.66</b>

Un aspecto importante es que se requiere la instalación de rociadores automáticos, los cuales, implican una inversión total entre 200 y 300 mil dólares. Esto incluye la instalación de tanques, bombas, tuberías, cableado y los dispositivos de rociador para una ocupación de riesgo industrial alto.

## 2. Controles administrativos para la gestión de la seguridad humana y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles.

En este punto 2, se encuentran los procedimientos e instructivos para la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias líquidas inflamables y combustibles. Inicialmente se presentan los equipos de emergencia requeridos y su inspección. Posteriormente, se encuentra la guía telefónica en caso de emergencia. Finalmente, se incluyen los procedimientos, instructivos y registros requeridos para el control de la gestión del programa.

### 2.1. Equipos de atención de emergencia.

En este apartado se presentan los equipos que se deben adquirir y los contemplados para los procedimientos, instructivos y registros del programa.

**Cuadro 19.** Equipos de atención de emergencias.

Equipo	Descripción
Extintor de Polvo Químico Seco (PQS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funciona para fuegos tipo A, B y C.</li> </ul>
Extintor de dióxido de carbono (CO2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funciona para apagar fuegos tipo B y C.</li> <li>Recomendado principalmente para aquellos fuegos que se producen en equipos energizados.</li> </ul>
 Manta ignífuga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumple con la norma EN-1869:1997 (CE).</li> <li>De uso sencillo.</li> <li>Dimensiones: 1m x 1m</li> <li>Sin fecha de caducidad.</li> <li>Material ignífugo, compuesto de dos capas de tejido de fibra de vidrio y una capa interna de película ignífuga.</li> </ul>
 Kit de control de derrames. Capris (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de absorción: 55 gal.</li> <li>Contiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) balde de 60.2 x 99.3 cm, (50) PAD universal de fusión por soplado, (12) PAD cilíndrico de mantenimiento universales, (8) Almohadas Universales: 45.7 x 45.7 cm, (1) gafas químicas, (5) revestimientos de polietileno de 4 mil, bolsas y lazos amarillos, (1) guantes de nitrilo naranja, desechables, sin polvo, y (1) guía de respuesta a emergencias.</li> </ul> </li> </ul>

### 2.1.1. Inspección y revisión de los equipos de emergencia.

A continuación, se presenta el Cuadro 20, el cual establece las inspecciones del estado del equipo de atención de emergencia.

**Cuadro 20.** Frecuencia de inspección y revisión de los equipos de emergencia.

Equipo	Frecuencia		Normativa	Responsable
	Mensual	Anual		
Extintores portátiles	Verificar el estado del extintor. Limpieza externa del equipo.	Entregar a Extintores Costa Rica para realizar pruebas hidráulicas.	NFPA 10	Mensual: Operario de producción Anual: proveedor de extintores
Iluminación de Emergencia	Inspección Visual. Prueba de 30 segundos	Inspección visual Prueba de 90 minutos.	NFPA 101. Sección 7.9.3	Dpto. Salud Ocupacional
Señalización de salvamento	Inspección visual del estado físico de la señalización.	No aplica	NFPA 101.	Operario de producción
Medios de egreso	Garantizar que los medios de egreso se encuentran libres de obstrucción en todo momento.	No aplica	NFPA 101. Sección 7.1.10.1	Operario de producción y Dpto. de Salud Ocupacional

Respecto a la inspección, pruebas y mantenimiento del sistema fijo de protección contra incendios se definirá a partir de la instalación y asesoría del personal que instale los sistemas y además se encuentre capacitado en la NFPA 25, además de la recomendación del fabricante.

### 2.2. Guía telefónica en caso de emergencia.

Ante cualquier evento es fundamental la empresa mantenga comunicación con los cuerpos de ayuda externa, principalmente en ocupaciones de alto riesgo y cuando se trata de casos de incendio o emergencias con sustancias peligrosas. Para ello, es importante la identificación de dichos cuerpos y establecer una guía telefónica accesible para cualquiera de los ocupantes del edificio. Dicha guía se encuentra en el Cuadro 21. Dicha guía será colocada en la entrada del edificio, así como en áreas comunes para que esté accesible en todo momento.

**Cuadro 21.** Guía telefónica en caso de emergencia

<b>Cuerpo de ayuda externo</b>	<b>Número telefónico de contacto.</b>
Emergencias Medicas	2290-5555
Cruz Roja Cartago	2552-1117
Fuerza Publica Ochomogo	2551 2058
Cuerpo de Bomberos Cartago	2591 2890
Comisión Nacional de Emergencias	2210 2828
Hospital Max Peralta Cartago	25501999
Organismo de Investigación Judicial	2550 0333
Centro Nacional de Control de Intoxicaciones	2223 1028
Instituto Nacional de Seguros (INS)	2550 4000

**2.3. Procedimientos para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.**

A continuación, se presentan los procedimientos propuestos para complementar los controles ingenieriles presentados anteriormente.



## Procedimiento de respuesta ante una emergencia de incendio

Elaborado por: Ana Belén Conejo González

### 1. Propósito.

Proteger la vida y la seguridad humana de los colaboradores, visitas y contratistas de la planta de tratamiento de residuos peligrosos, garantizando la respuesta eficiente ante una situación de incendio, cumpliendo con los requisitos legales y promoviendo una cultura de seguridad.

### 2. Alcance

El presente plan es aplicable a todos los colaboradores, visitas y contratistas de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### 3. Responsables

#### i. Departamento de Salud Ocupacional

- Establecer los lineamientos para las inspecciones del equipo de emergencia.
- Informar a la población sobre el procedimiento de respuesta ante una emergencia de incendio.

#### ii. Departamento de Mantenimiento

- Instalar la señalización de las rutas de evacuación y los extintores portátiles.
- Realizar las acciones preventivas y correctivas para el mantenimiento de los equipos de protección contra incendios.

#### iii. Colaboradores

- Cumplir con el presente procedimiento de actuación en caso de emergencia de incendio.
- Elaborar las inspecciones visuales de los equipos de atención de emergencia de acuerdo con el formulario para la inspección, prueba y mantenimiento de extintores portátiles, del presente programa.

### 3. Definiciones

7. *Fuego*: corresponde a una reacción química entre un combustible y un comburente con un desprendimiento de energía en forma de calor y luz.
8. *Conato de Incendio*: Incendio controlable, es un incendio que puede ser sofocado utilizando extinguidores convencionales.
9. *Incendio*: fuego en grandes proporciones que se encuentra fuera de control, puede presentarse de manera instantánea o gradual.
10. *Fuegos Clase A*: Hace referencia a los fuegos combustibles como madera, tela, papel, etc.
11. *Fuegos Clase B*: Se refiere a fuegos en líquidos o gases, inflamables o combustibles. Tales como, grasas, pinturas, aceites.
12. *Fuegos Clase C*: Involucran equipos eléctricos energizados.

#### 4. Desarrollo

##### 4.1. Procedimiento de respuesta ante incendio:

- b. Cuando se notifique por medio de la activación manual o automática de la alarma contra incendio, todo el personal debe detener sus labores y desalojar el edificio. **Nota importante:** las fuentes de energía se deben desconectar y apagar los equipos.
- c. Solo trate de extinguir el incendio si el fuego es de baja dimensión, si es de baja dimensión puede proceder con la extinción, si se encuentra capacitado para, sin poner en riesgo su integridad física. El instructivo para el uso de extintores portátiles brinda una guía para su uso.
- d. Mantenga la calma, identifique la salida más cercana (guíese por la señalización de evacuación color verde).
- e. Evite correr en los pasillos, camine con fluidez hacia la salida.
- f. No se devuelva a recoger objetos personales.
- g. Una vez ubicados en el punto de reunión, fuera de peligro, verifique que todos sus compañeros han logrado salir.
- h. Notifique, personalmente o por radio, a su supervisor si hay alguna persona atrapada o si requiere de ayuda especial para evacuar. El supervisor se encargará de indicarle a los cuerpos de emergencia. En caso de ser el supervisor quien se encuentra atrapado, informe

directamente al personal externo (bomberos, emergencias médicas, etc.) que atiende el evento.

- i. En caso de haber heridos o personas afectadas por el evento, espere a que el personal capacitado en primeros auxilios, o bien, que los colaboradores de emergencias médicas, atiendan al paciente.
- j. En cuanto se pueda notifique a las autoridades competentes de la emergencia.
- k. Espere en el punto de reunión hasta que las autoridades hayan evaluado si existe la posibilidad de reingresar al edificio.
- l. No reingrese al edificio sin previa autorización del personal de emergencias

#### **4.2. Procedimiento de activación de la alarma manual:**

- Busque el dispositivo más próximo y jale la palanca que dice “Empuje y jale hacia abajo” (push in pull down).
- Abandone el área siempre que suene la alarma.
- Si se trata de una falsa alarma, notifíquelo inmediatamente a su supervisor para que se encargue de desactivar la alarma.
- Una vez acabado el evento, el supervisor debe volver la palanca a su lugar, para ello se requiere de la llave de alarma que se encuentra colgada del dispositivo.



## Instructivo para el uso de extintores portátiles

Elaborado por: Ana Belén Conejo González

### 1. Propósito

Indicar los pasos para realizar un uso correcto de los extintores portátiles como parte de los equipos de atención de emergencias.

### 2. Alcance

Este procedimiento aplica para todos aquellos colaboradores que han recibido la capacitación sobre el uso de extintores portátiles indicada en el presente programa.

### 3. Responsables

#### i. Departamento de Salud Ocupacional

- Garantizar que los extintores que se disparen sean recargados en el menor tiempo posible.

#### ii. Colaboradores

- Reportar al Departamento de Salud Ocupacional el extintor portátil (número y ubicación) que fue descargado.

### 4. Definiciones

- *Conato de Incendio:* Incendio controlable, es un incendio que puede ser sofocado utilizando extinguidores convencionales.
- *Incendio:* fuego en grandes proporciones que se encuentra fuera de control, puede presentarse de manera instantánea o gradual.

### 5. Desarrollo

#### 5.1. Los pasos para utilizar el extintor portátil son:

- a. Mantenga la calma.
- b. Evalúe si es un conato de incendio que se puede controlar con el extintor portátil o es incontrolable. En caso de ser fuego no controlable, dispóngase a evacuar el edificio.

- c. Verifique que el tipo de extintor sea adecuado para el tipo de fuego que se manifiesta.
- d. Retire el extintor de su lugar y siga los pasos indicados en la figura 1.



**Figura 1.** Pasos para utilizar un extintor portátil.

- e. Ubíquese cerca de la salida para evitar que pueda quedarse atrapado.



## Formulario para la inspección, prueba y mantenimiento de los extintores portátiles

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

	<b>Inspección de extintores portátiles.</b>	Fecha de inspección: _____	
Inspección realizada por: _____		Numero de extintor: ____	
<b>Aspecto</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>	<b>Comentarios</b>
El extintor se encuentra en el espacio designado.			
El extintor es accesible, sin estar obstruido.			
El extintor está cargado, la flecha del manómetro se encuentra en el área coloreada de verde.			
Existe señalización que permite ubicar el extintor.			
Las etiquetas cuentan con la información del proveedor, última recarga, el tipo de fuego para el que funciona e instrucciones de uso.			
Las etiquetas se encuentran en buen estado, legibles, no manchadas o rotas.			
No se visualizan golpes, abolladuras, corrosión en el dispositivo.			



## Procedimiento de respuesta ante un derrame químico.

Elaborado por: Ana Belén Conejo González

### 1. Propósito

Proteger la vida y la seguridad humana mediante la definición de un procedimiento para actuar en caso de una emergencia de derrame de sustancias líquidas inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### 2. Alcance

Los presentes protocolos son aplicables a todo el personal entrenado y capacitado en la materia de manejo de productos inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos, dado que son las personas autorizadas para trabajar con estas sustancias.

### 3. Responsabilidades

#### i. Departamento de Salud Ocupacional

- Solicitar e inspeccionar el kit de control antiderrame mensualmente y, especialmente, después de la manifestación de un derrame.

#### ii. Jefatura de Producción

- Brindar el espacio para la capacitación de los colaboradores de producción en el uso del kit de control de derrame.

### 4. Definiciones

- *Sustancias Peligrosas*: Todas aquellas sustancias que representan un riesgo para la salud, la seguridad o bienestar del ser humano y el medio ambiente.

### 5. Desarrollo

#### 5.1. Procedimiento de atención de derrames en la planta de tratamiento de residuos peligrosos:

- a. Antes de iniciar con el control de derrame, se debe revisar la SDS del producto para verificar que puede ser controlado por la misma

persona que se encontraba manipulándolo, o se requiere de asistencia externa. De igual forma se verifica el tamaño del derrame.

- b.** Se debe barricar la zona evitando el paso de otros ocupantes del edificio. Esto puede realizarse con conos o cinta de precaución.
- c.** Se debe eliminar toda fuente de ignición.
- d.** Una vez que se verifica si puede ser controlado por el mismo operador, se procede a la colocación del EPP. Este incluye: guantes de nitrilo naranja, gafas químicas, protección respiratoria e incluye el traje de protección química.
- e.** El primer paso, corresponde a evitar la expansión del derrame. Para ello se utiliza el PAD cilíndrico del kit que permite rodear el área contaminada, o bien el revestimiento de polietileno.
- f.** Seguidamente, se procede a utilizar el PAD universal de fusión por soplado para secar el líquido. Donde estos materiales no sean suficientes se puede pasar a utilizar almohadas universales.
- g.** Una vez controlado el derrame, se limpia y recoge, cabe mencionar que todos los desechos generados a partir de este procedimiento se clasifican con como peligrosos. Los residuos se depositan en un basurero individual para posteriormente brindarles tratamiento.
- h.** Finalmente, los participantes en el control del derrame elaboran el formulario para el reporte de incidente de derrame.

	<b>Formulario para el reporte de incidente de derrame.</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ana Belén Conejo González

	Nombre de quien reporta:
Fecha y hora del incidente:	Testigos:
Lugar exacto donde ocurrió:	Cantidad de materiales utilizados y su descripción, del kit de control de derrames:
Causa del derrame:	Clasificación de la sustancia derramada:
Indique si se presentó un accidente a raíz del evento (caída, contaminación, daño de equipo).	



## **Procedimiento de respuesta en caso de exposición accidental.**

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

### **1. Propósito**

Proteger la vida y la seguridad humana mediante la definición de un procedimiento para actuar en caso de una emergencia por exposición accidental a sustancias inflamables y combustibles por cualquier vía (ingesta, dérmica, inhalación, ocular).

### **2. Alcance**

El presente procedimiento es aplicable a todo el personal entrenado y capacitado en la materia, dado que son las personas autorizadas para trabajar con este tipo de productos.

### **3. Responsabilidades**

#### **ii. Departamento de Salud Ocupacional**

- Refrescar los protocolos de actuación en caso de exposición accidental a los colaboradores.
- Establecer los equipos de protección personal (EPP) para evitar el contacto directo con sustancias inflamables y combustibles.
- Reemplazar el EPP que se extravíe o dañe durante la ejecución de tareas.

#### **iii. Jefatura de Producción**

- Establecer los espacios para brindar las capacitaciones a los colaboradores en el procedimiento de actuación en caso de exposición por cualquier vía.
- Vigilar que los colaboradores se encuentren utilizando los EPP durante los procesos de producción.

#### **iv. Colaboradores**

- Portar el EPP durante los procesos de producción.
- Reportar cualquier daño o extravío del EPP al Departamento de Salud Ocupacional.

#### **4.Desarrollo del plan.**

- a.** Diríjase a la estación de ducha lavaojos y lávese por 15 minutos la zona afectada.
- b.** Si todavía presenta alguna sintomatología comuníquese de inmediato con emergencias médicas. Brinde toda la información correspondiente a las sustancias que se estaban manipulando, incluida la ficha de seguridad del producto.
- c.** Si debe asistir al compañero afectado, colóquese su EPP y retire el EPP o la ropa en caso de que esté todo contaminado. Los equipos contaminados deben disponerse en una caja para posteriormente ser procesado en la misma planta de tratamiento de residuos peligrosos.
- d.** Nunca induzca el vómito.
- e.** Notifique a su supervisor para que este comunique al Departamento de Salud Ocupacional.
- f.** El Departamento de Salud Ocupacional debe realizar la investigación de accidente y brindarle seguimiento al estado de salud del afectado.



## Procedimiento para la manipulación de sustancias químicas peligrosas.

Elaborado por: Ana Belén Conejo González

### 1. Propósito

Este procedimiento busca establecer los lineamientos básicos iniciales para la manipulación de productos líquidos inflamables y/o combustibles y minimizar los riesgos de enfermedades asociadas a la exposición, salvaguardando la salud de los trabajadores.

### 2. Alcance

Estos lineamientos son aplicables a todas las actividades asociadas a la manipulación de las sustancias líquidas inflamables y combustibles que se da en el proceso de impregnación.

### 3. Responsabilidades

#### i. Departamento de Salud Ocupacional

- Definir el equipo de protección personal (EPP) requerido para la tarea.
- Preparar e implementar las capacitaciones necesarias para asegurar que los trabajadores que manipulan este tipo de sustancias estén preparados.

#### ii. Colaboradores

- Cumplir con el procedimiento.
- Participar y fomentar las actividades de formación en el tema.

### 4. Definiciones:

- *Monitor:* Trabajador que acompaña mientras se realiza la tarea, se encarga de acompañar y velar por la seguridad del compañero, y en caso de un evento, comunicar y solicitar auxilio
- *Proceso de impregnación:* procedimiento en el cual se vierten las sustancias inflamables y combustibles sobre un material previamente preparado y se deja secar.

## 5. Desarrollo del procedimiento.

- a. Antes de manipular cualquier sustancia peligrosa, revise la Ficha de Seguridad (SDS) y siga las indicaciones de uso que se indican. Además, debe verificar cómo se actúa en caso de emergencia en la SDS.
- b. Colóquese el equipo de protección personal (EPP) establecido por el Departamento de Salud Ocupacional. Las características de estos equipos se detallan en el Anexo A del presente procedimiento.
- c. Verifique que el envase de sustancias inflamables y combustibles esté debidamente rotulado con el nombre del proveedor, título de la sustancia, componentes y peligrosidad.
- d. Asegúrese de que NO haya fuentes de ignición cerca (llamas abiertas, equipo eléctrico, superficies calientes, entre otros). Se deben manipular las sustancias al menos a 6 metros de distancia de este tipo de fuentes.
- e. Se debe trabajar con otra persona presente en el mismo lugar que cumpla la función de un monitor.
- f. No se debe reutilizar recipientes vacíos si se desconoce la sustancia que se almacenaba anteriormente en el mismo. En caso de ser requerida su reutilización, esta debe ser únicamente para el almacenamiento del mismo tipo de sustancia para la que se disponía anteriormente, o bien, compatible con esta.
- g. Cuando no se esté utilizando, todo recipiente que contenga sustancias químicas inflamables y combustibles debe permanecer cerrado para evitar la propagación de gases y vapores en la atmósfera de trabajo.
- h. Después de la manipulación de sustancias inflamables y combustibles debe lavar el equipo de protección reutilizable (botas, guantes, trajes) en el área para limpieza del EPP. Cabe destacar que el agua residual de dicho espacio no va al alcantarillado, sino que se recoge en un estañón para reutilizar en el proceso de impregnación.
- i. Etiquete el estañón de agua residual cada vez que lo cambie por uno nuevo, de acuerdo con el instructivo para el etiquetado de productos químicos.

## **6. Anexos.**

- Anexo A. Requerimientos del equipo de protección personal para la manipulación química.

## **Anexo A.**

### **Equipos de protección personal**

Todo equipo de protección personal utilizado debe cumplir con la certificación ANSI. Ante cualquier daño, imperfección o necesidad de cambio debe reportarse inmediatamente al departamento para realizar la corrección. Las características generales para tomar en consideración al adquirir un equipo se detallan a continuación.

- **Protección Ocular y Respiratoria**

Se requiere de protección respiratoria y ocular, por lo tanto, para una mayor facilidad de colocación, se establece la máscara facial completa que incluya filtros acordes a la exposición.

- **Protección Corporal**

Se debe utilizar un traje químico con resistencia a salpicaduras, ya que estas son parte del proceso. Es decir, buscar un traje completo que incluya dentro de sus especificaciones protección tipo 6 para salpicaduras, 1 y/o 2 para gases y vapores.

- **Calzado de seguridad**

Se deben utilizar botas de PVC de protección química con punta de acero.

- **Protección de las manos**

Se deben utilizar guantes de nitrilo largos certificados contra químicos.



## Instructivo para el Etiquetado de Productos Químicos

Elaborado por: Ana Belén Conejo González

### 1. Propósito

Establecer los pasos para asegurar una rotulación correcta de envases de residuos peligrosos que se encuentren dentro de la planta de tratamiento de residuos peligrosos, basada en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

### 2. Alcance

Este instructivo es aplicable a todos los envases de residuos peligrosos que se reciban o generen dentro de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### 3. Responsables

#### i. Departamento de Salud Ocupacional

Verificar que todos los envases de productos inflamables y combustibles cuenten con su etiqueta de identificación.

Mantener los lineamientos actualizados respecto a la normativa aplicable.

#### ii. Gerencia de Producción

- Garantizar que los envases de los residuos peligrosos se reciben correctamente rotulados.
- Establecer un control de recibo de las fichas de seguridad de los residuos recibidos.

#### iii. Colaboradores

- Realiza el etiquetado de productos inflamables y combustibles de acuerdo con lo establecido en este procedimiento.

## 4. Desarrollo

### 4.1. Lineamientos generales

- Todos los residuos peligrosos que se generen procesen, manipulen y almacenen en la planta de tratamiento de residuos peligrosos, deben estar debidamente rotulados según la propuesta del presente instructivo.
- La etiqueta debe estar ubicada al menos en una cara del envase y estar adherida fuertemente al recipiente para evitar que se pierda o caiga del mismo.
- El idioma de la etiqueta debe ser el español, con letra legible y clara.
- El material de la etiqueta debe ser resistente al agua y a otros químicos que puedan alterar su contenido por el efecto de su manipulación.
- Las dimensiones de la etiqueta deben ser acorde al tamaño del recipiente, tal y como se establece en la Figura 1.

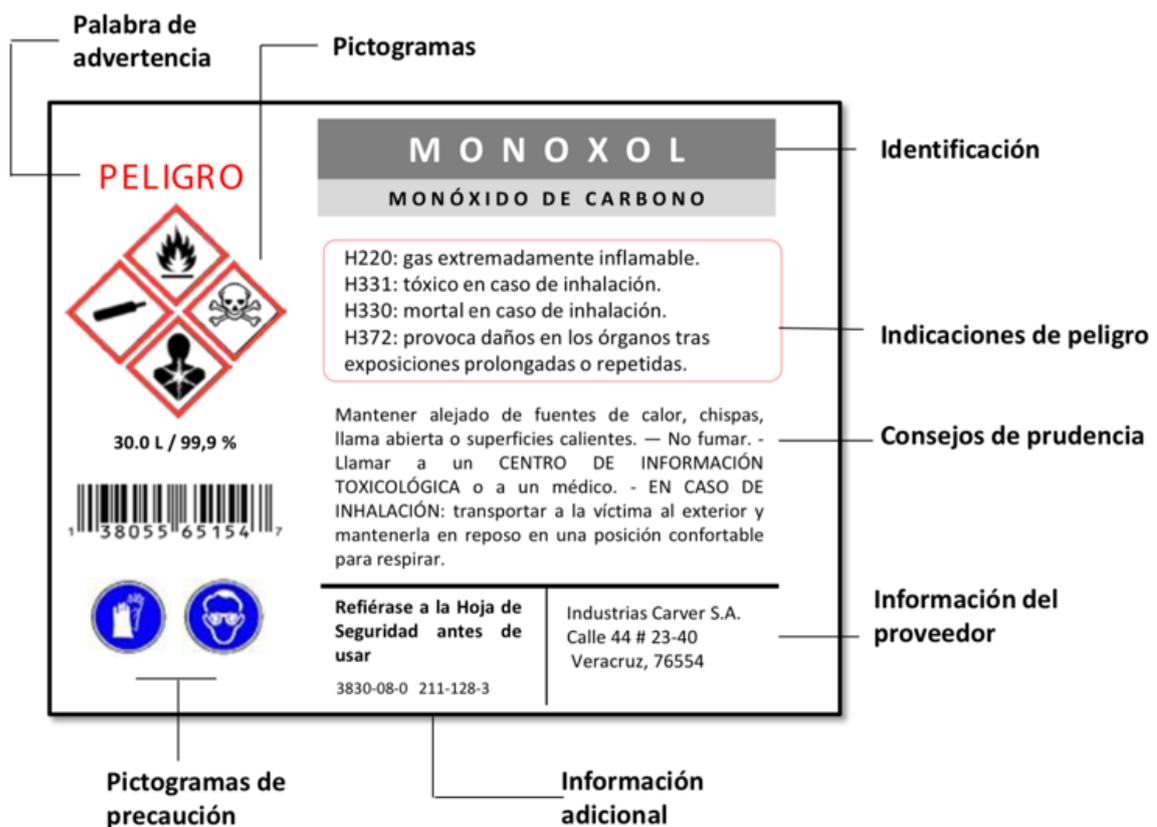
Capacidad del envase	Dimensiones de la etiqueta (mm)	Dimensiones de cada pictograma (mm)
HASTA 3L	52x74	16X16 (NO MENOR A 10X10)
SUPERIOR A 3L, SIN EXCEDER LOS 50L	74x105	23X23
SUPERIOR A 50L, SIN EXCEDER 100L	105x148	32X32
SUPERIOR A 500L	148x210	46X46

**Figura 1.** Dimensiones de las etiquetas de envases de residuos peligrosos

Fuente: United Barbarcode Systems (2007)

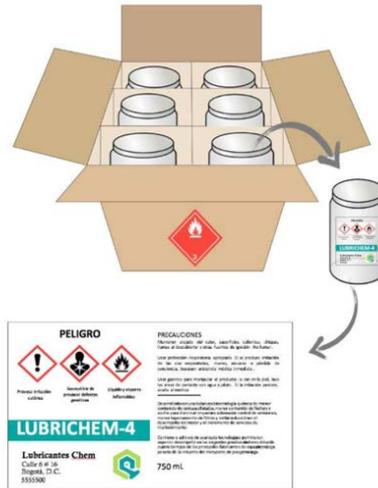
- De acuerdo con el SGA, las etiquetas deben contener seis secciones, las cuales son:
  - Palabra de advertencia.
  - Identificación del producto e identidad química.

- Pictograma de peligro.
  - Indicaciones de peligro.
  - Consejos de prudencia.
  - Identificación e información del generador.
- El diseño de las etiquetas debe ser como el ejemplo de la figura 2. Se tendrá disponible el formato de diseño para que los colaboradores simplemente completen e impriman en la oficina la etiqueta de acuerdo con la ficha de datos de seguridad (SDS).



**Figura 2.** Ejemplo de diseño para una etiqueta de productos químicos.  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017)

- Las etiquetas se deben colocar tal y como se muestra en el ejemplo de la Figura 3.



**Figura 3.** Ejemplo de posicionamiento de etiquetas de productos químicos.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017)



## **Procedimiento para el Recibo y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.**

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

### **1. Propósito**

Definir los pasos a seguir para realizar el recibo y almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles en la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### **2. Alcance**

Los controles administrativos establecidos en esta sección son de carácter obligatorio para todos los colaboradores de la planta de tratamiento de residuos peligrosos que reciban y almacenen sustancias inflamables y combustibles.

### **3. Responsables**

#### **i. Departamento de Salud Ocupacional**

- Establecer las pautas de seguridad para el recibo, almacenamiento, etiquetado y manipulación de las sustancias inflamables y/o combustibles.
- Actualizar, revisar y evaluar la aplicación de los procedimientos, lineamientos e instructivos para el almacenamiento seguro de sustancias.

#### **ii. Jefe de Producción**

- Apoyar al Departamento de Salud Ocupacional en la implementación del programa.
- Velar por el cumplimiento de los lineamientos de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

#### **iii. Supervisor de Producción**

- Garantizar el almacenamiento seguro de sustancias.
- Revisar que cada uno de los materiales tenga su ficha de seguridad (SDS).

- Elaborar un inventario de productos químicos con su respectivo pictograma de peligrosidad e incompatibilidad de las sustancias.

#### **iv. Colaboradores**

- Cumplir con el procedimiento para el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

### **4. Definiciones**

- *Incompatibilidad*: Cuando dos sustancias tienen la característica de reaccionar violentamente al mezclarse.
- *Generador*: Persona o empresa que genera un residuo peligroso como parte de su proceso de producción.

### **5. Desarrollo**

#### **5.1. Procedimiento de recibo**

- Primero, se debe verificar que el material cuente con una Ficha de Seguridad (SDS) con un máximo de 2 años de emisión.
- No se reciben productos inflamables y combustibles que no estén debidamente etiquetados por el generador. La etiqueta deberá traer mínimo la siguiente información:
  - Palabra de advertencia.
  - Pictograma de peligro
  - Identificación del producto
  - Indicaciones de peligro
  - Indicaciones de precaución
  - Información del proveedor o fabricante
- Cada colaborador registra la cantidad de galones ingresados para mantener el control de la capacidad del edificio de acuerdo con el formulario para el registro de la cantidad de galones ingresados a la bodega de almacenamiento.

## **5.2. Procedimiento de almacenamiento**

- El personal a cargo es el responsable de que se cumpla con los espacios y el área designada para el almacenamiento,
- La entrada a la bodega y la manipulación de sustancias químicas se le permite únicamente al personal autorizado y previamente capacitado para dicha labor.
- Los productos químicos se agrupan de acuerdo con su compatibilidad o clase de riesgo. Esto se rige a partir de la Tabla de Compatibilidades de la SGA que se puede observar en el Anexo A.
- Cuando una sustancia sea incompatible con otra, se debe guardar una distancia de 6.1 m entre recipientes.
- Donde se almacenen o utilicen los productos químicos se debe tener una ducha lavaojos y los colaboradores deben verificar que esté en condiciones óptimas de funcionamiento antes de manipular sustancias químicas peligrosas.
- Verificar que se está almacenando la cantidad en el diseño de la bodega de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.
- En el área de trabajo, principalmente en la de impregnación deben estar fuera de la bodega únicamente los estañones que se van a utilizar ese día.

## **6. Anexos**

- 6.1. Anexo A- Tabla de Compatibilidades de la SGA.





**Formulario de registro de la cantidad de galones  
ingresado a la bodega de almacenamiento.**

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

<b>Departamento Responsable:</b>				<b>Numero de recibo:</b>	
<b>Nombre de quien realiza el registro:</b>				<b>Fecha:</b>	
<b>Código de ingreso</b>	<b>Identificación de la sustancia</b>	<b>Unidades de medida marcadas</b>	<b>Cantidad en gal</b>	<b>Firma del responsable</b>	<b>Comprobación de ficha de ingreso con etiqueta y ficha de seguridad.</b>

## **Sección III. Formación y capacitación.**

---

En esta sección se establece el plan de formación y capacitación en materia de seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, de los colaboradores como parte de la mejora continua de la organización y aplicación del presente programa.

### **1. Propósito**

Establecer los lineamientos mínimos para la formación y capacitación sobre la manipulación y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles, así como, de los protocolos de actuación en caso de emergencia de incendio.

### **2. Alcance**

Este apartado es aplicable a los operarios del proceso que están en contacto con sustancias inflamables y combustibles. Asimismo, para el personal administrativo que requiera conocer sobre las medidas de seguridad de los procesos, como el jefe de producción.

### **3. Responsabilidades**

A continuación, se detallan las responsabilidades de los encargados de la formación y capacitación del personal de la planta de tratamiento de residuos peligrosos:

#### **i. Departamento de Salud Ocupacional:**

- Implementar, mantener y actualizar este plan de formación y capacitación.
- Garantizar que los periodos establecidos para cada una de las actividades de formación y capacitación se cumplan.
- Organizar y asignar responsables para brindar las capacitaciones al personal.

#### **ii. Alta Gerencia**

- Aprobar los temas de capacitación, recursos y cronograma.

### **iii. Gerente de Producción:**

- Asegurar de que todo el personal ha recibido las capacitaciones y se encuentra entrenado para realizar sus tareas.
- Notifica al departamento de Salud Ocupacional el ingreso de personal nuevo, sea de forma temporal o permanente.

## **4. Desarrollo**

- 4.1. El departamento de Salud Ocupacional presenta la propuesta de capacitación al Gerente General basada en el análisis de riesgo y necesidades identificadas. El encargado del Departamento de Salud Ocupacional debe utilizar el instructivo para la elaboración de la propuesta de capacitación y formación del personal y visitantes.
- 4.2. Una vez aprobada la propuesta de capacitación, el Departamento de Salud Ocupacional coordina con la Gerencia de Producción el espacio para llevar a cabo la capacitación.
- 4.3. Las sesiones se llevan a cabo de forma presencial y tienen una duración máxima de una hora. En caso de requerir más tiempo, se deben establecer periodos de descanso por cada hora de capacitación.
- 4.4. Después de cada sesión los participantes deben completar el Formulario para el registro de la formación y capacitación del personal y visitantes que se adjunta al final de esta sección.
- 4.5. Se debe evaluar cada capacitación una vez que finaliza. Esta evaluación contempla lo que se aprendió en el curso, la satisfacción de los colaboradores y la organización de la formación, para lo cual se usa el Formulario para la evaluación de la eficacia del plan de formación y capacitación del personal.

## **7. Cronograma, temas, contenidos y recursos de la capacitación.**

Como parte de la formación del personal se establece la matriz del Cuadro 22, cabe destacar que la asistencia del 100% de los operadores de planta de tratamiento de residuos peligrosos es obligatoria. De igual forma, es importante que los visitantes reciban una inducción para el ingreso a la planta

que incluya los procedimientos por exposición y manejo de emergencias de incendio.

**Cuadro 22.** Temas de capacitación sobre la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

Sesión	Riesgo(s) Identificado	Tema	Contenidos
1	Enfermedades laborales asociadas con químicos.	Introducción a la manipulación segura de sustancias químicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué son las sustancias químicas?</li> <li>- Riesgos implicados en su manipulación enfocados en explosión e incendio.</li> <li>- Fuentes de ignición habituales</li> <li>- Impacto ambiental del derrame químico.</li> <li>- Impacto en la salud de la exposición a sustancias inflamables y combustibles.</li> <li>- Medidas de seguridad durante la manipulación de sustancias químicas.</li> </ul>
2		Peligro químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué son las sustancias químicas peligrosas?</li> <li>- Definiciones del Sistema Globalmente Armonizado (SGA).</li> <li>- Etiquetado de productos químicos               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Rombo NFPA</li> <li>o Pictogramas SGA</li> </ul> </li> <li>- Introducción a la interpretación de las fichas SDS.</li> <li>- Equipo de protección personal (EPP) requerido.</li> </ul>
3		Uso del equipo de ducha lavaojos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo de actuación en caso de exposición accidental.</li> <li>- Uso y funcionamiento del equipo de ducha lavaojos.</li> </ul>
4	Incendio/ Explosión	Almacenamiento de productos químicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incompatibilidad de las sustancias químicas.</li> <li>- Espacios de almacenamiento.</li> <li>- Riesgos implicados en la mezcla de sustancias incompatibles.</li> </ul>
5		Protocolo de actuación en caso de incendio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rutas de evacuación y activación de alarma.</li> <li>- Ubicación de los sistemas de protección contra incendios de protección contra incendios.</li> </ul>
6		Uso de extintores portátiles. (Teórico /Practica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de fuego</li> <li>- Uso e inspección de extintores portátiles.</li> <li>- Asistencia durante la atención de una emergencia.</li> </ul>
7	Derrame de productos químicos.	Contención de derrames.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo de actuación en caso de derrame.</li> <li>- Uso del Kit de Derrames.</li> </ul>

\*Nota. Se organizan las capacitaciones por sesión para darle un progreso lógico a los temas. A partir de que se acepte la implementación del programa, se programan las fechas para cada una de las actividades.

A continuación, se presenta el cronograma semanal de capacitación una vez que se implemente el programa.

**Cuadro 23.** Cronograma semanal de capacitación y formación del personal de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

<b>Semana</b>	<b>Sesión</b>	<b>Duración</b>
<b>1</b>	1, 2, 3	1 hora diaria por sesión.
<b>2</b>	4,5,6	1 hora diaria por sesión.
<b>3</b>	<b>7</b>	2 horas

Las sesiones se realizan en días separados para evitar la sobrecarga de información de los trabajadores. Los días serán a convenir dependiendo del plan de trabajo establecido por el Departamento de Producción. Este plan de capacitación y formación, tarda 3 semanas en ser completado y requiere entre 2 y 3 horas semanales.

## **8. Costos implicados en la capacitación y formación de los colaboradores.**

A continuación, en el cuadro 24 se resumen los costos de la formación y capacitación de los colaboradores.

**Cuadro 24.** Recursos necesarios para la capacitación y formación del personal de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (€)</b>	<b>Costo total (€)</b>
Capacitador: Personal del Departamento de Salud Ocupacional	1	NA	NA
Sala de capacitación	1	NA	NA
Kit de contención de derrames para práctica.	1	34 227 (Afalpi, 2023)	34 227
Extintor portátil de polvo químico seco (PQS)	1	60 000	60 000
Lapiceros	6	150	900
Formulario para el registro de la capacitación y formación del personal	1 paquete	1200	1 200
Libreta de apuntes	2	1200	2 400
Refrigerio	18	2000	36 000
<b>Costo total de la formación y capacitación incluyendo IVA</b>			<b>134 727</b>

Se debe tomar en cuenta que cada vez que ingrese alguien nuevo, este debe cumplir con todas las sesiones. Lo cual, quiere decir que el monto total establecido por el periodo de tres semanas de capacitación y formación debe volverse a pagar.

#### **9. Evaluación de la eficacia del plan de formación y capacitación del personal**

En el Formulario para la evaluación de la eficacia del plan de formación y capacitación del personal se establecen los criterios para evaluar la eficacia del plan de formación y capacitación. En dicha evaluación se toma en cuenta la opinión de la persona que recibe la capacitación y del Departamento de Salud Ocupacional. Este último, lleva la documentación de los formularios para posteriormente evaluar si dichos entrenamientos han sido efectivos.



## **Instructivo para la elaboración de la propuesta de formación y capacitación del personal, y visitantes.**

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

### **1. Propósito**

Establecer los pasos para elaborar propuestas de formación y capacitación del personal y visitantes.

### **2. Alcance**

El presente instructivo es aplicable al Departamento de Salud Ocupacional, y en casos donde así se permita, al Departamento de Producción de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

### **3. Responsabilidades**

#### **i. Departamento de Salud Ocupacional**

- i. Elaborar la propuesta de formación y capacitación de acuerdo con el presente instructivo.
- ii. Identificar las oportunidades de mejora en los planes y aquellas necesidades de formación y capacitación que surjan de nuevos procesos y tareas.

#### **ii. Alta Gerencia**

- i. Revisar y aprobar las actividades de formación y capacitación de los colaboradores de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

#### **iii. Departamento de Producción**

- i. Brindar el espacio para que los colaboradores puedan asistir a las actividades de formación y capacitación en temas de seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

#### **iv. Colaboradores**

- i. Participar y colaborar con todas las actividades de formación y capacitación propuestas para la gestión de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

#### **4. Desarrollo**

1. Elabore un análisis de necesidades por área para identificar las oportunidades de mejora en conocimientos y habilidades. Para ello, puede realizar entrevistas, encuestas o evaluaciones.
2. Defina los objetivos de la propuesta, estos deben tener indicadores cuantificables.
3. Determinar los colaboradores que van a participar de la formación y capacitación.
4. Seleccione los temas y contenidos, así como las herramientas para presentarlos.
5. Estime los costos y establezca el presupuesto que se va a requerir.
6. Elabore un cronograma para la aplicación de la propuesta, después de consultar al jefe de producción sobre los posibles horarios en los que están disponibles, cuanto tiempo pueden encontrarse fuera, etc.
7. Prepare una presentación formal que incluya todos los aspectos anteriores.
8. Establezca un plan de evaluación y seguimiento para cada una de las actividades propuestas.



**Formulario para el registro de formación y capacitación de los colaboradores y visitantes.**

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

Fecha:	Hora de inicio:	Hora de finalización:
Implementado por:		
<b>Lista de asistencia</b>		
Título de la capacitación:		
Nombre	Cédula	Firma



**Formulario para la evaluación de la eficacia del plan de formación y capacitación del personal.**

**Elaborado por:** Ana Belén Conejo González

<b>Fecha:</b>			
<b>Nombre de quien realiza la evaluación:</b>			
<b>Evaluación de la eficacia de la capacitación</b>			
<b>1. Percepción del capacitado.</b>			
Ítems	Criterios de puntuación.		
	3	2	1
Considera que las ideas expuestas fueron claras y comprensibles	Totalmente de acuerdo	De acuerdo, pero podría mejorar	No estoy de acuerdo
Cree que realmente la capacitación será de utilidad la hora de realizar sus tareas.	Totalmente de acuerdo	De acuerdo, pero podría mejorar	No estoy de acuerdo
<b>2. Aprendizaje</b>			
Porcentaje de aprobación del examen	100% aprobado	50% aprobado	0% aprobado
<b>3. Nivel de impacto</b>			
Cambios visualizados a partir de la formación y capacitación.	Se han observado muchos cambios en el comportamiento de los colaboradores.	Ha habido mejoras, pero debe reforzarse más.	No se han podido visualizar cambios de conducta en los colaboradores

## Sección IV. Validación de las propuestas de control administrativo e ingenieril.

En esta sección se presenta la validación de los controles propuestos del programa de forma conjunta entre la parte ingenieril y administrativa. Se utilizaron listas de verificación y evaluaciones de riesgo de acuerdo con la INTE T55.

### 1. Validación de los controles del programa

#### 1.1. Medios de egreso.

Para la validación de la propuesta de medios de egreso se construye una lista de verificación basada en la NFPA 101 respecto a los componentes de los medios de egreso, en este caso las puertas de emergencia.

**Cuadro 25.** Validación de las puertas de emergencia como medios de egreso

Aspecto	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple	Observaciones
1. La altura libre de los medios de egreso es 2 m como mínimo.	X			
2. Las aberturas están equipadas por conjunto de puertas cortafuego equipadas con cierrapuertas.	X			
3. Las salidas tienen una clasificación de resistencia al fuego no menor a 1 hora donde la edificación conecta tres pisos o menos.	X			Clasificación de resistencia de 3 horas.
4. Las aberturas de las puertas no deben ser menores a 90 cm de ancho libre	X			
5. Las puertas deben ser de bisagras laterales o batiente con pivote y se instalan de modo que se puedan batir desde cualquier posición hasta el ancho total requerido de la abertura en que está instalada.	X			
6. Requieren de herraje antipánico las puertas que den servicio a ocupaciones de alto riesgo.	X			
7. Las puertas deben abrir en sentido del recorrido de egreso.	X			
8. No se debe requerir el uso de llaves, herramientas o esfuerzos especiales para abrirla.	X			

9. Una hoja de puerta que normalmente este cerrada, no debe asegurarse en posición abierta en ningún momento y deben ser autocerrantes.	X			
10. Para una carga menor a 50 ocupantes el ancho mínimo de las puertas no es menor a 90 cm.	X			
11. Todas las salidas deben terminar directamente en una va publica o en una descarga de salida exterior, con acceso a la vía pública.	X			

De la evaluación de los medios de egreso se concluye que la propuesta de control ingenieril sobres su apertura, cumple con los requerimientos establecidos en la NFPA, 2021.

### 1.2. Iluminación de emergencia

En el cuadro 26 se encuentra la lista de verificación sobre las luminarias de emergencia, en ella se añaden los requisitos solicitados por la NFPA 101, 2021.

**Cuadro 26.** Lista de verificación de las luminarias de emergencia.

Aspecto	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple	Observaciones
2. Autonomía de 90 minutos de la fuente de energía.	X			
5. 10 lux promedio en el inicio y 1 lux a lo largo de las vías medidas desde el nivel del suelo.	X			
6. Al final de la carga de la batería su promedio no es menor a 6 lux y 0.6 lux al final de su duración.	X			
7. Las aberturas de las puertas no deben ser menores a 90 cm de ancho libre	X			

### 1.3. Controles ingenieriles y administrativos contra incendios y el almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles.

A partir de la metodología establecida en la sección II sobre la prevención y control de riesgos de este programa, se realizó la validación de las propuestas ingenieriles y administrativas sobre la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles. Esto se puede visualizar en el cuadro 27.

**Cuadro 27.** Matriz de riesgos químicos y tecnológicos de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

Descripción del riesgo	Evaluación de riesgos								
	Nivel de deficiencia		Nivel de exposición		Probabilidad	Nivel de consecuencias		Valor del riesgo	
Incendio y explosión	Alto (A)	6	Frecuente (EF)	3	18	Mortal o catastrófico (M)	100	1800	Nivel I
Derrame	Alto (A)	6	Continua (EC)	4	24	Muy grave (MG)	60	1440	Nivel I
Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas.	Alto (A)	6	Frecuente (EF)	3	18	Muy grave (MG)	60	1800	Nivel I

Como se puede observar y de acuerdo con la metodología para la evaluación de riesgos planteada en este programa, el riesgo es inaceptable y requiere de una intervención inmediata. En caso de que la empresa aplique los controles ingenieriles y administrativos propuestos, se obtienen los resultados de “valor de riesgo” del cuadro 28. En él se puede observar que el riesgo disminuye considerablemente, el de derrame pasa a ser aceptable con opción de evaluar posibles mejoras, y el de incendio puede aún mejorar, pero reduce considerablemente que es la finalidad de lo propuesto.

**Cuadro 28.** Matriz de riesgos de químicos y tecnológicos después de aplicados los controles del programa propuestos.

Descripción del riesgo	Evaluación de riesgos								
	Nivel de deficiencia		Nivel de exposición		Probabilidad	Nivel de consecuencias		Valor del riesgo	
Incendio y explosión	Medio (M)	2	Frecuente (EF)	3	6	Grave (G)	25	150	Nivel II
Derrame	Bajo (B)	0	Continua (EC)	4	0	Grave (G)	25	0	Nivel IV

Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas.	Medio (M)	2	Frecuente (EF)	3	6	Muy grave (MG)	60	360	Nivel II
---	-----------	---	----------------	---	---	----------------	----	-----	----------

Por otro lado, se construye una matriz de validación de acuerdo con los aspectos de salud y seguridad, económico, sociocultural y estándares aplicables. Dicha matriz se observa en el cuadro 29.

**Cuadro 29.** Validación multicriterio de las propuestas de control ingenieril y administrativo.

Aspecto	Validación
<b>Salud y Seguridad</b>	La implementación de un programa de seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles, permiten mitigar el impacto y prevenir la manifestación de incendios y derrames químicos. Lo anterior sumado al aporte que brindan los controles administrativos para garantizar que las personas conozcan qué hacer en caso de una emergencia de incendio o derrame. De esta forma, se promueve una cultura de seguridad en dichos temas.
<b>Económico</b>	La propuesta de una bodega de almacenamiento resulta ser la opción más accesible a nivel económico para la empresa. Asimismo, las propuestas enfocadas en la gestión de la seguridad humana contra incendios, además de ser compatibles con el edificio, se encuentran como opciones viables en este aspecto. El programa resulta tener un valor inferior a los \$70 000 dólares, que es más económico en comparación a las demás alternativas.
<b>Sociocultural</b>	La ejecución del programa busca alterar lo menos posible la línea de producción y ser de sencilla adaptación para los operarios de planta.
<b>Ambiental</b>	Existen residuos de los cambios estructurales, sin embargo, se definen dispositivos con una vida útil mayor a 5 años de forma en que se minimice a largo plazo el impacto. Por otro lado, el programa permite evitar la contaminación ambiental derivada de los derrames de productos químicos en el suelo.
<b>Estándares aplicables.</b>	El programa cumple con la NFPA 101, NFPA 30, NFPA 10, NFPA 1. Además de contar con las recomendaciones de las INTE T55, INTE 21-02-02:2016, entre otras.

## Sección V. Evaluación y Seguimiento del Programa

---

Como parte de las actividades para verificar que el programa este cumpliendo con sus objetivos, se establece esta sección de evaluación y seguimiento.

### 1. Objetivo

Establecer los lineamientos para la evaluación del cumplimiento de los objetivos del programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles.

### 2. Verificación de los objetivos del programa.

Como parte de la verificación del cumplimiento de los objetivos del programa, se establece la matriz de evaluación en el cuadro 30 para evaluar los aspectos que se han implementado y se añaden las actividades que aún siguen pendientes, de esta forma se le brinda seguimiento al programa al mismo tiempo en que se evalúa. En este caso, el control y seguimiento es responsabilidad del Departamento de Salud Ocupacional

**Cuadro 30.** Matriz de evaluación del cumplimiento de las actividades del programa.

Aspecto	Cumple	No cumple	Pendientes	Aspectos de mejora
1. Se informa y delegan las responsabilidades a cada una de las personas involucradas en el programa.				
2. Se denota un compromiso de la alta gerencia en el desarrollo e implementación del programa.				
3. Los colaboradores se han comprometido al desarrollo del programa participando				

activamente en el mismo.				
4. Se evidencia que los colaboradores han completado las capacitaciones y entrenamientos de acuerdo con el plan de capacitación.				
5. Se realizan y registran las inspecciones mensuales de extintores, equipos de detección y alarma, y equipos de atención de emergencias.				
6. Se adquieren todos los equipos necesarios para la atención de emergencias.				
7. Existe evidencia de la aplicación de los instructivos, protocolos y lineamientos en materia de seguridad contra incendios y seguridad química.				

Asimismo, se debe evaluar el cumplimiento normativo de las soluciones propuestas y de las que se van implementando con el tiempo. Estas herramientas se basan en dos listas de verificación, una de la gestión de la seguridad humana contra incendios y otra, de las condiciones de almacenamiento y manipulación de productos químicos peligrosos.

El indicador corresponde al porcentaje de cumplimiento normativo, este se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\sum_{i=1}^n (C)i}{T - \sum_{i=1}^n (N/A)i} \times 100\%$$

Donde:

C= Ítems que se cumplen.

T= Total de ítems contenidos en la lista de verificación

NA= Ítems que no aplican.

La implementación de dicha evaluación es responsabilidad del Departamento de Salud Ocupacional, utilizando los formularios que se encuentran en las siguientes páginas de esta sección.



**Formulario de la lista de verificación del  
almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas,  
basado en la NFPA 1, NFPA 30 y NFPA 400**

**Elaborado por: Ana Belén Conejo González**

<b>Fecha de aplicación:</b>				
<b>Aprobado por:</b>				
<b>Aspectos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Extintores</b>				
1. El edificio cuenta con extintores portátiles.				
2. Cada extintor cuenta con la señalización colocada directamente encima o adyacente a estos.				
3. Los extintores están instalados en lugares donde están claramente visibles, fácilmente accesibles y disponibles ante un fuego.				
4. Los extintores nunca deben estar obstruidos.				
5. Si las obstrucciones visuales no se evitan del todo, deberá proveerse medios de señalización para indicar la ubicación del extintor.				
6. Los extintores se ubican a lo largo de los recorridos normales, preferiblemente a las salidas de las áreas.				
7. Los extintores con un peso bruto menor a 18 kg deben instalarse a una altura no mayor a 125 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. En casos especiales, cuando el extintor pueda obstruir barandas, pasamanos o algún otro elemento de emergencia, puede autorizarse la instalación del extintor hasta una altura de 150 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor.				
8. En ningún caso el espacio libre entre la parte inferior del extintor portátil manual y el piso debe ser menor a 0.1 m.				
9. Los extintores deben estar colocados de manera que las instrucciones queden frente al mismo.				
10. Clase A: Los extintores deben ubicarse de modo que las distancias de recorrido no sobrepasen los 23 m de cualquier ubicación hasta un extintor Clase A.				
11. Clase B: Los extintores deben ubicarse de modo que las distancias de recorrido no sobrepasen los 15 m de cualquier ubicación hasta un extintor Clase B.				
12. Tamaño y localización de extintores para riesgos Clase C: Los extintores deben ubicarse de tal modo que las distancias de recorrido no sobrepasen los 23 m de cualquier ubicación hasta un extintor Clase C.				
13. Si son certificados para el uso y el tipo de fuego que se pretende combatir, se pueden utilizar otros tipos de extintores.				

14. En planos se debe indicar la ubicación de todos los extintores a instalar y se debe incluir una tabla de simbología indicando el tipo y la capacidad de los extintores elegidos.				
<b>Alarma</b>				
15. Existe un sistema de alarma y detección contra incendios				
16. Los sistemas de alarma de incendio deben instalarse, probarse y mantenerse de acuerdo con los requisitos aplicables del Código Eléctrico Nacional según Decreto Ejecutivo 36979 y de la norma NFPA 72 edición 2016 en español.				
17. Deben ubicarse estaciones manuales de alarma de incendio adicionales de manera que, en cualquier piso o en cualquier parte habitable del edificio, no sea necesario recorrer más de 60 m de distancia horizontal en el mismo piso para alcanzar una estación manual de alarma de incendio.				
18. Cuando un sistema de alarma de incendio esté fuera de servicio más de 4 horas durante 24 horas, se deberá notificar al Cuerpo de Bomberos y el edificio deberá evacuarse o proveerse una vigilancia de incendio, en todas las partes desprotegidas hasta que se vuelva a poner en servicio.				
19. Las estaciones manuales de alarma de incendio solo se usan para activar los sistemas de notificación de protección contra incendios.				
20. En las áreas riesgosas existe un sistema automático de detección de incendio para la iniciación del sistema de alarma.				
21. Si existe la activación del sistema de alarma de incendios del edificio, esta debe automáticamente destrabar eléctricamente las hojas de las puertas en la dirección del egreso, y las hojas de las puertas deben permanecer eléctricamente destrabadas hasta que el sistema de alarma de incendios haya sido reposicionado manualmente.				
22. Las señales de notificación a los ocupantes para evacuar, deben ser señales audibles y visibles de acuerdo con la norma NFPA 72, y con la Ley 7600 de Igualdad de Oportunidades para las personas con discapacidad.				
23. Si el edificio está protegido por un sistema de rociadores automáticos, debe permitirse que el área de la zona de la alarma de incendio coincida con el área permitida del sistema de rociadores.				
24. La unidad de control, los indicadores de alarma y la capacidad de las comunicaciones manuales deben instalarse en una ubicación, accesible y supervisada. Tales como: Lobby principal, cuarto de vigilancia, cuarto de monitoreo.				
25. Los rociadores deben instalarse en todas las instalaciones de riesgo alto.				

26. Deben estar ubicados de forma que no se exceda el área de protección máxima por rociador.				
27. El diseño de los rociadores debe ser acorde a la clasificación de la ocupación y sus requisitos de acuerdo con la NFPA 13.				



**Formulario de la lista de verificación del  
almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas,  
basado en la NFPA 1, NFPA 30 y NFPA 400**

**Elaborado por: Ana Belén Conejo González**

<b>Fecha de aplicación:</b>				
<b>Aprobado por:</b>				
<b>Aspectos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
1. El personal que labora donde se almacenan, manejan o disponen sustancias peligrosas se encuentra capacitado para actuar en caso de emergencia.				
2. El edificio cuenta con áreas de contención de derrames.				
3. Los contenedores que se encuentren abiertos deben tener un control de los niveles de líquido u otros medios para evitar que se desborden.				
4. Los tanques o equipo donde se almacenan líquidos peligrosos tienen una construcción o sistema para que la presión interna no exceda y exista un riesgo de reacción interna.				
5. Los líquidos Clase IA y Clase 1B [FP < 73 °F (22,8 °C)] se encuentran almacenados en recipientes de vidrio de no más de 1,3 gal (5 L) si la pureza del líquido requerida (como Grado de reactivo analítico de la American Chemical Society o superior) se vería afectado por el almacenamiento en contenedores metálicos o si el líquido puede causar una corrosión excesiva de un recipiente de metal.				
6. La Fichas de Seguridad se encuentran en español, disponibles y accesibles para los trabajadores.				
7. Las áreas de almacenamiento se mantienen libres de malezas, residuos y materiales combustibles comunes, no necesarios para el almacenamiento o uso de sustancias inflamables y combustibles por una distancia mínima de 4,5 m.				
8. Las áreas de almacenamiento están ubicadas a una distancia no menor de 6,1 m de cualquier lindero de la propiedad sobre la que se pueda construir, de calle, pasillo o vía pública.				
9. Los gabinetes para almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles deben estar contruidos de metal, y su interior está				

cubierto por un revestimiento que no sea reactivo con la sustancia que se almacena.				
10. Se encuentran almacenados según su compatibilidad.				
11. Los líquidos inflamables y combustibles se encuentran separados de sustancias incompatibles donde las cantidades almacenadas en contenedores son mayores a 5 lb o más de medio galón. Separados por una distancia de 6.1 m				
12. Se aísla el almacenamiento de sustancias incompatibles por medio de un tabique no combustible de una extensión no menor de 457 mm por encima y hacia los laterales del material almacenado o por medio de un tabique no combustible que interrumpa la línea de visión entre las sustancias incompatibles.				
13. Los sistemas de protección y lucha contra incendios están instalados de acuerdo con el análisis de riesgos efectuado en las instalaciones de almacenamiento, uso o manipulación de sustancias inflamables y combustibles				
14. Se debe contar con un sistema de detección y alarma contra incendio, para la pronta notificación de incendios.				
15. Las operaciones que produzcan chispas o llama abierta deben contar con un procedimiento de trabajo seguro y sólo se deben permitir bajo la supervisión de personal competente.				
16. Los colaboradores utilizan el equipo de protección adecuado al momento de manipular las sustancias.				
17. El trasvase se realiza con ventilación para evitar la concentración de gases y vapores explosivos.				
18. El ingreso es únicamente para personal autorizado.				
19. TODOS los productos químicos y sus mezclas se etiquetan según el SGA.				
20. Contenedores que sobrepasen los 30 galones de capacidad y que contienen líquidos Clase I o II, no deben de estar apilados a menos que exista un sistema de protección contra incendios automático.				
21. Se cumple con los límites respecto a cantidades por tipo de contenedor establecidos en la tabla 12.6.2.2 y 12.8.1 de la NFPA 30.				
22. El aislamiento del almacenamiento de materiales incompatibles es por medio de un tabique no				

combustible de una extensión no inferior a 18 pulgadas (46 cm) sobre y hacia los laterales del material almacenado.				
23. Los estantes poseen una construcción sólida y están reforzados y anclados.				
24. Los contenedores, cilindros y tanques defectuosos son puestos fuera de servicio, reparados o desechados de un modo aprobado.				
25. Los equipos o maquinarias defectuosos son puestos fuera de servicio y reparados o reemplazados.				
26. El sitio de almacenamiento se encuentra señalizado de acuerdo con la INTE/ISO 7010:2016 para indicaciones de advertencia y precaución				
27. Las fuentes de calor y las llamas están lejos de materiales inflamables y/o combustibles.				
28. Los líquidos se almacenan en pilas diferentes o en diferentes secciones de estantes de los productos combustibles ordinarios				

De igual forma, cuando el programa sea aplicado se debe establecer un cronograma con las fechas de implementación, vencimiento y estado de la actividad. Este último corresponde a si esta atrasada, completada o en proceso. El formato para dicho cronograma se establece en el cuadro 31. Cabe destacar que el listado de actividades, una vez definidas, se coloca en el mismo cuadro. Para cada actividad, hay un responsable, por ende este será el encargado de llevar la actualización de este. De igual forma, el Departamento de Salud Ocupacional revisará aquellas actividades que se encuentren atrasadas o incompletas.

**Cuadro 31** Seguimiento y cronograma de implementación del programa.

Actividad	Responsable	Fecha de inicio	Fecha Final	Estado de la actividad.

## 10. Control proactivo del cambio en la organización

Para realizar cambios en el programa se debe brindar una razón, el cumplimiento de los requisitos legales y además este debe ser aprobado por la Alta Gerencia y el Departamento de Salud Ocupacional. Dichos cambios deberán ser registrados en el cuadro 32. Al realizar cualquier alteración se deben actualizar el cronograma de ejecución de actividades.

**Cuadro 33.** Control de cambios del programa.

Cambio(s)	Razón	Requisitos legales que lo respaldan	Aspecto del programa afectado	Solicitado por:	Aprobado por	Fecha

## **Sección VI. Conclusiones y Recomendaciones.**

---

En la presente sección se establecen las conclusiones y recomendaciones a partir del contenido visualizado en el programa.

### **1. Conclusiones del programa**

- 1.1.** Los controles administrativos están orientados a funcionar como una guía para que todas las partes interesadas tengan su participación en el programa para la incorporación de la seguridad humana contra incendios y el almacenamiento seguro de sustancias inflamables y/o combustibles. De esta forma, se implementan los planes de acción de forma conjunta, en busca de un mismo objetivo, salvaguardar la seguridad humana y disminuir los impactos que se podrían dar por una desordenada planeación de las actividades.
- 1.2.** Las propuestas administrativas complementan las propuestas ingenieriles y viceversa. Es necesario que todo lo estipulado en el plan se trabaje y aplique en su totalidad de forma conjunta, es así como se pueden mitigar los riesgos de incendio, explosión, derrame y exposición a sustancias inflamables y combustibles.
- 1.3.** La formación y capacitación está enfocada en crear una conciencia de seguridad, en donde todos los colaboradores comprendan los riesgos a los que están expuestos en relación con la seguridad contra incendios y la manipulación de residuos peligrosos, para lograr el cumplimiento de los lineamientos del programa y asegurar que conocen como actuar en caso de una emergencia de incendio y cómo prevenirla.
- 1.4.** Generar una forma de brindarle seguimiento al programa, permite que las actividades se vayan cumplimiento en orden. Además, es una herramienta para identificar las oportunidades de mejora, revisar otros puntos de vista y ampliar la visión de los riesgos en el edificio. Permite también, que el mismo se vaya actualizando a los nuevos procesos y/o tecnologías.

## **2. Recomendaciones**

- 2.1.** Involucrar a la alta gerencia en la participación y promoción de actividades en materia de seguridad humana y almacenamiento seguro de sustancias inflamables y combustibles. Fortalecer el trabajo en equipo para garantizar que los lineamientos se están cumpliendo.
- 2.2.** En adición a los controles ingenieriles descritos en el programa, se recomienda realizar un estudio de tierras para instalar un sistema de conexión a tierra. Este último con el fin de realizar un trasvase de productos químicos contemplando todas las medidas de seguridad y específicamente evitar la acumulación de energía estática durante este proceso.
- 2.3.** Adicional a los controles ingenieriles, se recomienda realizar mediciones de exposición ocupacional a los agentes químicos, por ejemplo a la acetona, con el fin de crear soluciones para disminuir dicha exposición.
- 2.4.** Se deben establecer otros programas que incluyan los procedimientos, instructivos y formularios para el almacenamiento de otro tipo de sustancias diferentes a las inflamables y combustibles.
- 2.5.** Se debe crear un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los sistemas propuestos en el presente plan de forma en que se alcance su vida útil y se prevengan fallos en estos.
- 2.6.** El departamento de Salud Ocupacional debe revisar las recomendaciones acordes al Reglamento Nacional de Bomberos 2023 y realizar aquellas acciones que permita el acceso de los bomberos en caso de emergencia de incendio.
- 2.7.** El programa puede ser utilizado como insumo para generar el plan básico de protección contra incendios que solicita la ley 8228 como requisito obligatorio para todo proyecto de construcción nuevo o existente.

## VIII. Bibliografía

- Afalpi. (2023). Ducha y Lavaojos. <https://www.afalpi.com/products/107952/ducha-y-lavaojos>
- Afalpi. (2023). Kit de Control de Derrames. <https://www.afalpi.com/products/137052/kit-de-control-de-derrames>
- Albán, G. P. G., Arguello, A. E. V., y Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.
- Alzola, P. (2021). ¿Cómo aplicar la jerarquía de controles? [Imagen]. <https://alertaprevencion.cl/2021/07/21/como-aplicar-la-jerarquia-de-controles/>
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. [fecha de Consulta 18 de mayo de 2023]. ISSN: 0002-5151. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Bomberos de Costa Rica. (2021). Guía para la elaboración de un plan básico de protección contra incendios.
- Bomberos de Costa Rica. (2023). Reglamento Nacional de Protección contra Incendios.
- Capris. (2023). SPILLTECH SPKU-55 KIT UNIVERSAL PARA CONTROL DE DERRAMES 55 GALONES SPK55-U (OLD CHEMTEX KITU1026). <https://www.capris.cr/cr/chemtex-kitu1026-kit-universal-para-control-de-derrames-55-galones-spk55-u.html>
- Cisterna. (2011). Almacenamiento Seguro de Sustancias Químicas. [https://www.arlsura.com/files/almacenamiento\\_sustancias\\_quimicas.pdf](https://www.arlsura.com/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf)

- Cosey. (2023). PUERTA CORTAFUEGO SERIE N. <https://www.coseycr.com/product/puerta-cortafuego-serie-n/>
- Chen, Y., Fang, J., Zhang, X., Miao, Y., Lin, Y., Tu, R., & Hu, L. (2023). Pool fire dynamics: Principles, models, and recent advances. *Progress in Energy and Combustion Science*, 95, 101070. 10.1016/j.pecs.2022.101070
- Díaz-Bravo, Laura, Torruco-García, Uri, Martínez-Hernández, Mildred, & Varela-Ruiz, Margarita. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167. Recuperado en 30 de agosto de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es).
- Dunbar, B. (2021). EcoLab Pays \$214K penalty for Hazardous Waste Violations Following Fire. <https://www.epa.gov/newsreleases/ecolab-pays-214k-penalty-hazardous-waste-pesticides-violations-and-2019-tacoma>
- El arquitecto. (2023). Puerta Cortafuego certificada. <https://tiendadelarquitecto.com/producto/puerta-cortafuego-certificada/>
- El lagar. (2023). Lampara Emergencia Led E-40 2 W Sylvania. <https://www.ellagar.com/ECOMMERCE/ItemDetail?id=7050711>
- Esteban, N. (2018). Tipos de investigación. <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- Fishwick, T. (2017). A chemical fire that caused major local disruption. *Loss Prevention Bulletin*.
- Fogelman, R. (2019). January 2019 Waste, Recycling Facility Fire Incidents Take a Turn for the Worse. *Waste360*, N.PAG.
- Guimera, A. (2022). La matriz de Mendelow. <https://www.marketing-esencial.com/2022/02/16/la-matriz-de-mendelow/>

Hampton, M. (2023). Responding To A Flammable Liquids Spill. <https://blog.storemasta.com.au/responding-flammable-liquids-spill#:~:text=As%20we%20are%20all%20aware,remaining%20in%20their%20flammable%20range.>

Honeywell. (2012). MS-4(E). Fire Alarm Control Panel. <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0269/1088/3897/files/MS4.pdf?v=1694019158>

Honeywell.(2008). BG-12 Series Manual Fire Alarm Pull Stations. <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0269/1088/3897/files/BG12LSP.pdf?v=1683581701>

Ibrahim, M. A., Lönnemark, A., & Hogland, W. (2022). Safety at waste and recycling industry: Detection and mitigation of waste fire accidents. *Waste Management*, 141, 271-281. 10.1016/j.wasman.2022.02.004

IESA. (2023). Luminaria emergencia LED E-45 5W 120-277V 172lm 6500K. <https://www.iesacr.com/shop/34545-luminaria-emergencia-led-e-45-5w-120-277v-172lm-6500k-7000#attr=2978>

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2016). INTE 21-02-02-2016. Requisitos para la señalización de medios de egreso y equipos de salvamento.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (INTECO). (2016). INTE T12:2016. Salud y Seguridad en el Trabajo. Condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manipulación de sustancias inflamables y combustibles.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (INTECO). (2001). INTE I40:2001. Protección contra incendio. Planes de emergencia.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE ISO 23601: 2016: Salud y seguridad en el trabajo. Identificación de seguridad. Simbología para los planes de evacuación.

- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE ISO 21-02-01:2016: Requisitos para la aplicación de señales de protección contra incendios.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE-T29: 2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE ISO 3864-4:2016 Símbolos gráficos Señales y colores de seguridad Parte 4: Propiedades colorimétricas y fotométricas de los materiales de las señales de seguridad.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2022). INTE T55:2022 Guía para la identificación de los peligros, evaluación de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo.
- Juan, W.-Y., Wu, C.-L., Liu, F.-W., & Chen, W.-S. (2023). Fires in Waste Treatment Facilities: Challenges and Solutions from a Fire Investigation Perspective. *Sustainability*, 15(12), 9756. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su15129756>
- Kinenergy. (2021). Sistemas de detección contra incendios. Puntos clave para su instalación. <https://www.kin.energy/blogs/post/sistemas-de-detecci%C3%B3n-contra-incendios.-puntos-clave-para-su-instalaci%C3%B3n>
- Krishnasai.(2023). India: Massive fire breaks out at Kerala’s solid waste plant, operations delayed due to toxic smoke.<https://www.wionews.com/india-news/india-massive-fire-breaks-out-at-keralas-solid-waste-plant-operations-delayed-due-to-toxic-smoke-569328>
- Kodur, V., Kumar, P. and Rafi, M.M. (2020), “Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety”, *PSU Research Review*, Vol. 4 No. 1, pp. 1-23. <https://doi.org/10.1108/PRR-12-2018-0033>.
- López, S. (2018). RIESGO DE INCENDIO EN ÁREAS DE TRABAJO PARA EL GRUPO EMPRESARIAL DIAZ DEL CANTÓN AMBATO. [Trabajo de

Graduación para obtener el título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO].

Machuca, F. (2022). Conoce la matriz RACI y sus beneficios para la gestión de proyectos. <https://www.crehana.com/blog/negocios/matriz-raci/>

Martin, D., Tomida, M. & Meacham, B. (2016). Environmental impact of fire. *Fire Sci Rev* 5, 5 <https://doi.org/10.1186/s40038-016-0014-1>

Mikalsen, R. F., Lönnermark, A., Glansberg, K., McNamee, M., & Storesund, K. (2021). Fires in waste facilities: Challenges and solutions from a Scandinavian perspective. *Fire Safety Journal*, 120, 103023. 10.1016/j.firesaf.2020.103023

Mira, M. (2019). Plan de autoprotección de una planta de gestión de residuos. <http://dspace.umh.es/handle/11000/5707>

MITECO. (2015). Guía Metodológica. Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluación-ambiental/temas/responsabilidad\\_mediambiental/Memoria\\_GM\\_tcm30-194022.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluación-ambiental/temas/responsabilidad_mediambiental/Memoria_GM_tcm30-194022.pdf)

Nathanson, J. A. (2023). Hazardous-waste management. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/hazardous-waste-management>

National Fire Protection Association. (2015). NFPA 30 Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.

National Fire Protection Association. (2019). NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.

National Fire Protection Association. (2021). NFPA 101 Código de Seguridad Humana.

National Fire Protection Association. (2022). NFPA 400 Hazardous Materials Code.

National Fire Protection Association. (2022). NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

National Fire Protection Association. (2022). NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles contra Incendios.

National Fire Protection Association. (2022). NFPA 80: Norma para puertas contra incendios y otras protecciones para aberturas.

National Fire Protection Association. (2023). About NFPA. <https://www.nfpa.org/About-NFPA>

Nolan, D. P. (2019). Chapter 19 - Methods of Fire Suppression. In D. P. Nolan (Ed.), *Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles for Oil, Gas, Chemical, and Related Facilities (Fourth Edition)* (pp. 341-382). Gulf Professional Publishing. 10.1016/B978-0-12-816002-2.00019-2

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (s.f). Hazardous Waste Operations and Emergency Response (HAZWOPER). <https://www.osha.gov/emergency-preparedness/hazardous-waste-operations>

Pérez et al. (2018). Lo que usted debe saber sobre riesgo tecnológico. *Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres-Colombia*. <https://www.idiger.gov.co/documents/20182/72477/Cartilla/fad71273-6e1b-4b5e-bd79-1f1967a29ce8>

Ponce Talancón, H., (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12(1), 113-130.

Pontificia Universidad Javeriana. (2015). Matrices de Compatibilidad. [https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico/-/document\\_library\\_display/9lqrN7P8DzAv/view/5015604](https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico/-/document_library_display/9lqrN7P8DzAv/view/5015604)

Raeburn, A, (2021). Análisis FODA: qué es y cómo usarlo (con ejemplos)  
<https://asana.com/es/resources/swot-analysis>

Singh, G., & Yadav, P. K. S. (2022). Chapter 6 – Hazardous waste characteristics and standard management approaches. In D. Yadav, P. Kumar, P. Singh & D. A. Vallero (Eds.), *Hazardous Waste Management* (pp. 145-164). Elsevier. 10.1016/B978-0-12-824344-2.00008-2

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (2018). Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=88120&nValor3=114959&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=88120&nValor3=114959&strTipM=TC)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (2023). Reglamento a la Ley N° 8228 del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=74548&nValor3=92100&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=74548&nValor3=92100&strTipM=TC)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (2022). Reglamento Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad.  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=53160](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=53160)

System Sensor. (s.f). System Smoke Detectors. <https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/hbt/en-us/documents/manuals-and-guides/reference-guides/System-Smoke-Detectors-AppGuide-SPAG91.pdf?download=false>

SOPRECORI S.A. (2023). Manta Anti fuego.  
<https://soprecorienlinea.com/products/manta-antifuego>

Suyon, A. (2022). Plan de seguridad, gestión de riesgos, higiene y protección.  
<https://www.untumbes.edu.pe/untumbes-m/wp->

[content/uploads/2022/08/PLAN-DE-SEGURIDAD-RIESGOS-HIGIENE-Y-PROTECCION-ok.pdf](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0269/1088/3897/files/P2RL.pdf?v=1680300824)

System Sensor. (2018). Indoor Selectable Output Horns, Strobes, and Horn Strobes for Wall Applications. <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0269/1088/3897/files/P2RL.pdf?v=1680300824>

System Sensor. (2019). OSI-R-SS, OSI-RA-SS Conventional Reflective Imaging Beam Smoke Detector. [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0269/1088/3897/files/OSI-R-SS\\_Datasheet.pdf?v=1695764910](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0269/1088/3897/files/OSI-R-SS_Datasheet.pdf?v=1695764910)

UNECE. (2020). International Fire Safety Standards: Common Principles. [https://unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Standards/UNECE\\_International\\_Fire\\_Safety\\_Standards\\_October\\_2020.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Standards/UNECE_International_Fire_Safety_Standards_October_2020.pdf)

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2022). Learn the Basics of Hazardous Waste. <https://www.epa.gov/hw/learn-basics-hazardous-waste>

Vargas, O. (2006). Explosión dejó a 20.000 personas sin agua en Limón. *La Nación*. <https://www.nacion.com/sucesos/explosion-dejo-a-20-000-personas-sin-agua-en-limon/2XVWBILXYNBQDLGHUMH6ZKFLH4/story/>

Varshney, R., Singh, P., & Yadav, D. (2022). Chapter 2 – Hazardous wastes treatment, storage, and disposal facilities. In D. Yadav, P. Kumar, P. Singh & D. A. Vallero (Eds.), *Hazardous Waste Management* (pp. 33-64). Elsevier. 10.1016/B978-0-12-824344-2.00009-4

Varshney, R., Singh, P., & Yadav, D. (2022). Chapter 2 - Hazardous wastes treatment, storage, and disposal facilities. In D. Yadav, P. Kumar, P. Singh & D. A. Vallero (Eds.), *Hazardous Waste Management* (pp. 33-64). Elsevier. 10.1016/B978-0-12-824344-2.00009-4

- Vianello, C., Mocellin, P., Maschio, G., Datilio, F. & Botaccin, G. (2020). Waste disposal facilities fires: prevention and management. the veneto region experience. doi:10.3850/978-981-14-8593-0.
- Vianey Aguilar Rodríguez, K., Sosa, S., R., & Cadenas González, M. T. (2021). Uso de la metodología HAZOP para el análisis de riesgo en estaciones de almacenamiento de combustibles de aviación. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/542/1/Uso%20de%20la%20metodologia%20HAZOP.pdf>
- Virginia Polytechnic Institute and State University. (2011). Chemical Storage and Management. [https://www.ehss.vt.edu/programs/HCM\\_gen\\_require.php](https://www.ehss.vt.edu/programs/HCM_gen_require.php)
- Villanueva, J. (s.f). NTP 40. Detección de Incendios. [https://www.cso.go.cr/legislacion/notas\\_tecnicas\\_preventivas\\_insht/NTP%200040%20-%20Deteccion%20de%20incendios.pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%200040%20-%20Deteccion%20de%20incendios.pdf)
- Yu, H., Sun, X., Solvang, W. D., Laporte, G., & Lee, C. K. M. (2020). A stochastic network design problem for hazardous waste management. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123566. 10.1016/j.jclepro.2020.123566

## IX. Apéndices

**Apéndice 1.** Entrevista Semiestructuradas al Departamento de Salud Ocupacional.

	<b>Entrevista semiestructurada al Departamento de salud ocupacional</b>
<b>Fecha de Aplicación:</b>	
<b>Aplicador:</b>	
<b>Entrevistado:</b>	
<p>1. ¿El Departamento capacita al personal en materia de seguridad humana contra incendios, sea uso de extintores, protocolos de emergencia y riesgos dentro de la planta? De ser así, ¿qué tan frecuentemente y cuáles son los contenidos de dichas actividades?</p>	
<p>2. ¿Con que equipos cuentan actualmente en el edificio en materia de seguridad contra incendios? (extintores, rociadores, alarmas, detectores).</p>	
<p>3. ¿Existen protocolos establecidos para atención de emergencias? Si es así, ¿Cuáles son y como se aseguran de que el personal los cumpla? (simulacro, entrenamiento, instructivos).</p>	
<p>4. ¿Cómo, cuántos y donde se han visto conatos de incendio en la empresa? a) ¿Se realiza la investigación de estos? (Si la respuesta es no, saltar a la pregunta 5)</p>	

b) ¿Cuáles han sido las causa-raíz identificadas?

5. ¿El Departamento capacita al personal en materia de almacenamiento y manejo adecuado de sustancias inflamables y combustibles? De ser así, ¿qué tan frecuentemente y cómo son dichas actividades?

6. Observaciones Adicionales:

## Apéndice 2. Entrevista al Departamento de Mantenimiento

	<b>Entrevista semiestructurada al departamento de mantenimiento.</b>
<b>Fecha de Aplicación:</b>	
<b>Aplicador:</b>	
<b>Entrevistado:</b>	
1. ¿La maquinaria recibe tratamiento preventivo? Si es así, ¿Qué tan frecuente es este?	
2. ¿Qué tipo de energías utilizan los equipos? ¿Cuál es el mantenimiento de las instalaciones eléctricas?	
3. ¿Cuál es la temperatura a la que trabaja un triturador, cada cuanto se cambian sus cuchillas?	
4. ¿Qué tipo de materiales no se deben tratar con los molinos y trituradores?	
<b>Observaciones Adicionales:</b>	

**Apéndice 3.** Matriz de interesados internos y externos en la gestión de la seguridad humana y el almacenamiento de sustancias.

<b>Grupos/ Involucrados</b>	<b>Intereses</b>	<b>Problemas que podrían percibir</b>	<b>Actitudes</b>	<b>Recursos</b>	<b>Estrategia</b>
CEO	Continuidad del negocio.	Costos implicados en la ejecución del programa.	Apoyo a las oportunidades de mejora.	Autoridad.	Apoyo y promoción del programa.
Gerente General	Cumplimiento normativo.  Continuidad y seguridad del negocio.	Costos implicados en el programa.	Apoyo en las iniciativas de Seguridad Laboral.	Presupuesto. Autoridad, toma de decisiones.	Asignación de fondos y responsabilidades.  Promoción de la importancia del programa.
Encargada del Departamento de Recursos Humanos (RRHH) y Salud Ocupacional	Preservar la seguridad y salud de los trabajadores.  Cumplir con la legislación y requisitos del	Resistencia al cambio.	Apoyo en las iniciativas de Seguridad Laboral.  Preocupación por el bienestar laboral.	Presupuesto de Salud Ocupacional. Conocimiento en capacitación y RRHH.	Soporte en las capacitaciones.

	Ministerio de Salud y Bomberos.  Bienestar laboral.				
Jefatura de Producción	Continuidad de las operaciones.	Alteración en la continuidad, atrasos para seguir produciendo.	Conocimiento del proceso y los clientes.	Registros de materiales (cantidades, peso, tipos, tratamientos)	Promover la cultura de seguridad en cada uno de los procesos productivos.
Jefatura de Finanzas.	Eficiencia del uso de los recursos financieros.	Costos elevados de implementación. Aumento de gastos operativos.	Soporte a las inversiones que añadan valor a la empresa.	Manejo del Presupuesto.	Asegurar el financiamiento del programa.
Jefatura Ventas	Impacto en las ventas y en la relación con clientes.	Posible interrupción de las actividades de ventas.	Enfocado en la satisfacción del cliente.	Información de ventas y satisfacción de clientes.	Coordinar la implementación sin afectar el cumplimiento con los clientes.
Encargado de Logística.	Continuidad de las operaciones de	Alteraciones en la descarga, almacenamiento y	Eficacia y cumplimiento del plan.	Datos logísticos.	Planificar cambios sin alterar la logística.

	logística y recolección.	recolección de materiales.			
Gestión Ambiental	Cumplimiento de requisitos con contratistas fijos. Seguridad de las visitas de clientes.	Alteraciones en los requerimientos de clientes (visitas, muestras).	Conocimiento de las necesidades del cliente.	Requisitos solicitados por los clientes.	Promover el programa como parte de cumplimiento de EHS solicitado por contratistas fijos.
Gerencia de Ingeniería	Mantenimiento de las máquinas. Desarrollo de proyectos de mejora continua.	Afectaciones en el presupuesto. Implicaciones de cambios en infraestructura.	Conocimiento de instalación de equipos, nuevas infraestructuras y demás.	Aprobación de los proyectos que alteren la infraestructura del edificio.	Promover la inversión por las consecuencias futuras en caso de no realizarse.
Comisión de Salud Ocupacional.	Bienestar laboral. Seguimiento de programas de seguridad. Coordinar actividades para la prevención y	Desconocimiento de roles y responsabilidades de la Comisión.	Reuniones para establecer planes de acción y discutir sobre mejoras en la seguridad	Recurso humano de diferentes áreas que pueden brindar diferentes puntos de vista.	Asignación de responsabilidades y seguimiento de actividades.

	respuesta ante incendio.				
Operadores	Trabajar en condiciones seguras que no comprometan su integridad física.	Resistencia al cambio.	Apertura a brindar sugerencias y atender capacitaciones.	Conocimiento del proceso y de las oportunidades de mejora.	Brindar los entrenamientos adecuados para que puedan implementar el programa.
Clientes	Cumplimiento de los requisitos normativos de sus contratistas fijos. Aplicación de la Seguridad Laboral en los procesos contratados. Responsabilidad con la salud humana y del medio ambiente de sus empresas contratistas.	Tiempo de aplicación del programa.	Preocupación por la aplicación de programas de EHS en sus empresas contratistas.	Colocación de quejas y reclamos. Poder de compra del servicio, preferencias.	Comunicar mejoras en seguridad y el seguimiento de estas.

Ministerio de Salud	Cumplimiento normativo en temas de seguridad humana y protección contra incendios Cumplimiento en almacenamiento y disposición segura de productos peligrosos.	Incumplimiento de las regulaciones que protegen y preservan la salud de las personas y el ambiente.	Prioridad en la búsqueda del bienestar público.	Registros de Inspección. Solicitudes de mejora. Visitas, normativas y regulaciones.	Mantener informada a las instituciones sobre los planes de mejora en seguridad humana.
Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica	Cumplimiento de la legislación en materia de seguridad humana contra incendios y almacenamiento seguro de sustancias peligrosas.	Incumplimiento en medidas para la prevención de incendios y protección de la vida humana. Incumplimiento en las distancias, cantidad y protección de las	Compromiso con la seguridad pública en materia de seguridad humana y protección contra incendios.	Experiencia, conocimiento y regulaciones en materia de protección contra incendios.	Colaborar en el programa con revisión y sugerencias.

		<p>sustancias en almacenamiento.</p> <p>Incumplimiento en la señalización, componentes y accesos a los medios de egreso.</p>			
<p>Proveedor de Póliza de Riesgos del Trabajo (INS)</p>	<p>Reducción de accidentes laborales.</p>	<p>Aumento de reclamos o de procedimientos de atención por siniestros relacionados con incendio o manejo de sustancias peligrosas.</p>	<p>Preocupación por la salud de las personas y la continuidad de los negocios.</p>	<p>Requisitos mínimos para ser asegurados.</p> <p>Atención especializada.</p>	<p>Compartir y proveer las pautas en seguridad para evitar los incidentes y accidentes de trabajo.</p>
<p>Empresas aledañas.</p>	<p>Mantener un entorno libre de riesgos que pueda llegar a afectar su operación.</p>	<p>Posibles impactos, de la implementación del proyecto, en sus empresas.</p>	<p>Preocupación por sus operaciones y continuidad.</p>	<p>Recursos propios</p>	<p>Compartir las buenas prácticas e ideas en conjunto.</p>

**Apéndice 4.** Cuadro resumen de los cálculos de los aspectos relacionados a la capacidad de evacuación del edificio de acuerdo con la NFPA 101.

<b>Aspecto</b>	<b>Factor de carga (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Fórmula para el cálculo.</b>	<b>Resultado (personas)</b>
Carga de ocupantes total del piso.	9.3	1154	$\frac{\text{Área}}{\text{Factor de carga}}$	124
Carga de ocupantes del comedor.	0.2	18		4
Carga de ocupantes de la sala de juntas.	1.4	15.5		11
Carga de ocupantes de la oficina.	1.4	15.85		11
<b>Aspecto</b>	<b>Factor de capacidad</b>	<b>Ancho libre</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Resultado (personas)</b>
Capacidad de los medios de egreso 1.	1016	80 cm	$\frac{\text{Ancho libre}}{\text{Factor de capacidad}}$	78
Capacidad de los medios de egreso 2.	1016	90 cm		88
<b>Aspecto</b>	<b>Distancia de la NFPA ft<sup>2</sup></b>	<b>Distancia de construcción ft<sup>2</sup></b>	<b>Fórmula</b>	<b>Resultado (# extintores)</b>
Cantidad de extintores requeridos.	4000	12421,55	$\frac{\text{Distancia de la NFPA 10}}{\text{Distancia de Construcción}}$	3

## Apéndice 5. Matriz de riesgos laborales

PASO 1. ANALISIS PAT					PASO 2. IDENTIFICACION DE PELIGROS			PASO 3. EVALUACION DE RIESGOS									
AREA	PLESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	TIPO DE ACTIVIDAD	FUENTE DE PELIGRO	DESCRIPCION DEL RIESGO	CLASIFICACION	CONTROL OPERACIONAL EXISTENTE	NIVEL DEFICIENCIA		NIVEL DE EXPOSICION		PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIAS		VALOR DEL RIESGO	
Áreas comunes	Operario	Recorrido por áreas de proceso	Permanencia y movilización en lugar de trabajo.	Rutinaria	Gases y vapores	Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas (evaluar en cada caso)	Químico	1. Equipo de protección respiratoria	ALTO (A)	6	FRECUENTE (EF)	3	18	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	1800	NIVEL I
Áreas comunes	Operario	Recorrido por áreas de proceso	Permanencia y movilización en lugar de trabajo.	Rutinaria	Gases y vapores	Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas (evaluar en cada caso)	Químico	1. Equipo de protección respiratoria	ALTO (A)	6	FRECUENTE (EF)	3	18	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	1800	NIVEL I
Triturador	Operario	Operación normal	Movimiento de material triturado	Rutinaria	Fibras	Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas (evaluar en cada caso)	Químico	1. Equipo de protección respiratoria	MEDIO (M)	2	CONTINUA (EC)	4	8	GRAVE (G)	25	200	NIVEL II
Triturador	Operario	Labores productivas	Triturado de residuos peligrosos.	Rutinaria	Gases y vapores	Incendio /Explosión	Químico		ALTO (A)	6	FRECUENTE (EF)	3	18	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	1800	NIVEL I
Triturador	Operario	Labores productivas	Triturado de residuos peligrosos.	Rutinaria	Fricción	Incendio /Explosión	Tecnológico		ALTO (A)	6	CONTINUA (EC)	4	24	MUY GRAVE (MG)	60	1440	NIVEL I
Impregnación	Operario	Impregnado	Derrame de líquidos para el proceso de impregnado	Rutinaria	Gases y vapores	Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas (evaluar en cada caso)	Químico	1. Guantes, mascarera respiratoria de cara completa.	MEDIO (M)	2	FRECUENTE (EF)	3	6	MUY GRAVE (MG)	60	360	NIVEL II
Impregnación	Operario	Impregnado	Derrame de líquidos para el proceso de impregnado	Rutinaria	Manipulación de productos combustibles / inflamables	Incendio /Explosión	Tecnológico	1. Se manejan las sustancias que son iguales para evitar reacciones	MUY ALTO (MA)	10	FRECUENTE (EF)	3	30	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	3000	NIVEL I
Impregnación	Operario	Impregnado	Derrame de líquidos para el proceso de impregnado	Rutinaria	Gases y vapores	Incendio /Explosión	Químico		MUY ALTO (MA)	10	FRECUENTE (EF)	3	30	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	3000	NIVEL I
Molino	Operario	Labores productivas	Molienda de residuos peligrosos.	Rutinaria	Gases y vapores	Incendio /Explosión	Químico		MUY ALTO (MA)	10	FRECUENTE (EF)	3	30	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	3000	NIVEL I
Molino	Operario	Labores productivas	Molienda de residuos peligrosos.	Rutinaria	Gases y vapores	Enfermedades laborales asociadas con químicos, irritación de mucosas (evaluar en cada caso)	Químico		MEDIO (M)	2	FRECUENTE (EF)	3	6	MUY GRAVE (MG)	60	360	NIVEL II
Molino	Operario	Labores productivas	Molienda de residuos peligrosos.	Rutinaria	Fricción	Incendio /Explosión	Químico	EPP respiratorio	MEDIO (M)	2	FRECUENTE (EF)	3	6	MUY GRAVE (MG)	60	360	NIVEL II
Anden	Montacarguista	Carga, descarga y traslado de materiales	Carga y descarga de residuos	Rutinaria	Manipulación de productos combustibles / inflamables	Incendio /Explosión	Químico		ALTO (A)	6	FRECUENTE (EF)	3	18	MORTAL O CATASTRÓFICO (M)	100	1800	NIVEL I
Anden	Montacarguista	Carga, descarga y traslado de materiales	Carga y descarga de residuos	Rutinaria	Manipulación de productos combustibles / inflamables	Derrame	Tecnológico		ALTO (A)	6	FRECUENTE (EF)	3	18	GRAVE (G)	25	450	NIVEL II



## Apéndice 6. Listas de Verificación

A continuación, se presenta la lista de verificación sobre los requisitos de seguridad humana según la NFPA.

Protección Pasiva contra Incendios				
Aspectos	Cumple	No cumple	NA	Observaciones
Medios de Egreso				
1. Los pasillos o corredores utilizados como acceso a salida que funcionen o sirvan a un área con una carga de ocupantes mayor a 30 personas, están separadas de las otras partes del edificio por muros con clasificación de resistencia al fuego no menor a 1 hora.				
2. Los accesos de salida deben estar dispuestos de tal forma que no sea necesario pasar a través de un área riesgosa.				
3. Las salidas tienen una clasificación de resistencia al fuego no menor a 1 hora donde la edificación conecta 3 pisos o menos.				
4. Las aberturas están protegidas por conjuntos de puertas cortafuego equipados con cierrapuertas.				
5. Un cerramiento de salida debe proveer un camino continuo de recorrido protegido hasta la descarga de la salida, no debe usarse para cualquier propósito que pueda interferir con su uso como salida y si así se designa, como área de refugio.				
6. Las aberturas en los cerramientos de la salida deben limitarse a las puertas desde los espacios normalmente ocupados y a los corredores y puertas para el egreso desde el cerramiento.				

<p><b>7.</b> Un cerramiento de salida debe proveer un camino continuo de recorrido protegido hasta la descarga de la salida, no debe usarse para cualquier propósito que pueda interferir con su uso como salida y si así se designa, como área de refugio.</p>				
<p><b>8.</b> No deben generarse penetraciones o aberturas de comunicación entre cerramientos de salida adyacentes, o entre el edificio y los cerramientos de salida.</p>				
<p><b>9.</b> La altura libre de los medios de egreso es de 2,3 m como mínimo.</p>				
<p><b>10.</b> La altura sobre escaleras y descansos de escaleras no debe ser menor a 2,3 m y se mide verticalmente por encima de un plano paralelo y tangente a la mayor proyección hacia delante de la huella del escalón.</p>				
<p><b>11.</b> Las superficies de tránsito se encuentran nominalmente niveladas.</p>				
<p><b>12.</b> Las superficies de tránsito presentan condiciones de resistencia al resbalamiento para las condiciones previsibles.</p>				
<p><b>13.</b> Donde la diferencia en el nivel no sea mayor de 53.5 cm se debe lograr mediante una rampa o escalera que cumpla los requisitos de esta normativa.</p>				
<p><b>14.</b> Donde se utilice una rampa para cumplir con los requisitos del apartado 7.1.7.2 la presencia y ubicación de las partes inclinadas deben ser fácilmente identificables.</p>				
<p><b>15.</b> Donde se utilice una escalera para cumplir con los requisitos del 7.1.7.2 la huella de la escalera no debe ser menor de 33.0 cm.</p>				

<p><b>16.</b> Los medios de egreso se mantienen libres de obstrucción o impedimento para su uso instantáneo en caso de incendio u otra emergencia.</p>				
<p><b>17.</b> Ningún mueble, decoración u otros objetos obstruyen las salidas, el acceso a las salidas, el egreso desde las salidas y la visibilidad de estas.</p>				
<p><b>18.</b> Cualquier dispositivo o alarma para restringir el uso inapropiado de un medio de egreso y cualquier dispositivo instalado para monitoreo, debe diseñarse e instalarse de tal manera que no pueda, aun en caso de falla, impedir o evitar el uso de emergencia de dicho medio de egreso.</p>				
<p><b>19.</b> Vanos con puertas. Cada puerta y entrada principal que funcione como salida debe diseñarse y construirse de modo que el recorrido de egreso sea obvio y directo. Las ventanas que puedan ser confundidas como puertas deben hacerse inaccesibles para los ocupantes por medio de barreras o barandas.</p>				
<p><b>20.</b> Cualquier conjunto de montaje de puerta en un medio de egreso debe ser de tipo con bisagras laterales o batiente con pivote y debe instalarse de forma que sea capaz de batir desde cualquier posición hasta el ancho total requerido por abertura en la que está instalado.</p>				
<p><b>21.</b> Durante el abatimiento de cualquier puerta en un medio de egreso se debe dejar sin obstrucción por lo menos la mitad del ancho requerido de un pasillo, corredor, pasadizo o descanso y cuando esté totalmente abierta, no debe proyectarse más de 18 cm en el ancho requerido de un pasillo, corredor, pasadizo o descanso, a menos que se cumpla con la condición siguiente: - Cuando está totalmente abierta, la puerta debe limitar a no más de 18 cm la proyección en el ancho requerido del descanso de una escalera.</p>				

<p><b>22.</b> Las hojas de las puertas deben estar dispuestas para que sean abiertas fácilmente desde el lado de la salida siempre que el edificio este ocupado.</p>				
<p><b>23.</b> No deben requerir para su operación del lado de egreso el uso de llaves, herramientas, conocimientos o esfuerzos especiales.</p>				
<p><b>24.</b> En instalaciones existentes se instalan a no menos de 76 cm y no más de 1.2 m.</p>				
<p><b>25.</b> Requieren de herraje antipánico o herraje para salida de incendio las puertas que den servicio a una carga de ocupante superior a las 100 personas.</p>				
<p><b>26.</b> Los herrajes antipánico y los herrajes para salida de incendio no deben equiparse con ningún dispositivo de cierre, tornillo de posicionamiento u otra disposición que evite la liberación del pestillo cuando se aplique presión sobre el dispositivo de liberación.</p>				
<p><b>27.</b> En los herrajes para salidas de incendio deben prohibirse los dispositivos que mantengan el pestillo en posición retraída, a menos que estén listados y aprobados para tal fin.</p>				
<p><b>28.</b> Una hoja de puerta que normalmente se requiere que esté cerrada, no debe asegurarse en posición abierta en ningún momento y debe ser autocerrantes o poseer cierre automático.</p>				

<p><b>29.</b> Como mínimo se proveen dos medios de egreso en todo edificio o estructura, sección y área donde las dimensiones, las ocupaciones y la disposición pongan en peligro a los ocupantes que intenten usar un único medio de egreso bloqueado por el fuego o el humo</p>				
<p><b>30.</b> El ancho mínimo de las puertas no es menor a 0.9 m para una carga de ocupantes menor a 50, de 1.12 m si la carga se encuentra entre 51 y 2000; y de 1.42 si la carga supera los 2000 ocupantes.</p>				
<p><b>31.</b> Las puertas abren en dirección a la salida y están libres de obstáculos.</p>				
<p><b>32.</b> La distancia de recorrido debe ser menor a la máxima permitida para cada ocupación aplicable, no deben exceder el límite especificado según tabla A.7.6 de la norma NFPA 101.</p>				
<p><b>33.</b> La distancia de los pasillos sin salida debe ser menor a la máxima permitida para cada ocupación aplicable.</p>				
<p><b>34.</b> La distancia de recorrido común debe ser menor a la máxima permitida para cada ocupación aplicable, no deben exceder el límite especificado según tabla A.7.6 de la norma NFPA 101.</p>				
<p><b>35.</b> Todas las salidas deben terminar directamente en una vía pública o en una descarga de salida exterior, con acceso a la vía pública.</p>				
<p><b>36.</b> La descarga de salida debe estar dispuesta y señalizada para que esté clara la dirección de egreso a una vía pública.</p>				

<p><b>37.</b> Donde la carga de todos los ocupantes que utilicen la escalera sea menor a 50, el ancho mínimo libre de toda obstrucción es debe ser de 91.5 cm.</p>				
<p><b>38.</b> Todas las escaleras que sirvan como medios de egreso deben ser de construcción fija permanente.</p>				
<p><b>39.</b> Las escaleras y los descansos intermedios deben continuar sin reducciones en su ancho a lo largo del recorrido de salida.</p>				
<p><b>40.</b> Cada escalera, plataforma y descanso, sin incluir los pasamanos en edificios que se requiera que sean de construcción tipo I o tipo II, deben ser totalmente de material no combustible.</p>				
<p><b>41.</b> Debe estar prohibida una variación mayor a 4,8 mm en la profundidad de los escalones adyacentes o en la altura de las contrahuellas adyacentes.</p>				
<p><b>42.</b> Se deben proveer barandas en ambos lados del medio de egreso donde se puedan generar caídas a desnivel del piso que se encuentre a más de 76 cm por debajo.</p>				
<p><b>43.</b> Las barandas no deben poseer menos de 1.05 cm de altura.</p>				
<p><b>44.</b> Las escaleras y rampas requieren de pasamanos a ambos lados.</p>				
<p><b>45.</b> Las barandas y los pasamanos requeridos deben ser continuos en longitud total del tramo de escaleras.</p>				
<p><b>46.</b> El diseño de las barandas y pasamanos, y el herraje para sujetar los pasamanos a las barandas, balaustres o paredes debe ser de tal forma que no haya proyecciones que puedan engancharse a las ropas sueltas.</p>				
<p><b>47.</b> Los extremos de los pasamanos deben voltearse hacia la pared o hacia el piso, o deben terminar en postes.</p>				

<p><b>48.</b> Los pasamanos de las escaleras o rampas deben estar a 90 cm por encima de la superficie de los escalones, medidas verticalmente desde la parte superior de los pasamanos hasta el borde delantero del escalón.</p>				
<p><b>49.</b> Deben permitirse pasamanos adicionales a menor altura que el pasamanos principal.</p>				
<p><b>50.</b> Los pasamanos deben instalarse de tal manera que provean un espacio libre no menor a 5,5 cm entre los pasamanos y la pared a la que están sujetos.</p>				
<p><b>51.</b> Los pasamanos deben cumplir con una de las siguientes características: Sección circular transversal con un diámetro externo no menor a 3,2 cm pero no mayor 5,1 cm. Forma no circular con un perímetro no menor de 10 cm, pero no mayor de 16 cm y con la dimensión mayor de la sección transversal no mayor a 5,7 cm, siempre que los bordes asibles sean redondeados de manera que provean un radio no menor de 3,2 mm.</p>				
<p><b>52.</b> Los pasamanos que no sean continuos entre tramos de escaleras deben extenderse horizontalmente, a la altura requerida, por no menos de 30,5 cm más allá de la contrahuella superior y continuar en declive hasta una huella después de la contrahuella inferior.</p>				
<p><b>53.</b> Las rampas cumplen con la pendiente, ancho y superficie establecido por la normativa para la evacuación de personas con condiciones especiales.</p>				

<p><b>54.</b> Todas las rampas que sirvan como medios de egreso deben ser de construcción fija permanente.</p>				
<p><b>55.</b> Las rampas deben poseer descansos en el extremo superior, extremo inferior y puertas que abren la rampa. De 1.5 m de longitud.</p>				
<p><b>56.</b> Las rampas y los descansos que posean lados hacia el vacío deben disponer de superficies proyectadas como barrera que evite que la gente caiga del borde de la rampa. Estas superficies proyectadas deben tener no menos de 10 cm de altura.</p>				
<p><b>57.</b> Las rampas y los descansos exteriores deben diseñarse para minimizar la acumulación de agua en su superficie.</p>				
<b>Compartimentación</b>				
<p><b>58.</b> Se han instalado puertas cortafuego de acuerdo con la NFPA 101 en las ubicaciones requeridas, como pasillos, salidas de emergencia y áreas de riesgo.</p>				
<p><b>59.</b> Se han utilizado materiales y sistemas de sellado adecuados para evitar la propagación del fuego y el humo a través de penetraciones en paredes y pisos, como tuberías, conductos y cables, con la resistencia adecuada y se encuentran instalados correctamente.</p>				
<p><b>60.</b> Las aberturas en las paredes, techos y pisos deben cumplir la resistencia al fuego para evitar la propagación del fuego y del humo.</p>				

<p><b>61.</b> La puerta debe diseñarse e instalarse de manera que, cuando se aplique una fuerza sobre el lado de la puerta desde el que se realiza el egreso, pueda batir desde cualquier posición hasta proveer la utilidad del ancho requerido de la abertura instalada.</p>				
<p><b>62.</b> En cada puerta, del lado desde el que se realiza el egreso, debe haber un cartel fácilmente visible y durable, con caracteres de no menos de 2,5 cm de altura, sobre fondo de color contrastante, con la leyenda: <b>EN EMERGENCIA EMPUJE PARA ABRIR</b></p>				
<b>Señalización de los medios de egreso</b>				
<b>Aspectos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
<p><b>63.</b> Las salidas, diferentes a las puertas principales de salida exteriores que sean obvias y claramente identificables como salidas, deben señalizarse mediante un cartel aprobado que sea fácilmente visible desde cualquier dirección del acceso a salida.</p>				
<p><b>64.</b> El acceso a salidas se señala con carteles aprobados, fácilmente visibles, en todos los casos donde la salida o el camino para llegar a la salida no sea evidente para los ocupantes.</p>				
<p><b>65.</b> La ubicación de los carteles es tal que ningún punto en un corredor de acceso a salida se encuentre a más de 30 m.</p>				
<p><b>66.</b> Donde la continuidad del recorrido de egreso no es obvia, los componentes horizontales del recorrido de egreso dentro de un cerramiento de salida están señalizados.</p>				

<p><b>67.</b> La señalización de la ruta de evacuación se coloca a lo largo de esta, en pasillos, accesos a salidas, escaleras, descarga de escaleras, y en todos los cambios de dirección de la ruta.</p>				
<p><b>68.</b> Cualquier puerta, pasaje o escalera que no sea una salida ni un camino de acceso a salida y que esté ubicada o dispuesta para confundirse con una salida, se identifica con un cartel con la leyenda: NO ES SALIDA. Para pasillos sin salida el rótulo debe decir “SIN SALIDA”.</p>				
<p><b>69.</b> El cartel ‘NO ES SALIDA’ tiene la palabra ‘NO’ en letras de 5 cm de altura con trazos de un ancho de 1 cm y las palabras ‘ES SALIDA’ en letras de 2,5 cm de altura, con las palabras ‘ES SALIDA’ bajo la palabra ‘NO’.</p>				
<p><b>70.</b> En planos se debe presentar un detalle de los rótulos a utilizar, incluyendo las dimensiones específicas de cada rótulo a instalar, o podrá incluirse en planos la tabla general de dimensiones siempre y cuando se acote en la planta la distancia de separación entre rótulos</p>				
<p><b>71.</b> Los rótulos de señalización de las salidas deben ser distintivos, claramente visibles, y deben contrastar con las decoraciones, acabados interiores u otra señalización.</p>				
<p><b>72.</b> No deben colocarse decoraciones, mobiliarios ni equipos que dificulten la visibilidad de la rotulación de salida.</p>				
<p><b>73.</b> Todos los rótulos de salida deben estar adecuadamente iluminados externa o internamente y legibles en el modo de iluminación normal y en el modo de emergencia.</p>				

<p><b>74.</b> Los rótulos de salida deben guiar a los ocupantes a la salida más cercana, no deben existir rótulos que tengan el potencial de generar confusión a los ocupantes durante su evacuación.</p>				
<b>Altura</b>				
<p><b>75.</b>La parte inferior de las señales está a una distancia vertical menor a 2,3 m del borde superior del medio de egreso.</p>				
<p><b>76.</b>El borde inferior del rótulo está a una altura comprendida entre 2,10 m a 2,40 m por encima del nivel de piso terminado, siempre y cuando, la distancia entre el cielorraso y el borde superior del rótulo no sea menor a 0,20 m. (para señales de rotulación y equipo de seguridad e incendios, y de salidas).</p>				
<p><b>77.</b>Para la colocación de rótulos a una altura media (ejemplo: señalización táctil), el borde inferior del rótulo debe estar a una altura comprendida entre 0,80 m a 1,40 m por encima del nivel de piso terminado.</p>				
<p><b>78.</b>Para colocar rótulos a una altura baja (señales próximas al piso), el borde inferior del rótulo debe estar a una altura de 0,15 m a 0,45 m sobre el nivel de piso terminado para que la señal se vea en humo.</p>				
<b>Requisitos de Iluminación</b>				
<p>Requisitos</p>	<p>Cumple</p>	<p>No cumple</p>	<p>NA</p>	
<p><b>79.</b> Cuenta con iluminación de emergencia</p>				

80. La iluminación es continua durante el tiempo que en el que las condiciones de ocupación requieren que los medios de egreso se encuentren disponibles para su uso.				
81. Los sensores, temporizadores y controles de ahorro de energía no deben interferir con el funcionamiento de la iluminación de los medios de egreso.				
82. La iluminación requerida debe estar dispuesta de manera que la falla de una única unidad de iluminación no resulte en un nivel menor a 2.2 lux en cualquier área designada				
83. La iluminación de emergencia debe proveerse por no menos de 1 1/2 hora en caso de falla de iluminación normal.				
84. La iluminación debe lograrse por medio de lámparas que funcionen con batería o luminarias comunes del edificio cuando se cuente con balastos de energía.				
<b>Protección Activa contra incendios</b>				
<b>Aspectos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Extintores</i>				
85. El edificio cuenta con extintores portátiles.				
86. Cada extintor cuenta con la señalización colocada directamente encima o adyacente a estos.				

<p><b>87.</b> Los extintores están instalados en lugares donde están claramente visibles, fácilmente accesibles y disponibles ante un fuego.</p>				
<p><b>88.</b> Los extintores nunca deben estar obstruidos.</p>				
<p><b>89.</b> Si las obstrucciones visuales no se evitan del todo, deberá proveerse medios de señalización para indicar la ubicación del extintor.</p>				
<p><b>90.</b> Los extintores se ubican a lo largo de los recorridos normales, preferiblemente a las salidas de las áreas.</p>				
<p><b>91.</b> Los extintores con un peso bruto menor a 18 kg deben instalarse a una altura no mayor a 125 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor. En casos especiales, cuando el extintor pueda obstruir barandas, pasamanos o algún otro elemento de emergencia, puede autorizarse la instalación del extintor hasta una altura de 150 cm medidos desde el nivel de piso al soporte del extintor.</p>				
<p><b>92.</b> En ningún caso el espacio libre entre la parte inferior del extintor portátil manual y el piso debe ser menor a 0.1 m.</p>				
<p><b>93.</b> Los extintores deben estar colocados de manera que las instrucciones queden frente al mismo.</p>				
<p><b>94.</b> Clase A: Los extintores deben ubicarse de modo que las distancias de recorrido no sobrepasen los 23 m de cualquier ubicación hasta un extintor Clase A.</p>				
<p><b>95.</b> Clase B: Los extintores deben ubicarse de modo que las distancias de recorrido no sobrepasen los 15 m de cualquier ubicación hasta un extintor Clase B.</p>				

<p><b>96.</b> Tamaño y localización de extintores para riesgos Clase C: Los extintores deben ubicarse de tal modo que las distancias de recorrido no sobrepasen los 23 m de cualquier ubicación hasta un extintor Clase C.</p>				
<p><b>97.</b> Si son certificados para el uso y el tipo de fuego que se pretende combatir, se pueden utilizar otros tipos de extintores.</p>				
<p><b>98.</b> En planos se debe indicar la ubicación de todos los extintores a instalar y se debe incluir una tabla de simbología indicando el tipo y la capacidad de los extintores elegidos.</p>				
<p>Alarma</p>				
<p><b>99.</b> Existe un sistema de alarma y detección contra incendios</p>				
<p><b>100.</b> Los sistemas de alarma de incendio deben instalarse, probarse y mantenerse de acuerdo con los requisitos aplicables del Código Eléctrico Nacional según Decreto Ejecutivo 36979 y de la norma NFPA 72 edición 2016 en español.</p>				
<p><b>101.</b> Deben ubicarse estaciones manuales de alarma de incendio adicionales de manera que, en cualquier piso o en cualquier parte habitable del edificio, no sea necesario recorrer más de 60 m de distancia horizontal en el mismo piso para alcanzar una estación manual de alarma de incendio.</p>				
<p><b>102.</b> Cuando un sistema de alarma de incendio esté fuera de servicio más de 4 horas durante 24 horas, se deberá notificar al Cuerpo de Bomberos y el edificio deberá evacuarse o proveerse una vigilancia de incendio, en todas las partes desprotegidas hasta que se vuelva a poner en servicio.</p>				
<p><b>103.</b> Las estaciones manuales de alarma de incendio solo se usan para activar los sistemas de notificación de protección contra incendios.</p>				
<p><b>104.</b> En las áreas riesgosas existe un sistema automático de detección de incendio para la iniciación del sistema de alarma.</p>				

<p><b>105.</b> Si existe la activación del sistema de alarma de incendios del edificio, esta debe automáticamente destrabar eléctricamente las hojas de las puertas en la dirección del egreso, y las hojas de las puertas deben permanecer eléctricamente destrabadas hasta que el sistema de alarma de incendios haya sido reposicionado manualmente.</p>				
<p><b>106.</b> Las señales de notificación a los ocupantes para evacuar, deben ser señales audibles y visibles de acuerdo con la norma NFPA 72, y con la Ley 7600 de Igualdad de Oportunidades para las personas con discapacidad.</p>				
<p><b>107.</b> Si el edificio está protegido por un sistema de rociadores automáticos, debe permitirse que el área de la zona de la alarma de incendio coincida con el área permitida del sistema de rociadores.</p>				
<p><b>108.</b> La unidad de control, los indicadores de alarma y la capacidad de las comunicaciones manuales deben instalarse en una ubicación, accesible y supervisada. Tales como: Lobby principal, cuarto de vigilancia, cuarto de monitoreo.</p>				
<p><b>109.</b> Los rociadores deben instalarse en todas las instalaciones de riesgo alto.</p>				
<p><b>110.</b> Deben estar ubicados de forma que no se exceda el área de protección máxima por rociador.</p>				
<p><b>111.</b> El diseño de los rociadores debe ser acorde a la clasificación de la ocupación y sus requisitos de acuerdo con la NFPA 13.</p>				

**Apéndice 7.** Entrevista no estructurada con la Ingeniera Ambiental a cargo de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

- Objetivo del proyecto de tratamiento de residuos peligrosos
- Tipo de residuos peligrosos.
- Almacenaje de químicos peligrosos.
- Limitaciones que se tendrían en el presente estudio.
- Distribución de planta definida.
- Descripción de peligros asociados a la manipulación de dichas sustancias.
- Explicación de los procesos y maquinaria para el desarrollo de estos.

**Apéndice 8.** Lista de Verificación para el almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas.

<b>Almacenamiento y Manejo de Sustancias Peligrosas</b> <b>Basado en la NFPA 1, NFPA 30, NFPA 400</b>				
<b>Fecha de aplicación:</b>				
<b>Aprobado por:</b>				
<b>Aspectos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>	<b>Observaciones</b>
2. El personal que labora donde se almacenan, manejan o disponen sustancias peligrosas se encuentra capacitado para actuar en caso de emergencia.				
2. El edificio cuenta con áreas de contención de derrames.				
3. Los contenedores que se encuentren abiertos deben tener un control de los niveles de líquido u otros medios para evitar que se desborden.				
4. Los tanques o equipo donde se almacenan líquidos peligrosos tienen una construcción o sistema para que la presión interna no exceda y exista un riesgo de reacción interna.				

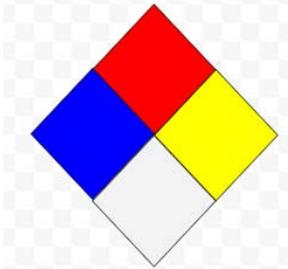
<p>5. Los líquidos Clase IA y Clase 1B [FP &lt; 73 °F (22,8 °C)] se encuentran almacenados en recipientes de vidrio de no más de 1,3 gal (5 L) si la pureza del líquido requerida (como Grado de reactivo analítico de la American Chemical Society o superior) se vería afectado por el almacenamiento en contenedores metálicos o si el líquido puede causar una corrosión excesiva de un recipiente de metal.</p>				
<p>6. La Fichas de Seguridad se encuentran en español, disponibles y accesibles para los trabajadores.</p>				
<p>7. Las áreas de almacenamiento se mantienen libres de malezas, residuos y materiales combustibles comunes, no necesarios para el almacenamiento o uso de sustancias inflamables y combustibles por una distancia mínima de 4,5m.</p>				
<p>8. Las áreas de almacenamiento están ubicadas a una distancia no menor de 6,1 m de cualquier lindero de la propiedad sobre la que se pueda construir, de calle, pasillo o vía pública.</p>				

<p>9. Los gabinetes para almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles deben estar contruidos de metal, y su interior está cubierto por un revestimiento que no sea reactivo con la sustancia que se almacena.</p>				
<p>10. Se encuentran almacenados según su compatibilidad.</p>				
<p>11. Los líquidos inflamables y combustibles se encuentran separados de sustancias incompatibles donde las cantidades almacenadas en contenedores son mayores a 5 lb o más de medio galón. Separados por una distancia de 6.1 m</p>				
<p>12. Se aísla el almacenamiento de sustancias incompatibles por medio de un tabique no combustible de una extensión no menor de 457 mm por encima y hacia los laterales del material almacenado o por medio de un tabique no combustible que interrumpa la línea de visión entre las sustancias incompatibles.</p>				
<p>13. Los sistemas de protección y lucha contra incendios están instalados de acuerdo con el análisis de riesgos efectuado en las instalaciones de almacenamiento, uso o manipulación de sustancias inflamables y combustibles</p>				

14. Se debe contar con un sistema de detección y alarma contra incendio, para la pronta notificación de incendios.				
15. Las operaciones que produzcan chispas o llama abierta deben contar con un procedimiento de trabajo seguro y sólo se deben permitir bajo la supervisión de personal competente.				
16. Los colaboradores utilizan el equipo de protección adecuado al momento de manipular las sustancias.				
17. El trasvase se realiza con ventilación para evitar la concentración de gases y vapores explosivos.				
18. El ingreso es únicamente para personal autorizado.				
19. TODOS los productos químicos y sus mezclas se etiquetan según el SGA.				
20. Contenedores que sobrepasen los 30 galones de capacidad y que contienen líquidos Clase I o II, no deben de estar apilados a menos que exista un sistema de protección contra incendios automático.				
21. Se cumple con los límites respecto a cantidades por tipo de contenedor establecidos en la tabla 12.6.2.2 y 12.8.1 de la NFPA 30.				

<p>22. El aislamiento del almacenamiento de materiales incompatibles es por medio de un tabique no combustible de una extensión no inferior a 18 pulgadas (46 cm) sobre y hacia los laterales del material almacenado.</p>				
<p>23. Los estantes poseen una construcción sólida y están reforzados y anclados.</p>				
<p>24. Los contenedores, cilindros y tanques defectuosos son puestos fuera de servicio, reparados o desechados de un modo aprobado.</p>				
<p>25. Los equipos o maquinarias defectuosos son puestos fuera de servicio y reparados o reemplazados.</p>				
<p>26. El sitio de almacenamiento se encuentra señalizado de acuerdo con la INTE/ISO 7010:2016 para indicaciones de advertencia y precaución</p>				
<p>27. Las fuentes de calor y las llamas están lejos de materiales inflamables y/o combustibles.</p>				
<p>28. Los líquidos se almacenan en pilas diferentes o en diferentes secciones de estantes de los productos combustibles ordinarios</p>				

**Apéndice 9.** Cuestionario aplicable a operadores de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

<b>Cuestionario aplicable a operadores de la planta de tratamiento de residuos peligrosos</b>		
<b>Fecha de aplicación:</b>		
	1. Puede identificar a que peligro corresponden los pictogramas mostrados:	
	1. _____	2. _____
	3. _____	4. _____
	5. _____	6. _____
	7. _____	8. _____
	9. _____	10. _____
	2. Conoce a qué corresponden los colores del rombo de la NFPA. Azul: _____ Rojo: _____ Amarillo: _____ Blanco: _____	
<b>Preguntas de respuesta corta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1. ¿Conoce que es una ficha de seguridad (SDS)?		
2. ¿Comprende la diferencia entre conato de incendio e incendio?		
3. Sabe utilizar un extintor.		
4. Puede inspeccionar el estado de un extintor.		
5. Identifica los puntos donde se encuentran los extintores.		
6. Sabe cómo actuar en caso de que ocurra una emergencia de conato o incendio dentro del edificio.		
7. Tiene el conocimiento sobre los peligros para la salud del manejo de sustancias peligrosas.		
8. Conoce el impacto ambiental que implican los residuos peligrosos en caso de una mala manipulación.		

9. Comprende el peligro que representa un almacenamiento de sustancias incompatibles.		
10. Ha recibido capacitaciones para controlar derrames dentro y fuera del edificio.		
11. Recibió entrenamiento de uso de equipos de protección química.		

### Apéndice 10. Matriz RACI

N°	Tarea	Involucrados						
		GE	SO	DH	CSO	IA	MA	PE
1								
2								
3								
4								

**Notas**

**R: responsable      A: aprueba      C: consultados      I: informados**

- **GE: Gerencia General.**
- **SO: Departamento Salud Ocupacional.**
- **DH: Departamento de Recursos Humanos.**
- **Comisión de Salud Ocupacional.**
- **IA: Ingeniera Ambiental.**
- **MA: Mantenimiento.**
- **PE: Personal de Planta.**

**Apéndice 11.** Matriz para el plan de formación y capacitación de los colaboradores.

<b>Sesión</b>	<b>Riesgo identificado</b>	<b>Temas</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Recursos</b>

**Apéndice 12.** Matriz de evaluación del cumplimiento normativo del programa

<b>Aspecto del programa</b>	<b>Responsable</b>	<b>Cumplimiento de la normativa</b>	<b>Avance (%)</b>

**Apéndice 13.** Entrevista con el personal competente en NFPA.

- Condiciones estructurales de la planta de tratamiento de residuos peligrosos
- Discusión sobre el tipo de extintores, ventajas y desventajas.
- Dudas respecto a los sistemas de supresión y alarma contra incendios.
- Requerimientos del departamento de bomberos para la instalación de sistemas de protección contra incendios.
- Tipos de sistemas de contención de derrames.
- Requerimiento de los sistemas de contención de derras.

**Apéndice 14.** Matriz multicriterio de comparación de propuestas

<b>Propuesta</b>	<b>Facilidad de implementación</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Costo económico</b>	<b>Asociación con los ODS</b>	<b>Marco legal</b>

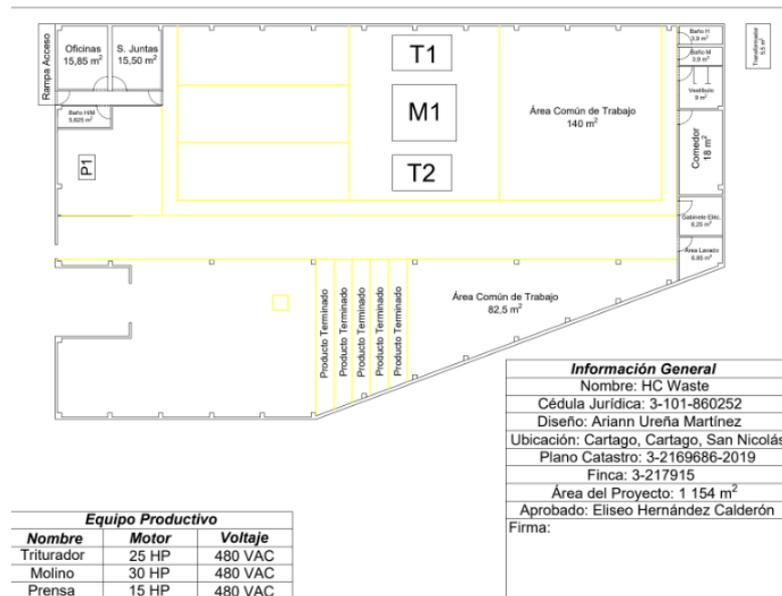
**Apéndice 13.** Tabla descriptiva de los aspectos evaluados de acuerdo a la normativa NFPA 2021.

Aspecto evaluado		Información adicional	Valor real	Permitido
Distancias de Recorrido		El punto de ubicación más alejado es del baño de hombres.	59.86 m	0 m sin rociadores. 23 m con rociadores.
Separación entre la salida de emergencia y una salida ordinaria.		Ordinaria: Portón Principal Emergencia: Salida Lateral Diagonal: 51.86 m	25.87 m	25.93 m
Carga de ocupantes total de piso.		Factor de carga para Uso industrial de riesgo elevado 9.3 m <sup>2</sup> /persona. Área del piso 1154 m <sup>2</sup>	2 personas	124 personas
Carga de ocupantes comedor.		Factor de carga para reuniones públicas asientos fijos. Área del piso 18 m <sup>2</sup> . Factor de carga: asientos fijos.	2 personas	4 personas
Carga de ocupantes oficinas.		Factor de carga para reuniones públicas uso menos concentrado sin asientos fijos 1,4 m <sup>2</sup> . Área de la oficina 15,85	Uso a conveniencia.	11 personas
Carga de ocupantes sala de juntas		Factor de carga para reuniones públicas uso menos concentrado sin asientos fijos 1,4 m <sup>2</sup> .	Uso a conveniencia.	11 personas

		Área de la sala 15,5.		
Capacidad de los medios de egreso.		Ancho libre 2: 0.9 cm Ancho libre 1: 0.8 cm Factor de capacidad para contenidos de riesgo elevado: 1.016 cm	2 personas	Medio de egreso 1: 79 personas. Medio de egreso 2: 89 personas.

## X. Anexos

**Anexo 1.** Plano de distribución de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.



*Nota:* Empresa de gestión de residuos, 2023

**Anexo 2.** Determinación del nivel de deficiencia de los riesgos identificados.

<b>Determinación del Nivel de Deficiencia (D)</b>		
<b>Nivel de Deficiencia</b>	<b>D</b>	<b>Significado</b>
Muy Deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	1	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado.

*Nota:* Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica ,2022.

**Anexo 3.** Determinación del nivel de exposición de los empleados a los riesgos identificados.

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

*Nota:* Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2022.

#### Anexo 4. Determinación del nivel de probabilidad y significado.

Niveles de Probabilidad		Nivel de Exposición (E)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (D)	10	MA – 40	MA – 30	A – 20	A – 10
	6	MA – 24	A – 18	A – 12	M – 6
	2	M – 8	M – 6	B – 4	B – 2

Nota: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2022.

Tabla 5. Significado de los diferentes niveles de probabilidad.

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

Nota: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica ,2022.

## Anexo 5. Determinación del nivel de consecuencias

Tabla 6. Determinación del nivel de consecuencias.

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

Fuente: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2022.

**Anexo 6.** Determinación del nivel de riesgo de los riesgos identificados.

**Tabla 7.** Determinación del nivel de riesgo

Nivel de riesgo $R = P \times C$		Nivel de probabilidad (P)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencia (C)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2022.

## Anexo 7. Significado del nivel de riesgo e intervención.

Tabla 8. Significado del nivel de riesgo e intervención.

Nivel de Riesgo	Valor de R	Significado
I – Intolerable	Superior o igual a 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que las medidas disminuyan el riesgo al menos al nivel II. Intervención urgente.
II – Tolerable con controles	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III – Tolerable	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV- Aceptable	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Fuente: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2022.

## Anexo 8. Compatibilidad de las sustancias químicas.

			TABLA DE COMPATIBILIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUIMICOS																
IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO			Líquido inflamable	Sólido inflamable	Experimentan calentamiento espontáneo	Contacto con el agua reaccionan	Líquido comburente	Sólido comburente	Peróxido Orgánico	Corrosivos (S)	Corrosivos (L)	Tóxico agudo (S)	Tóxico agudo (L)	Tóxico crónico (S)	Tóxico crónico (L)	Peligro ambiental	Sustancias Peligrosas Varias	Nocivo Irritante (S)	Nocivo Irritante (L)
																			
Líquido inflamable			Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Green
Sólido inflamable			Red	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red									
Experimentan calentamiento espontáneo			Red	Red	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow										
Contacto con el agua reaccionan			Red	Yellow	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow							
Líquido comburente			Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow								
Sólido comburente			Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red							
Peróxido Orgánico			Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow							
Corrosivos (S)			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow						
Corrosivos (L)			Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Sustancias tóxicas efecto agudo (S)			Red	Yellow	Red	Green	Red	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red						
Sustancias tóxicas efecto agudo (L)			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green	Green	Yellow	Red	Green
Sustancias tóxicas efecto crónico (S)			Red	Yellow	Red	Green	Red	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red						
Sustancias tóxicas efecto crónico (L)			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green	Green	Yellow	Red	Green
Sustancias peligrosas para el ambiente			Green	Yellow	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow						
Sustancias Peligrosas Varias			Yellow	Yellow	Red	Yellow													
Nocivo/Irritante (S)			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red
Nocivo/Irritante (L)			Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green	Green	Yellow	Red	Green

Se pueden almacenar juntos

Revisar las secciones 7 y 10 de hoja de seguridad del producto químico

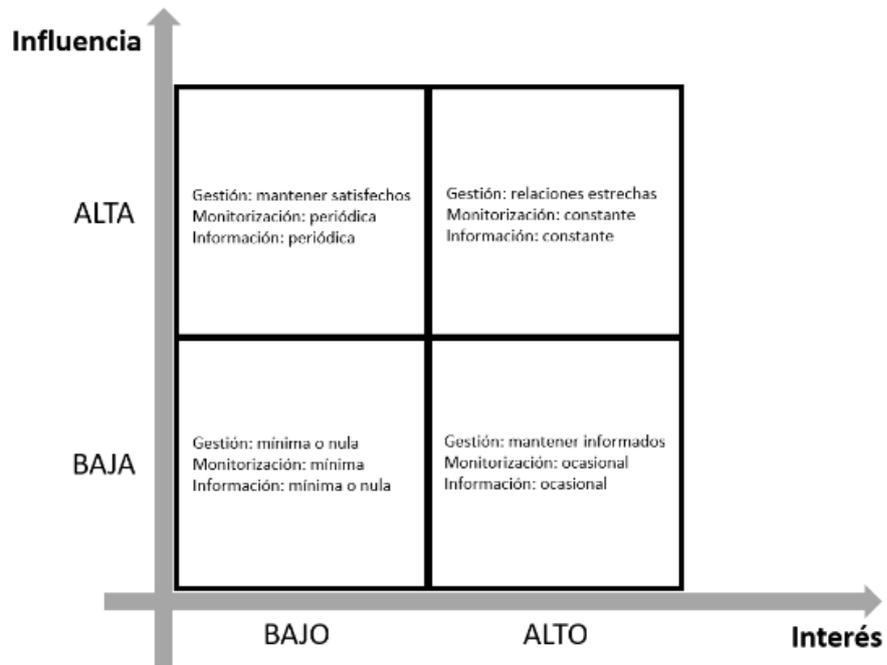
Almacenar separados. Se debe almacenar separados por muros o a una distancia

L= Sustancias en estado Líquido      S=Sustancias en estado Sólido



Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015.

## Anexo 9. Matriz de poder e influencia de Mendolow



*Nota:* Adaptado de Guimera ,2022.

## Anexo 10. Factores de capacidad NFPA 101

Tabla 7.3.3.1 Factores de capacidad

Área	Escaleras (ancho/persona)		Componentes a nivel y rampas (ancho/persona)	
	pulg.	mm	pulg.	mm
Asilos y centros de acogida	0.4	10	0.2	5
Cuidado de la salud, con rociadores	0.3	7.6	0.2	5
Cuidado de la salud, sin rociadores	0.6	15	0.5	13
Contenidos de riesgo elevado	0.7	18	0.4	10
Todos los demás	0.3	7.6	0.2	5

Nota. Adaptado de la NFPA 101, 2021.

## Anexo 11. Factor carga de ocupantes de la NFPA 101

Tabla 7.3.1.2 Factor de carga de ocupantes

Uso	(pie <sup>2</sup> / persona) <sup>a</sup>	(m <sup>2</sup> / persona) <sup>a</sup>
<b>Uso para reunión pública</b>		
Uso concentrado, sin asientos fijos	7 netos	0.65 netos
Uso menos concentrado, sin asientos fijos	15 netos	1.4 netos
Asientos tipo banco	1 persona/18 pulg. lineales	1 persona/455 mm lineales
Asientos fijos	Cantidad de asientos fijos en uso	Cantidad de asientos fijos en uso
Espacios de espera	Ver 12.1.7.2 y 13.1.7.2.	Ver 12.1.7.2 y 13.1.7.2.
Cocinas	100	9.3
Áreas de estanterías en bibliotecas	100	9.3
Salas de lectura en bibliotecas	50 netos	4.6 netos
Piscinas	50 (superficie del agua)	4.6 (superficie del agua)
Áreas alrededor de piscinas	30	2.8
Salas de ejercicios con equipos	50	4.6
Salas de ejercicios sin equipos	15	1.4
Escenarios	15 netos	1.4 netos
Pasarelas, galerías y andamios para iluminación y acceso	100 netos	9.3 netos
Casinos y áreas de juego similares	11	1
Pistas de patinaje	50	4.6
<b>Uso de negocios (distintos de los siguientes)</b>	150	14
Uso de negocios concentrado <sup>f</sup>	50	4.6
Niveles de observación en torres de control de tráfico de aeropuertos	40	3.7
Salas/Espacios de colaboración ≤450 pies <sup>2</sup> (41.8 m <sup>2</sup> ) de área <sup>f</sup>	30	2.8
Salas/Espacios de colaboración >450 pies <sup>2</sup> (41.8 m <sup>2</sup> ) de área <sup>f</sup>	15	1.4
<b>Uso de guardería</b>	35 netos	3.3 netos
<b>Uso de detención y correccional</b>	120	11.1
<b>Uso educacional</b>		
Aulas	20 netos	1.9 netos
Talleres, laboratorios, salas vocacionales	50 netos	4.6 netos
<b>Uso para cuidado de la salud</b>		
Áreas para tratamiento de pacientes internados	240	22.3
Áreas de habitaciones para dormir	120	11.1
Cuidado de la salud ambulatorio	150	14
<b>Uso industrial</b>		
Uso industrial general y de riesgo elevado	100	9.3
Uso industrial, propósito especial	NA	NA
<b>Uso mercantil</b>		
Área de ventas en piso a nivel de calle <sup>b,c</sup>	30	2.8
Área de ventas en dos o más pisos a nivel de calle <sup>c</sup>	40	3.7
Área de ventas en un piso situado debajo del piso a nivel de calle <sup>c</sup>	30	2.8
Área de ventas en pisos situados por encima del piso a nivel de calle <sup>c</sup>	60	5.6

Nota. Tomado de la NFPA 101,2021.

**Anexo 12.** Distancias de recorrido máxima de extintores para riesgos clase B.

**Tabla 6.3.1.1** Tamaño y colocación de extintores para riesgos clase B

Tipo de riesgo	Potencial de extinción mínimo	Distancia de recorrido máxima hasta los extintores	
		pies	m
Ligero	5-B	30	9.14
	10-B	50	15.25
Ordinario	10-B	30	9.14
	20-B	50	15.25
Extra	40-B	30	9.14
	80-B	50	15.25

*Nota.* Tomado de NFPA 101, 2021.

**Anexo 13.** Cantidades máximas permitidas para el almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles.

**Table 9.6.1 MAQ of Ignitable (Flammable or Combustible) Liquids per Control Area**

Liquid Class(es) <sup>#</sup>	Quantity		Notes
	gal	L	
IA	30	115	1, 2
IB and IC	120	460	1, 2, 3
IA, IB, IC combined	120	460	1, 2, 4
II	120	460	1, 2
IIIA	330	1,265	1, 2
IIIB	13,200	50,600	1, 2, 5

<sup>#</sup> See Section 4.2 for details on the classification scheme.

*Nota.* Tomado de NFPA 30, 2024.