

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL

TEC | Tecnológico
de Costa Rica



Programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en el área de producción de la empresa Agrep Forestal S.A., en Muelle de San Carlos.

Proyecto de Graduación para Optar por el Título de Ingeniero en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental con Grado Académico de Bachillerato Universitario

Realizado por:

Jean Carlos Guillén Salazar

Cartago, noviembre 2021



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-
No comercial-Sin derivaciones 4.0 Internacional.

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Trabajo Final de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por las profesoras Ing. Adriana Campos Fumero e Ing. Gabriela Hernández Gómez, la Asesora Académica y Coordinadora de Proyectos de Graduación Ing. Mónica Carpio Chaves, como requisito parcial para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Tecnológico de Costa Rica.

MARIA GABRIELA
HERNANDEZ
GOMEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por
MARIA GABRIELA
HERNANDEZ GOMEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.11.24 08:29:45
-06'00'

Ing. Gabriela Hernández Gómez
Profesora Evaluadora

MONICA MARIA
CARPIO CHAVES
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
MONICA MARIA CARPIO
CHAVES (FIRMA)
Fecha: 2021.11.24 08:27:16
-06'00'

Ing. Mónica Carpio Chaves
Asesora Académica
En representación de la
Dirección

ADRIANA MARIA
CAMPOS
FUMERO (FIRMA)

Firmado digitalmente por
ADRIANA MARIA CAMPOS
FUMERO (FIRMA)
Fecha: 2021.11.24 09:45:53
-06'00'

Ing. Adriana Campos Fumero
Profesora Evaluadora

Agradecimientos

Agradezco a la profesora Ing. Mónica Carpio Chaves por el asesoramiento, seguimiento y motivación para la finalización de este proyecto.

A las profesoras Ing. Adriana Campos Fumero e Ing. Gabriela Hernández Gómez por el asesoramiento en seguridad humana contra incendios y formulación de proyectos.

Al Ing. Steven Fernández Araya por el acompañamiento y asesoramiento en el desarrollo de este proyecto.

Al Lic. Abraham Guillén Martínez por el asesoramiento en salud ocupacional y seguridad humana; y por todo el apoyo brindado durante mi proceso de formación profesional, gracias, padre.

A la Ing. Sara Arce Guzmán por el aporte en seguridad humana e ingeniería estructural.

A la MSc. Rossy Guillén Watson por la motivación y apoyo durante los años de formación profesional.

Por último a la empresa Agrep Forestal por el espacio y oportunidad para desarrollar el proyecto en la compañía.

Dedicatoria

A mi abuela Claudia Mejía y a mi madre por el apoyo incondicional durante toda mi formación profesional; y por enseñarme que somos capaces de lograr lo que nos proponemos.

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como propósito el establecimiento de un programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en el área de producción de la empresa Agrep Forestal S.A., ubicada en Muelle de San Carlos.

En primera instancia se analizó la gestión de la seguridad humana contra incendios para determinar la forma en la que se administra, gestiona y se atiende el riesgo de incendio; también se evaluaron las condiciones de vulnerabilidad de seguridad humana contra incendios, según los requerimientos establecidos por la NFPA 101 y el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica para una ocupación de tipo industrial.

El estudio se desarrolló bajo un modelo descriptivo, ya que buscó integrar una serie de características y requerimientos establecidos por la NFPA 101, adoptados por el Estado costarricense bajo el marco de Bomberos de Costa Rica. Se empleó una metodología basada en la recolección de información mediante listas de verificación, cuestionarios de evaluación de conocimiento y matrices de recolección de datos. La información recopilada se analiza con herramientas de estadística descriptiva como Minitab, *Benchmarking*, cuadros de resumen para determinar el nivel de cumplimiento de Agrep Forestal S.A, en cuanto a la gestión de la seguridad humana contra incendios. Como resultado de este estudio se determinó que esta empresa presenta problemas en cuanto al cumplimiento de las condiciones de seguridad humana contra incendios que garanticen la integridad física de los ocupantes.

Asimismo, la gestión de la seguridad humana contra incendios actualmente carece de procedimientos para el manejo de la emergencia, comunicación, capacitación y revaloración del riesgo de incendio, por lo que en la propuesta del programa se establecen los procedimientos para el adecuado abordaje de este. Los controles de ingeniería se enfocan en dos ejes principales, protección pasiva contra incendios y la protección activa contra incendios.

Palabras claves: Seguridad contra incendios, Gestión de seguridad humana, Vulnerabilidad ante fuego, Programa de seguridad humana.

ABSTRACT

The purpose of this project is to establish a program to improve human safety conditions against fires in the production area of the company Agrep Forestal S.A., located in Muelle de San Carlos.

In the first instance, the management of human safety against fires is analyzed to determine the way in which the risk of fire is administered, managed and addressed. Human safety vulnerability conditions against fires were evaluated, according to the requirements established by NFPA 101 and the Manual of Technical Provisions on Human Safety and Protection of Firefighters of Costa Rica for and industrial type occupation.

The study is developed under a descriptive model, since it seeks to integrate a series of characteristics and requirements established by NFPA 101, adopted by the Costa Rican state under the framework of the Costa Rican Fire Department. A methodology based on the collection of information is used through checklists, knowledge evaluation questionnaires and data collection matrices. The information collected is analyzed with descriptive statistics tools such as Minitab, Benchmarking, summary tables to determine the level of compliance of Agrep Forestal S.A., regarding the management of human safety against fires. After analyzing the information, it is determined that the company Agrep Forestal S.A., presents problems regarding compliance with human safety conditions against fires that guarantee the physical integrity of the occupants.

The management of human safety against fires currently lacks procedures for emergency management, communication, training and reassessment of fire risk, so procedures are established for the proper approach to it. Engineering controls focus on two main axes, passive fire protection and active fire protection.

Keywords: Fire safety, Human security management, Vulnerability to fire, Human security program

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
A. Identificación de la empresa	1
1. Misión y visión	1
2. Antecedentes históricos.....	1
3. Ubicación.....	2
4. Organigrama.....	3
5. Cantidad de empleados	4
6. Mercado	4
7. Proceso productivo y productos	5
B. Planteamiento del problema.....	6
C. Justificación del proyecto	7
D. Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos específicos	10
E. Alcance y limitaciones	11
II. MARCO CONCEPTUAL	12
III. METODOLOGÍA	17
A. Tipo de Investigación.....	17
B. Fuentes de información	17
g. Población y muestra.....	18
h. Operacionalización de variables	2
h. Descripción de los instrumentos	8
h. Plan de análisis.....	11
IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	14
A. Condiciones estructurales	15
C. Extinción de incendios	17
D. Detección de incendios y alarma	17
E. Gestión de la seguridad humana contra incendios	17
F. Cuarto eléctrico	18
G. Almacenamiento	18
Análisis de las condiciones de seguridad humana contra incendios	22
1. Iluminación.....	22

2. Capacidad de los medios de egreso	23
4. Señalización de salvamento	24
5. Áreas de refugio	25
6. Extintores portátiles, rociadores y detectores de humo	25
7. Alarma	26
8. Hidrante	26
G. Benchmarking.....	26
I. Conclusiones.....	32
J. Recomendaciones.....	34
V. Alternativas de Solución	41
A. Análisis Multicriterio	44
Aspectos generales	51
12. Mejora continua del programa de seguridad humana contra incendios	56
15. Controles de ingeniería	58
Protección pasiva contra incendios.....	58
I. Resistividad ignífuga en estructuras de acero	58
II. Puertas cortafuego.....	58
III. Iluminación de emergencia.....	60
IV. Señalización de salvamento.....	61
IX. Escaleras y barandas	66
Protección Activa contra Incendios.....	69
A. Gestión de la seguridad humana ante incendios en la planta de producción	74
C. Procedimientos.....	77
d. Evaluación y seguimiento del programa de seguridad humana contra incendio	91
Objetivo	91
Seguimiento	91
e. Validación de cumplimiento normativo del programa	92
E. Conclusiones	93
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	94

VII. APÉNDICE	99
VIII. ANEXO	145

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Población y muestra	1
Cuadro 2. Operacionalización de las variables del objetivo específico 1.....	3
Cuadro 3. Operacionalización de las variables del objetivo específico 2.....	5
Cuadro 4. Operacionalización de las variables del objetivo específico 3.....	7
Cuadro 5. Programa para la mejora de las condiciones de Seguridad Humana Contra Incendios.....	42
Cuadro 6. Análisis multicriterio de las alternativas de solución del programa de seguridad humana contra incendios.....	44
Cuadro 7. Comparación de alternativas de solución del programa de seguridad humana.....	48
Cuadro 8. Comparación entre alternativas de solución para el programa de seguridad humana.....	49
Cuadro 9. Contactos administrativos de Agrep Forestal.....	51
Cuadro 10. Información de gerentes	53
Cuadro 11. Plan de capacitación en seguridad humana contra incendios	55
Cuadro 12. Matriz RACI del programa de seguridad humana contra incendios	57
Cuadro 13. Presupuesto de la puerta corta fuego.....	59
Cuadro 14. Presupuesto lámpara de emergencia	60
Cuadro 15. Señalización presupuesta para la planta de producción.....	61
Cuadro 16. Señalización propuesta en la planta de producción	63
Cuadro 16. Presupuesto estructuras del mezanine	67
Cuadro 17. Cumplimiento normativo en seguridad humana contra incendios.....	67
Cuadro 18. Características de la manta ignífuga para trabajos de corte y soldadura	68
Cuadro 19. Presupuesto requerido para las estaciones manuales de incendio	72
Cuadro 20. Presupuesto luz estroboscópica.....	72
Cuadro 21. Presupuestos extintores.....	73
Cuadro 22. Integrantes de la brigada de emergencias.....	75
Cuadro 23. Números telefónicos de emergencia	76
Cuadro 24. Contactos para la solicitud de apoyo externo.....	81
Cuadro 25. Documentación del simulacro de emergencia	85
Cuadro 26. Propuesta de temas para capacitación en seguridad humana	88

Cuadro 27. Registro de asistencia a capacitaciones	89
Cuadro 28. Procedimiento para trabajo de corte y soldadura en alturas	91
Cuadro 29. Validación del programa de seguridad humana contra incendios	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la planta	2
Figura 2. Organigrama de Agrep Forestal.....	3
Figura 3. Ciclo de Gestión del Riesgo.....	13
Figura 4. Plan de análisis	11
Figura 5. Plano de distribución de la planta de producción	14
Figura 6. Diagrama de Pareto en Minitab referente a la gestión de la seguridad humana contra incendio	19
Figura 7. Figura de porcentajes de cumplimiento de los elementos de seguridad pasiva contra incendios	22
Figura 8. Benchmarking comparativo entre sistemas de seguridad pasiva entre Agrep Forestal S.A. y P1-LLS	27
Figura 9. Figura de benchmarking comparativo entre Agrep Forestal y P1-LLS para sistemas de protección activa	30
Figura 10. Análisis para el desarrollo del programa de seguridad humana contra incendios.....	43
Figura 11. Organigrama de Agrep Forestal.....	52
Figura 12. Puerta cortafuego	59
Figura 13. Lámpara de emergencia	60
Figura 14. Altura de colocación de las señales de salvamento	62
Figura 15. Altura de colocación de las señales de salvamento	62
Figura 15. Distribución de la señalización de salvamento en la planta de producción	64
Figura 16. Compartimentación de cuartos eléctricos	65
Figura 17. Escaleras vistas superior y lateral.....	66
Figura 18. Sprinklers	70
Fuente: Botta, 2011.....	70
Figura 19. Ubicación de estaciones manuales en la planta de producción.....	71

I. INTRODUCCIÓN

A. Identificación de la empresa

Agrep Forestal S.A., es una empresa nacional pionera en la producción de biomasa y derivados de madera. El presente estudio se desarrolló específicamente en la planta de producción de Agrep Forestal S.A., en Muelle de San Carlos.

1. Misión y visión

Misión

“Impulsar la descarbonización de la economía y la energía renovable en la región, mediante el posicionamiento de nuestros productos y servicios ecológicos, utilizando principalmente residuos y subproductos de diversas actividades” (Plan Estratégico Agrep Forestal S.A., 2019) .

Visión

“Ser la empresa líder en la producción de cama animal ecológica para mascotas en Centroamérica y el Caribe, manteniendo el liderazgo en la producción de biomasa para energía renovable en Costa Rica” (Plan Estratégico Agrep Forestal S.A., 2019) .

2. Antecedentes históricos

La empresa fue fundada en el año 2010, bajo las acciones de dos socios inversionistas, quienes conocieron el proceso de pelletizado en el exterior. Las operaciones en la planta iniciaron en diciembre de ese mismo año, tanto en la parte administrativa como en la de producción (Fernández, 2018) .

La demanda del producto ha tenido una pronunciada creciente a través de los años, ya que se incursionó en nuevos mercados internacionales. En un inicio la producción era cercana a las 100 ton/mes y en la actualidad el consumo llega hasta los 1200 ton/mes, lo que ha generado en los socios un interés de inversión en maquinaria y capital humano para lograr alcanzar los volúmenes de producción requeridos.

Se estima que Agrep Forestal S.A., le brinda tratamiento responsable a 4000 toneladas de desechos de madera anuales, los cuales podrían terminar siendo escombros en lotes baldíos y ríos, este material generalmente proveniente de aserraderos, actividades agrícolas, construcciones y empresas dedicadas a la producción de madera en la región Huetar Norte y Huetar Atlántico (Fernández, 2018) .

3. Ubicación

La empresa Agrep Forestal S.A., se encuentra ubicada en el cantón de San Carlos, en el distrito de Muelle, del servicentro de Muelle 3.5 km al este. Contiguo a la empresa Tropical Paradise Fruits Co (TropiFreeze) .

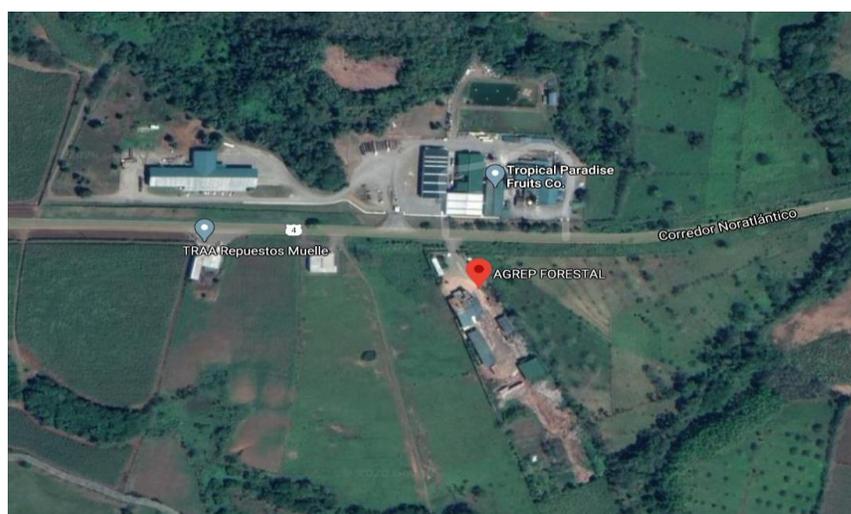


Figura 1. Ubicación geográfica de la planta

Fuente: Google Maps

4. Organigrama

El siguiente organigrama representa al orden jerárquico o niveles, en los cuales se encuentran establecidos cada uno de los departamentos y dependencias:

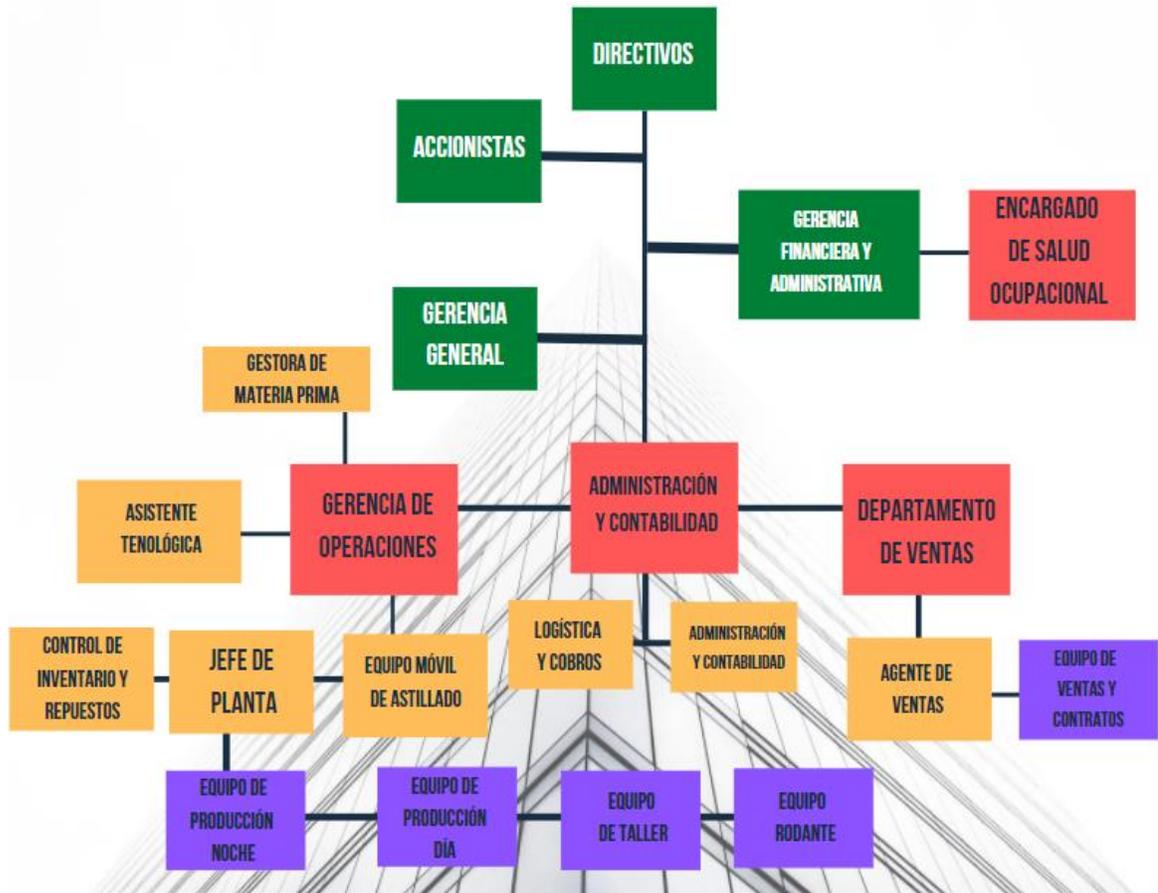


Figura 2. Organigrama de Agrep Forestal

La empresa no cuenta con encargado de salud ocupacional que vele por las buenas condiciones laborales, dicha responsabilidad recae sobre las gerencias. La gerencia financiera se encarga de la asignación presupuestaria, la gerencia general se encarga de la tramitología con entidades gubernamentales y fiscalización de los procesos de auditoría interna, la gestora de calidad se encarga de brindar asistencia a las gerencias y también se encarga de la programación de las acciones de mejora.

Por último, el gerente de operaciones se encarga de las inspecciones para determinar las acciones de mejora para garantizar la seguridad de los ocupantes y la integridad de la estructura.

5. Cantidad de empleados

Actualmente laboran 23 colaboradores de los cuales 21 son hombres y 2 son mujeres. La población en las instalaciones es relativamente mixta en cuanto a edad, contempla un rango de edades entre los 22 y 51 años. El proyecto se enfocó en 6 colaboradores de la planta de producción los cuales ejecutan tareas de supervisión de planta y operarios de equipos, dichos colaboradores laboran en la jornada diurna de 7 am a 5 pm y en la jornada nocturna de 7 pm a 5 am. Además de momento no laboran colaboradores que necesiten adaptaciones especiales para el desarrollo del trabajo, bajo el marco de la Ley 7600, en la planta de producción. Esto debido al riesgo alto que representa el proceso de producción de Pellets.

6. Mercado

La empresa impacta directamente en el mercado de los biocombustibles, siendo la primera compañía a nivel nacional dedicada a la gestión de residuos madereros para la producción de pellets. Se cuenta con una amplia cartera de clientes los cuales van desde hoteles, industrias de mano factura, instituciones públicas y empresas del sector construcción.

Se tiene en estudio el desarrollo de nuevos productos a corto plazo, siempre siguiendo la línea amigable con el ambiente, por lo que no se descarta la posibilidad de añadir a nuevos clientes tanto a nivel nacional como internacional.

7. Proceso productivo y productos

En primera instancia se deposita la madera en el chipper para ser triturada, como resultado se obtiene un chip de madera de consistencia sólida y astillosa, con una humedad relativa cercana al 60 %, sin embargo, esto puede variar dependiendo de las condiciones meteorológicas de cada época del año.

Posteriormente se busca formar un cilindro uniforme con una longitud de 6 cm aproximadamente y con una humedad relativa cercana al 10 %. Por último la madera pasa por los procesos de pelletizado y molinado. La formación de este producto requiere un involucramiento calórico cercano a los 18,5 MJ/kg (ver anexo 8) .

B. Planteamiento del problema

A raíz de dos eventos de incendio presentados en el área de producción el 28 de abril y el 9 de mayo del 2020, la gerencia general toma la decisión de realizar inspecciones diarias en la planta de producción a cargo del ingeniero en Mantenimiento Industrial por un periodo de 10 días. Como resultado de estas inspecciones, se estableció la creación de un registro de control de conatos de incendios presentados en el área de producción, partiendo del mes de mayo del 2020, con el cual se determinó que en promedio se presentan dos conatos de incendios diarios en el sector de hornos.

Asimismo, en dichas inspecciones se evidenció un incumplimiento del marco normativo establecido por la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA, por sus siglas en inglés) y el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios, en cuanto a las condiciones y requerimientos establecidos para las instalaciones, tales como medios de egreso, pasillos, escaleras, señalamiento y elementos de seguridad pasiva y activa contra incendios.

Este incumplimiento normativo eleva el riesgo de que se genere un siniestro de incendio y representa una tolerancia baja ante este tipo de riesgo, ya que la empresa depende de una cadena de procesos para dar valor a los residuos de madera y por mínima que sea la afectación por las llamas, se requiere una paralización total de la operación. Además, existen contratos con clientes que obligan a la entrega del biocombustible en un periodo de tiempo determinado.

C. Justificación del proyecto

Agrep Forestal S.A., es una empresa nacional dedicada al procesamiento de diferentes tipos maderas para la producción de material biocombustible o Pellets. La producción de Pellets de madera conlleva toda una cadena de procesos. Al triturar la madera se genera material particulado, esto representa un problema, puesto que el polvo se deposita en techos, pisos y paredes; y no se cuenta con protocolos de limpieza, lo que potencializa el riesgo de generación de conatos de incendios.

Según el último reporte emitido por Bomberos de Costa Rica en el año 2018, las estadísticas arrojaron datos preocupantes, puesto que se atendió un total de 66 878 emergencias relacionadas con incendios, de las cuales 14 siniestros se presentaron a nivel industrial. Estos siniestros derivaron en el deceso de 30 personas, la principal causante de estas emergencias fue el fallo en los sistemas eléctricos (Bomberos de Costa Rica, 2018) . Por otro lado no se cuenta con el último estudio eléctrico de Agrep Forestal S.A., que certifique el estado actual del sistema de alimentación energética, por lo que no se conoce la condición actual de la línea de alimentación eléctrica, lo cual puede generar corto circuito y por ende conatos de incendio.

El riesgo de incendio está presente en todas las actividades comerciales, sin importar la naturaleza de éstas. En Costa Rica uno de los principales acontecimientos de incendio a nivel industrial en la última década, fue el siniestro ocurrido en la empresa Empaques Santa Ana, ubicada en el Coyol de Alajuela; la cual además es cliente de Agrep Forestal S.A. A raíz de este incendio las llamas consumieron un área total de 22.000 m², cifra que equivale a seis piscinas olímpicas con dimensiones de 50 m x 25 m x 2,7 m (La Nación, 2020) .

Contar con los elementos necesarios para la seguridad humana y la atención de la emergencia es indispensable para la prevención de un conato y para su debido control cuando se presenta un evento de incendio. En el caso de Empaques Santa Ana se requirió para la primera etapa de control del fuego, “5 millones de litros de agua, 60 bomberos y 14 vehículos entre máquinas extintoras, tanqueros, unidad de recarga de cilindros y unidades de remolque de material” (La Nación, 2020).

El costo de la emergencia de este siniestro contemplando el desplazamiento de Bomberos de Costa Rica, capital humano, máquinas extinguidores, remolcadores, transporte de material y el agua necesaria para realizar la mezcla de espuma y para sofocar las llamas, alcanzó un valor cercano a los \$ 330 000, esto sin contemplar el paro de operaciones para la atención del incendio y daños en activos esenciales (Delfino, 2020) .

La dirección de Bomberos de Costa Rica indica que la gestión de la seguridad humana contra incendios propicia que los daños y la propagación del fuego disminuyan. En Empaques Santa Ana, la lección aprendida de “este incendio es que las cargas deberían estar separadas por muros cortafuegos para interrumpir el avance de las llamas en caso de se presente un evento de incendio” (Chaves, 2020); lo cual, es un aspecto que se debe implementar en Agrep Forestal S.A.

En la industria maderera el riesgo de incendio es inminente, esto debido a los altos volúmenes de material combustible que se almacena. En Agrep Forestal S.A., se presentan en promedio dos conatos de incendios a diarios, estos derivan directamente de actividades de mantenimiento en la planta o por las chispas que salen de los hornos y que fácilmente logran alcanzar el material depositado en pisos y paredes, según lo indica el registro de conatos de incendios, el cual inició partir del mes de mayo del 2020.

De los siniestros ocurridos a nivel industrial Bomberos de Costa Rica reporta diferentes situaciones que dieron origen a las llamas; no obstante, la principal fuente de ignición de estos incendios fue la realización de trabajos de mantenimiento, específicamente en corte y soldadura. Las estadísticas de Bomberos de Costa Rica (2017) indican que “al cierre del año 2014, los trabajos de mantenimiento, específicamente en corte y soldadura, se ubicaron como la sexta fuente de generación de siniestros de incendio. Sin embargo, a marzo del 2016, ese factor alcanzó la segunda posición, superado solo por el fallo en los sistemas eléctricos”.

En el año 2017 en Estados Unidos se reportaron 4 630 eventos de incendios, los cuales se originaron a partir de trabajos en caliente con corte y soldadura, generando muertes, lesiones y pérdidas de propiedades por un costo aproximado de \$ 360 000 000. Al cumplir con prácticas seguras para trabajos en calientes, estos incendios pueden prevenirse; sin embargo, es necesario identificar y evaluar los riesgos para ejecutar la tarea de manera segura (NFPA LA, 2021).

Al presentarse una emergencia de incendio se deben ejecutar una serie de acciones para limitar las consecuencias, tales como “evacuar, intentar la extinción de las llamas por medios propios o comunicar la emergencia al cuerpo de bomberos. Una de las claves del éxito de dichas acciones es tener presente que cualquier decisión que se tome implica un tiempo de retardo y el control de las llamas se hará cada vez más difícil” (NTP 45, 2017) .

Los costos de una emergencia de incendio son incalculables, pues éste impacta directamente sobre vidas humanas y el medio ambiente, lo cual generalmente es irrecuperable a diferencia de elementos materiales (Trávez, 2012) . Es por esta razón que el profesional en salud ocupacional enfatiza en que la prevención y preparación para la atención de la emergencia es imprescindible, y les brinda a las industrias un elemento diferenciador a favor del control del evento y reducción de costos de la emergencia (Velázquez, 2017) .

El establecimiento de mejoras en las condiciones de seguridad humana contra incendios en Agrep Forestal S.A., se fundamenta en salvaguardar la integridad de los colaboradores, visitantes, activos y medio ambiente. Además, es parte del cumplimiento de las disposiciones legales a nivel nacional y requisito para la obtención de los permisos para exportar biocombustibles a México, El Salvador y Guatemala, mercados en los cuales Agrep Forestal S.A, espera incursionar antes del finalizar primer semestre del año 2021.

D. Objetivos

1. Objetivo General

Determinar los requerimientos para la formulación de un programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en la planta de producción de la empresa Agrep Forestal S.A., en Muelle de San Carlos.

2. Objetivos específicos

- Analizar la gestión actual de la seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.
- Evaluar las condiciones de vulnerabilidad en seguridad humana contra incendios de la planta de producción de Agrep Forestal S.A., según las regulaciones establecidas por la NFPA y el Manual de Disposiciones Técnicas Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios.
- Diseñar un programa de seguridad humana contra incendios el cual contemple los procedimientos, controles ingenieriles y administrativos para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.

E. Alcance y limitaciones

1. Alcance

Este trabajo tuvo como propósito evaluar las condiciones referente a la seguridad humana contra incendios en la empresa Agrep Forestal S.A. Posterior a la evaluación se determinan los requerimientos y lineamientos necesarios para la prevención de eventos de incendio, protección humana y seguridad de los ocupantes, según los requerimientos establecidos por las normativas por la NFPA 101, 10, 13, 20, 25, Manual de disposiciones técnicas de Bomberos de Costa Rica (2013) y el decreto 26532- MEIC, los cuales se encontraban vigentes al momento de desarrollar este proyecto.

La propuesta de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios aplica específicamente al área de producción de la empresa Agrep Forestal S.A., área en la cual laboran 6 colaboradores. Por lo que, para ser implementada en los otros departamentos de la empresa se debe realizar previamente una revisión de la viabilidad y compatibilidad de las tareas y condiciones por parte de un profesional de la Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

El presente estudio se enfoca específicamente en las secciones de la NFPA y el Manual de Disposiciones Técnicas Sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica, que establecen los requerimientos para una ocupación de tipo industrial de riesgo elevado.

En cuanto a la iluminación de la planta de producción localizada y de emergencias de la planta de producción, no se aplicaron mediciones de incidencia de la luz sobre planos de trabajo, superficies tránsito o rutas de escape, ya que se cuenta con un mantenimiento correctivo programado mediante el cual se realizará un cambio total de las luminarias, por lo que la empresa que se contrató realizará las mediciones respectivas y la simulación en DIALux

2. Limitaciones

Al momento de realizar el proyecto no se contaba con los datos de mediciones de las luminarias del contratista. En cuanto a la luminaria de emergencia se tomó como referencia el valor teórico indicado en la normativa NFPA 101.

II. MARCO CONCEPTUAL

A través de la historia la forma en las que se realiza el trabajo ha sufrido numerosos cambios, adaptándose a las herramientas, sistemas y tecnologías disponibles. Estos cambios generan que las condiciones o entornos de trabajo también varíen, surgiendo nuevos riesgos como el de incendio, que pone en vulnerabilidad tanto la integridad física de las personas, como el recurso material y la continuidad del negocio (Deloitte, 2018) .

El riesgo es una condición estacionaria y su impacto dependerá del nivel al que se esté expuesto y no directamente del peligro, puesto que éste deriva de la acción que se realice sobre la condición estacionaria y no propiamente de esta condición. Desde la gerencia de riesgos se conceptualiza a este como el “efecto de la incertidumbre sobre los objetivos” (ISO 31000, 2018) .

En Costa Rica, el análisis de seguridad humana contra incendios se realiza por medio de la aplicación de los requerimientos la norma NFPA 101, Código de Seguridad Humana (Bomberos de Costa Rica, 2013) . Las disposiciones técnicas de la normativa NFPA adoptadas por Costa Rica, son de acatamiento y aplicación obligatoria en todo proyecto, edificación existente o cualquier lugar destinado a la ocupación de personas, sea ésta temporal o permanente (Reglamento General sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, 2013) .

Existen diferentes métodos para salvaguardar de forma integral la vida de las personas y los activos empresariales en caso de un incendio. Estos controles van desde estrategias de operación mediante la administración de la emergencia, hasta sistemas de soporte y combate contra incendios, como lo son la protección pasiva y activa. La protección pasiva contra incendios contempla una “serie de estrategias que puedan limitar el colapso de una edificación o parte de ella” (Fallas, 2019).

El comportamiento y desempeño de un material con propiedades estructurales ignífugas expuesto al fuego, depende en parte de las características térmicas, mecánicas y propiedades de deformaciones de sus materiales constituyentes. Los métodos de cálculo y las técnicas de modelado numérico para predecir el proceso de deterioro dependen de la temperatura a la que se exponen los componentes de la edificación. Estos métodos han evolucionado rápidamente en los últimos años; sin embargo, la generación de datos sobre las

propiedades de los materiales a temperaturas elevadas no va de la mano en el proceso (Venkatesh & Nazer, 2020). La protección pasiva contempla la resistencia de las estructuras, sellado de penetrante, compartimentación con propiedades ignífugas y precipitación de agua mediante el uso de rociadores, estos ayudan a evitar que el fuego pueda propagarse entre aposentos, lo cual facilita la extinción y control de las llamas (Montoya, 2013).

Por otro lado, se tiene la protección activa contra incendios que contempla un conjunto de equipos, sistemas y medios, que trabajan de forma integral para brindar la protección necesaria a la estructura y al usuario. Dentro de la protección activa contra incendios se contemplan los “sistemas automáticos de detección de rangos de partículas y temperatura de aire, agentes extintores cómo: agua, gases, espumas, polvo químico” (Universidad de Chile, 2009) . Estos elementos deben ser contemplados en el diseño y construcción de todo proyecto de obra civil, destinada para la ocupación de personas de manera temporal o permanente, ya sean edificaciones nuevas o remodelaciones.

La gestión de riesgos contra incendio por su parte “tiene como objetivo identificar los factores que afectan a la seguridad humana y evaluar las condiciones de protección contra incendio en establecimientos públicos, privados, centros de eventos y proyectos de construcción, con el fin de generar medidas de prevención y reducción del riesgo, de acuerdo con la normatividad vigente” (Bomberos de Cali, 2020) .



Figura 3. Ciclo de Gestión del Riesgo

Fuente: ISO 31000, 2018.

Al contemplar los elementos necesarios para garantizar una buena base para la gestión integral del riesgo, se obtiene como resultado “sociedades más resilientes, cuyos índices de vulnerabilidad sean disminuidos y cuya adaptabilidad aumente ante la exposición cada vez mayor a condiciones inestables” (Alcántara, 2019) .

El compromiso de la gerencia es fundamental para el adecuado funcionamiento del programa de mejora de las condiciones de seguridad contra incendios. Una vez que los riesgos de la locación han sido identificados y evaluados; se proporcionan sistemas de protección “contra incendios para contrarrestar el impacto de este riesgo, los elementos de protección deben manejarse consistentemente” (Vives, 2016) . “Para ello es necesario contar con un sistema de gestión de la seguridad humana con el fin de velar por la aplicación de los criterios, normas y procedimientos pertinentes en materia de seguridad humana” (Vives, 2016) .

Se debe tomar en cuenta que es imposible brindar un control ingenieril para todas las situaciones de incendio que puedan presentarse, ya sea por cuestiones de factibilidad económica u otras. Sin embargo, existe una tolerancia aceptable al riesgo. La aceptabilidad de este se considera correcta “cuando el riesgo de incendio existente no sobrepasa el nivel de riesgo que se considera como aceptable. Este riesgo aceptable se corresponde con los objetivos de protección definidos” (Universidad de Almería, 2020) .

Al contar con un análisis de la vulnerabilidad de seguridad humana contra incendios, se permite garantizar mediante acciones, un mayor grado de resiliencia para la empresa. La resiliencia se considera como “la habilidad emocional, cognitiva y sociocultural para reconocer, enfrentar y transformar constructivamente situaciones que causan daño, sufrimiento, o amenazan el desarrollo” (UNAM, 2017) .

Lo anterior es necesario para la prevención de incendios, ya que la producción de pellets presenta un escenario de riesgo constante, ya que es necesario involucrar un aporte calorífico considerable. La cadena de procesos incluye el uso de hornos directos para secar la madera, por lo que el riesgo de incendio es inminente. En el mes de setiembre del año 2020, se presentó un incendio en una planta procesadora de pellets para uso doméstico, en Los Ángeles, California.

Durante ese evento de incendio “no se presentaron fuertes llamaradas; sin embargo, la quema del aserrín destinado a la fabricación de pellets generó una nube de humo considerable y dañó de manera importante el galpón de la fábrica, cabe indicar que las pérdidas a raíz del incendio son millonarias” (Canario, 2020) .

En España el uso de pellets para la calefacción es común, por lo que existen empresas productoras de este biocombustible en todo el país. El año 2016, en la ciudad de Andalucía, España, se presentó un incendio de gran magnitud en una fábrica productora de pellets en el centro de la ciudad.

Como consecuencia de las llamas se “destruyó parte de la fábrica y generó la quiebra de otra empresa proveedora de materia prima” (Terrán, 2020) . La situación agravante en este siniestro fue no contar con los medios de extinción de incendios suficientes para controlar las llamas.

Además, a finales del año 2019, debido a otro evento de incendio, se dio la quiebra de la empresa Maderas Venturelli, quien era proveedor de materia prima (aserrín) . Posteriormente, un incendio afectó la cadena de producción de la empresa Traiguén Energy. “Como consecuencia se produjo una merma en la producción nacional de pellets de dos mil toneladas” (Terrán, 2020) . Esto demuestra que los eventos de incendio en plantas de producción de pellets se han convertido en una actividad rutinaria con la que tiene que luchar el cuerpo de Bomberos de España.

Todo evento de incendio representa pérdidas económicas para la compañía. Es por eso que, en la búsqueda de la reducción de este flujo económico perdido, se establecen lineamientos para la continuidad del negocio. Estos lineamientos buscan garantizar la sostenibilidad de las actividades, cumplir con las obligaciones contractuales con los diferentes clientes y trabajadores, reduciendo así cualquier pérdida o sanción que se pueda presentar por la falta de operación (ECR, 2017) .

Además, la gestión de las pérdidas que un desastre puede causar al negocio tiene como “objetivo principal de cualquier programa con orientación a la continuidad de éste, garantizar que ésta dispone de una respuesta planificada ante cualquier trastorno importante que puede poner en peligro su supervivencia” o continuidad (Zúñiga, 2015) .

La gestión de continuidad del negocio según INTE/ISO 22301:2015, permite “protegerse, reducir la posibilidad de ocurrencia, prepararse, responder y recuperarse de los incidentes disruptivos cuando ocurran” (Valverde, 2018) . Lo cual aumenta el grado de resiliencia del negocio.

Todos estos elementos antes mencionados se integran al plan de preparación y respuesta ante emergencias, el cual es una herramienta que ayuda a definir un esquema de acción y además contribuye con “la reducción de la vulnerabilidad y la amenaza, así como el impacto negativo que tienen los desastres en los centros laborales y de ocupación pública, a nivel de salud de las personas y de los bienes y servicios; bajo el principio que la gestión del riesgo es una responsabilidad inherente de todo estado y de la sociedad costarricense” (CNE, 2015) .

III. METODOLOGÍA

A. Tipo de Investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un modelo de investigación descriptivo, ya que buscó integrar una serie de características y requerimientos establecidos por la NFPA 101 y normativa vigente aplicable adoptada por el estado costarricense bajo el marco Bomberos de Costa Rica, los cuales deben ser tomados en cuenta a la hora de analizar la vulnerabilidad en seguridad humana contra incendios (UNE, 2012) .

Además, es una investigación de tipo aplicada, ya que determina hallazgos tecnológicos bajo un modelo de investigación científica, enlazando lo postulado en la teoría con práctica, principalmente en el proceso de transformación de la materia para generar un valor agregado en el proceso (UNE, 2012) .

B. Fuentes de información

Primarias:

- **Consultas en proyectos de graduación del Instituto Tecnológico de Costa Rica.**

1. Autora: Alexa Vives Camacho, 2016.

Tema: Propuesta de Programa de Seguridad Humana ante incendio en el estacionamiento del condominio Mall San Pedro.

2. Autor: Alonso Camacho Piedra, 2019.

Tema: Propuesta de programa para la mejora de las condiciones en seguridad humana contra incendios y accesibilidad para las residencias estudiantiles del Campus Tecnológico Local San Carlos.

3. Autores: María José Coto Valverde y Jorge Marcelo Quirós Núñez, 2021.

Tema: 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.

4. Autora: Fiorella López Cordero, 2021.

Tema: 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.

Entrevistas estructuradas a especialistas

1. Sara María Arce Guzmán – Ing. En Construcción, consultora externa.
2. Abraham Guillén Martínez- Lic. En Psicopedagogía y Especialista en Salud Ocupacional, consultor externo.

Normativa

- a. NFPA 13: Instalación de sistemas de rociadores.
 - b. NFPA 10: Norma para extintores portátiles, edición 2018.
 - c. NFPA 20: Norma para instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios.
 - d. NFPA 25: Norma para extinción, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios, 2020.
 - e. NFPA 101: Código de seguridad humana.
 - f. Manual de Disposiciones Técnicas Sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica.
- **Secundarias:**
 - Revista NFPA, Latinoamérica.
 - **Terciarias:**
 - Base de datos de la Biblioteca José Figueres Ferrer.
- g. Población y muestra

La selección de la muestra es no probabilística y a conveniencia, ya que se selecciona a los 6 colaboradores de la planta de producción, lo cual representa un 100 % del total de la muestra (Otzen & Manterola, 2017). Las herramientas diseñadas para la recolección de los datos se aplicaron a colaboradores del área de gerencias y planta de producción. Además, se ejecutaron entrevistas estructuradas a consultores externos especialista en ingeniería en construcción y en salud ocupacional.

El siguiente cuadro detalla las herramientas aplicadas, los indicadores evaluados, población y muestra en estudio

Cuadro 1. Población y muestra

Herramienta	Indicador	Población	Tipo de muestra
Cuestionario de comprobación de conocimiento en manejo y extinción de incendios	Grado de conocimiento en manejo y extinción de incendios	- Colaboradores de la planta de producción - 6 colaboradores	Se toma el total de colaboradores de la planta de producción
Lista de verificación del proceso de documentación y notificación de emergencia de incendio	Porcentaje de cumplimiento en los 6 pasos del proceso de notificación y documentación de la emergencia de incendio	- Colaborador encargado del turno (diurno/nocturno) - 2 colaboradores	No probabilística, seleccionada a conveniencia, involucra a todos los colaboradores de la planta de producción
Lista de verificación del cumplimiento de los requerimientos de seguridad humana contra incendios establecidos por la NFPA 101	Porcentaje de cumplimiento del requerimiento de seguridad humana contra incendios	- Área de secado - Área de chippeado - Área de pelletizado - Cuartos eléctricos - Mezanine (sección perteneciente al primer piso de la planta)	No probabilística, seleccionada a conveniencia, se aplica en la planta de producción
Entrevistas estructuradas	Nivel de cumplimiento en la validación de los controles de ingeniería propuestos	- Ing. Sara Guzmán Arce, ingeniera en Construcción - Lic. Abraham Guillén Martínez, Psicopedagogo y especialista en Salud Ocupacional.	No probabilística, seleccionada a conveniencia, se aplica la entrevista estructurada a la especialista en construcción y al inspector de salud ocupacional
Matriz de inspección de extintores	Porcentaje de cumplimiento de los requerimientos de inspección de extintores establecidos por la NFPA 10	- Área de secado. - Área de chippeado. - Área de pelletizado. - Cuartos eléctricos. - Mezanine perteneciente al primer nivel.	No probabilística, seleccionada a conveniencia, se aplica en la planta de producción

Lista de verificación del cumplimiento del procedimiento establecido para la ejecución del proceso de auditoría en seguridad humana contra incendios	Porcentaje de cumplimiento del procedimiento establecido para la ejecución del proceso de auditoría en seguridad humana contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> - Gestora de calidad. - Gerente General. - Jefe de planta. (turno diurno y nocturno)	No probabilística, seleccionada a conveniencia, se aplica a los altos mandos encargados del proceso de auditoría en seguridad humana contra incendios
Guía de recomendaciones para capacitaciones	Nota ponderada en base a 100 %, debido a que la empresa se encuentra certificada con Esencial Costa Rica todas las capacitaciones deben evaluarse con pruebas de conocimiento con las características mencionadas anteriormente	<ul style="list-style-type: none"> - Colaboradores de la planta de producción - Gestora de calidad - Gerencias - Administrativos 	No probabilística, seleccionada según la necesidad de formación
Lista de validación de la trazabilidad del proceso de auditoría en seguridad humana contra incendios	Porcentaje de cumplimiento de los indicadores de auditoría en seguridad humana contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> - Gerencias - Gestora de calidad 	No probabilística, seleccionada según la necesidad

h. Operacionalización de variables

Los siguientes recuadros muestran a manera de resumen la forma en la que operan las variables del proyecto.

Cuadro 2. Operacionalización de las variables del objetivo específico 1

Objetivo	Variables	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
<p>Analizar la gestión actual de la seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.</p>	<p>Gestión de la seguridad humana contra incendios</p>	<p>La gestión de la seguridad humana contra incendios establece un esquema de abordaje que incluye la estructura organizacional, administrativa y operacional, para el manejo, planificación, ejecución y control de las situaciones seguridad humana contra incendios. Además, establece las responsabilidades, responsables y procedimientos para gestión de la seguridad humana contra incendios.</p>	<p>Porcentaje de cumplimiento de criterios gestión de la seguridad humana contra incendios basado en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>	<p>Tabla de verificación de cumplimiento de los requisitos para la gestión de la seguridad humana contra incendios basada en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>
			<p>Nivel de conocimiento en combate contra incendios para garantizar la seguridad humana contra incendios basado en el plan de emergencias interno.</p>	<p>Cuestionario de comprobación de conocimiento en manejo y extinción de incendios según el plan de emergencias interno.</p>
			<p>Nivel de cumplimiento en la trazabilidad de la aplicación de auditorías en seguridad humana contra incendios basada en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>	<p>Lista de verificación de auditoría en seguridad humana contra incendios basada en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>
			<p>Frecuencia de actualización del plan de emergencia en el apartado de incendios para el año 2020.</p>	<p>Bitácora de registro de actualizaciones del plan de preparación y respuesta ante emergencias para el año 2020.</p>
			<p>Porcentaje de cumplimiento del proceso de auditoría y seguimiento en seguridad humana contra incendios basado en la NFPA 101 y en</p>	<p>Lista de verificación del cumplimiento la trazabilidad del proceso de auditoría y seguimiento en seguridad humana contra incendios basado en la NFPA 101 y</p>

			el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).	en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).
			Factor de escasez o determinante del 20 % de las variables estudiadas que afectan al 80 % del proceso, es decir los factores triviales que afectan a los pocos vitales.	Diagrama de Pareto acerca de la gestión de la seguridad humana contra incendios.

Cuadro 3. Operacionalización de las variables del objetivo específico 2

Objetivo	Variables	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
<p>Evaluar las condiciones de vulnerabilidad en seguridad humana contra incendios de la planta de producción de Agrep Forestal S.A., según las regulaciones establecidas por la NFPA y el Manual de Disposiciones Técnicas Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios.</p>	<p>Condiciones actuales de vulnerabilidad en seguridad humana contra incendios</p>	<p>Requerimientos normativos y técnicos necesarios en la edificación para garantizar la seguridad humana de los ocupantes ante un evento de incendio</p>	<p>Porcentaje de cumplimiento en requerimientos de protección pasiva en medios de egreso basado en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>	<p>Lista de verificación de los requerimientos en protección pasiva contra incendios en medios de egreso basada en NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013) para actividades industriales de riesgo elevado.</p>
			<p>Porcentaje de cumplimiento de requerimientos de sistemas de protección activa en extinción de incendios basado en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>	<p>Lista de verificación de requerimientos en protección activa contra incendios en medios de egreso basada en NFPA 101 para actividades industriales de riesgo elevado.</p>
			<p>Porcentaje de cumplimiento en distancias de recorrido, cantidad mínima de medios de egreso y distancia entre salidas basado en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>	<p>Lista de verificación de distancias de recorrido, y cantidad mínima de medios de egreso basado en la NFPA 101 y en el manual de disposiciones técnicas generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013).</p>

			Porcentaje de cumplimiento en protocolo de orden y aseo basada en la NTP 481.	Lista de verificación del cumplimiento del protocolo de orden y aseo en la planta de producción basada en la NTP 481.
			Porcentaje de cumplimiento de requerimientos para estructurales de la edificación.	Matriz de cumplimiento de requerimientos para estructurales de la edificación basada en NFPA 101.
			Porcentaje de cumplimiento en inspección de extintores basado en la NFPA 10.	Matriz de inspección de extintores basada en la NFPA 10.
			Porcentaje de cumplimiento en señalización de salvamento.	Lista de verificación para señalización de salvamento basada en INTE T3:2016/Enm1:2018
			Nivel de cumplimiento en sistemas de detección de incendios y alarma.	Lista de verificación de cumplimiento de requisitos de detección de incendios y alarma basada en la NFPA 101.
			Porcentaje de cumplimiento de las condiciones de seguridad humana contra incendios en contraste con dos empresas líderes en seguridad humana contra incendios	<i>Benchmarking</i> de las condiciones de seguridad humana contra incendios en el centro de trabajo

Cuadro 4. Operacionalización de las variables del objetivo específico 3.

Objetivo	Variables	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
<p>Diseñar un programa de seguridad humana contra incendios el cual contemple los procedimientos, controles ingenieriles y administrativos para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.</p>	<p>Lineamientos establecidos por la NFPA 101 y el Manual de disposiciones técnicas de Bomberos para la formulación del programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal.</p>	<p>Documento sistemático que contiene un conjunto de mejoras, herramientas, controles administrativos, controles ingenieriles, responsables y responsabilidades para la gestión de la seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.</p>	<p>Cantidad de requerimientos a nivel estructural en seguridad activa y pasiva contra incendios implementados en la plata de producción.</p>	<p>Lista de verificación de requerimientos de seguridad activa y pasiva contra incendios basado en la NFPA 101 para ocupación de tipo industrial de riesgo elevado.</p>
			<p>Nivel de desempeño de las propuestas establecidas.</p>	<p>Lista de verificación de contraste con los requerimientos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo (INTE-T29:2016) .</p>
			<p>Cumplimiento en cuanto al desempeño de las propuestas establecidas. Cumplimiento respecto al involucramiento de los interesados del programa. Cumplimiento de los requerimientos técnicos, económicos, culturales, salud, seguridad y ambiente de las propuestas formuladas.</p>	<p>Matriz multicriterio del programa de seguridad humana contra incendios.</p>

h. Descripción de los instrumentos

Objetivo específico 1

1 – Tabla de verificación de cumplimiento de los requerimientos de seguridad humana contra incendios establecidos por la NFPA 101.

Instrumento empleado para la recolección de información y determinación del cumplimiento de los requerimientos establecidos por la normativa NFPA 101, en cuanto a seguridad humana contra incendios para actividades industriales de alto riesgo (ver apéndice 4) .

2 - Cuestionario de comprobación de conocimiento de manejo y extinción de incendios.

Herramienta diseñada para la verificación del nivel de conocimiento y actuación por parte de los colaboradores de la planta de producción en cuanto al manejo de la emergencia de incendio y extinción de las llamas (ver apéndice 6).

3- Lista de verificación de cumplimiento de la trazabilidad del proceso de auditoría y seguimiento en seguridad humana contra incendios

Se genera una lista de verificación para la validación de la trazabilidad en la ejecución del proceso de auditoría y seguimiento, según lo establece el procedimiento formulado (ver apéndice 7).

4 – Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una herramienta estadística empleada para determinar el factor crítico que impide cumplir con los requerimientos normativos y legales en cuanto a la gestión de la seguridad humana. Este diagrama indica que, si se ataca a la condición más crítica, la cual representa un 20 % del total del análisis, se solventa la problemática del 80 % restante de los factores analizados, es una relación 80/20. Para el desarrollo del diagrama se utilizó como apoyo la herramienta estadística Minitab.

Objetivo específico 2

1- Lista de verificación de distancias de recorrido y cantidad de medios de egreso.

Este instrumento busca determinar el nivel de cumplimiento en cuantos a la distancia máxima permitida entre medios de egreso y la cantidad mínima permitida de medios de egresos.

2 - Matriz de inspección de extintores

Mediante esta herramienta se recolecta la información obtenida manejando un esquema estandarizado que permita el análisis de manera simplificada y rápida, en cuanto al cumplimiento de los requerimientos establecidos por la normativa NFPA 10, para la inspección y mantenimiento de extintores (ver apéndice 8).

3 - Lista de verificación para señalamiento de salvamento.

Esta herramienta determina el porcentaje de cumplimiento de los requerimientos en materia de señalización de salvamento en la planta de producción.

4 - Lista de verificación de los requisitos del sistema de detección y alarma

Establece los requerimientos mínimos en cuanto a detección de humo, luz estroboscópica y alarma, para garantizar que el conato de incendio se detecte oportunamente y que además la emergencia se comunique a todas las áreas de una forma efectiva.

5 - *Benchmarking* de comparación de las condiciones de seguridad humana contra incendios

Para el análisis global del cumplimiento en cuanto a los requerimientos de seguridad humana contra incendios se desarrolla un *benchmarking* funcional. Este tipo de *benchmarking* establece una comparación entre los elementos estudiados con las medidas aplicadas en una empresa líder en actividades madereras de producción de biocombustibles para llegar a los parámetros deseados en cuanto a la seguridad humana contra incendios y la gestión de esta.

Es importante tener en cuenta que este tipo de herramienta no busca superar a la competencia, si no, alcanzar el nivel deseado mediante la réplica de actuación y control, por lo no se considera como actuar antiético o ilegal. El estudio fue directo y orientado, por lo que la información que se extrae de la empresa Pelletics es justo la necesaria y confidencial.

Objetivo específico 3

1 – Cuadro comparativo de cumplimiento de la normativa aplicable

Permite comparar la información obtenida de las condiciones actuales de seguridad humana contra incendios, con los requerimientos establecidos por la NFPA 101, INTE T3:2016/Enm 1:2018 e INTE 31000: 2011 y el Manual de Disposiciones Técnicas de Bomberos de Costa Rica (2013) , en cuanto a las condiciones de seguridad humana contra incendios.

2 – Entrevistas estructuradas

Se aplican dos entrevistas para la recolección de información, verificación de requerimientos técnicos y validación de las alternativas de solución planteadas. Las entrevistas se aplicarán a Sara Arce Guzmán, experta en ingeniería de estructuras e incendios y a Abraham Guillén Martínez, especialista en salud ocupacional e inspector del Ministerio de Salud, ambas entrevistas tienen un enfoque diferente.

3 – Lista de verificación del proceso de documentación y notificación de la emergencia de incendio

Lista de verificación con los cuatro puntos básicos del proceso de documentación y notificación de la emergencia de incendio, según lo establece el procedimiento formulado.

4 – Lista de verificación del cumplimiento normativo de la alternativa de solución

Mediante esta herramienta se verifica y valida que la propuesta de alternativa de solución cumpla con todos los requerimientos establecidos por la NFPA 101, INTE T3:2016/Enm 1:2018 e INTE 31000: 2011 y el Manual de Disposiciones Técnicas de Bomberos de Costa Rica (2013) .

6 – Lista de verificación de auditoría en seguridad humana contra incendios

Esta herramienta busca determinar el nivel de cumplimiento en cuanto a los requerimientos establecidos para el control de auditorías en seguridad humana contra incendios (ver apéndice 17).

h. Plan de análisis

El plan de análisis se desarrolló en tres etapas las cuales se presentan a continuación:

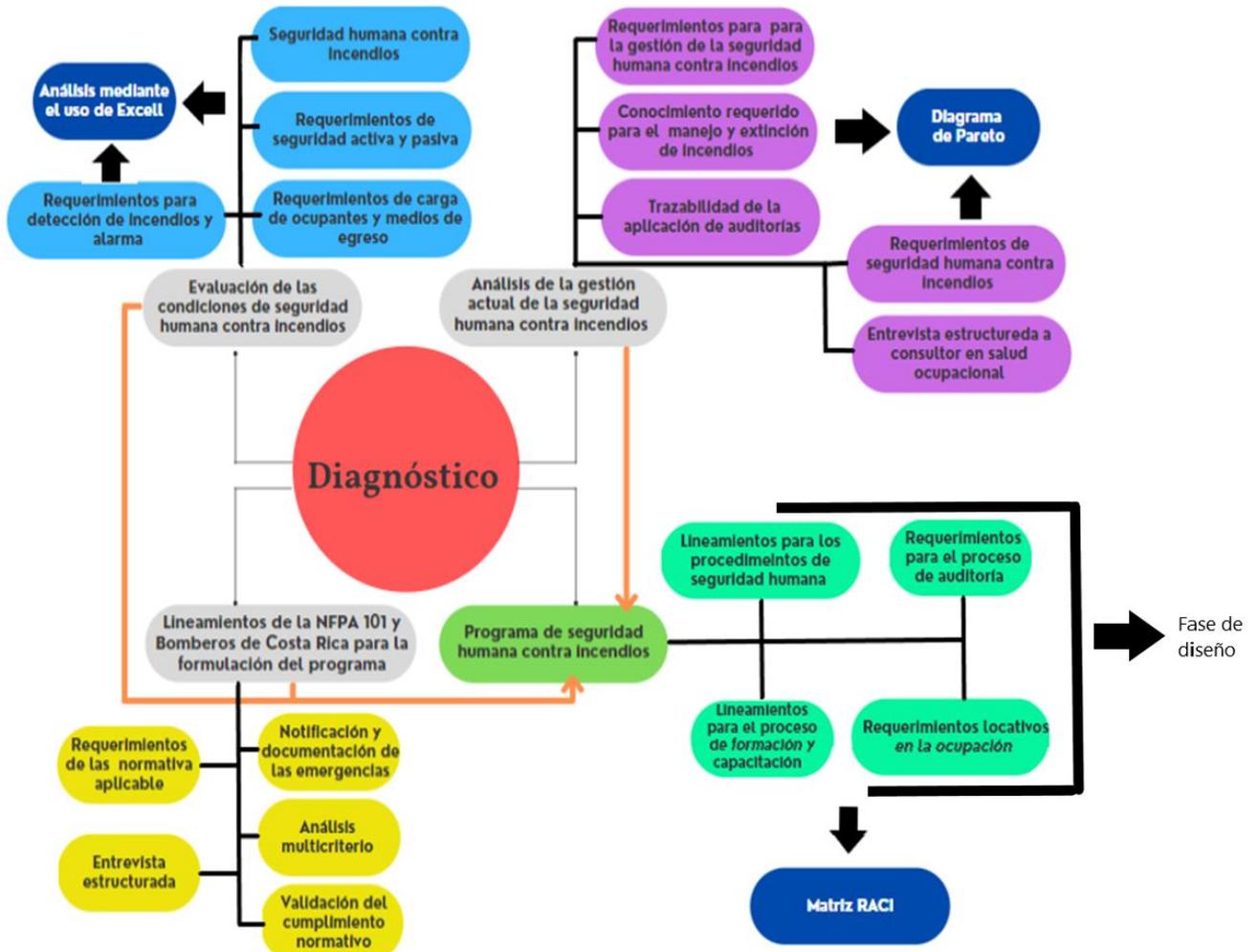


Figura 4. Plan de análisis

Análisis del objetivo específico N°1:

En la fase de diagnóstico se emplean herramientas aplicadas para la recolección y análisis de los datos. Posteriormente se determina la ruta de gestión de la seguridad humana contra incendios con la que cuenta Agrep Forestal S.A., posteriormente se realiza una comparación entre lo requerido y la situación actual de la empresa.

Mediante la aplicación de un *Benchmarking* se selecciona a una empresa líder en el mercado en cuanto a gestión de la seguridad humana contra incendios, la cual se denomina como Palletics. Esta empresa se dedica a la producción de biocombustibles a y se compara con las condiciones actuales de Agrep Forestal S.A. Esto brinda un punto análisis para determinar qué mejoras se deben aplicar en la empresa para alcanzar el nivel de gestión de la seguridad humana deseado. Se selecciona a la empresa Pelletics puesto que es la única competencia directa a nivel nacional.

Para todos los ítems evaluados que involucren porcentajes o niveles de cumplimiento en cuanto a la gestión de seguridad humana contra incendios, protección activa y pasiva contra incendios, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{c}{T} \times 100$$

En donde:

“C”, corresponde a la cantidad de ítems que se cumplen.

“T”, corresponde al total de ítems a evaluar.

Análisis del objetivo específico N°2:

Mediante la revisión normativa se determinan cuáles son los requerimientos en cuanto a seguridad humana contra incendios necesarios para una ocupación de tipo industrial de riesgo elevado. Además, con la aplicación de las herramientas de diagnóstico se determinan las condiciones actuales en cuanto a seguridad activa y pasiva contra incendios de Agrep Forestal S.A.

Posterior al análisis de la información se aplica la herramienta de *Benchmarking*, para comparar las condiciones actuales de Agrep Forestal con una empresa líder en el mercado en

cuanto a protección activa y pasiva contra incendios dedicada a la producción de biocombustibles; y así determinar las mejoras necesarias para alcanzar el nivel de protección deseado de manera ética y legal, garantizando la protección humana de los ocupantes.

Análisis del objetivo específico N°3:

Una vez determinados los requerimientos de gestión para la seguridad humana contra incendios, protección activa y protección pasiva contra incendios, se procede a formular las alternativas de solución que integrarán el programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios.

En cuanto a la gestión de la seguridad humana contra incendios, se establecen controles administrativos mediante la formulación de procedimientos para la ejecución y control de las actividades a manera de estandarizar el proceso y contar con la documentación e información necesaria para la aplicación de controles ingenieriles y auditorias en seguridad humana contra incendios.

Además, se establecen los controles y cambios de ingeniería necesarios a nivel de protección pasiva y activa contra incendios lo cual incluye compartimentación, extensión de incendios y cambios estructurales en los medios de egresos para garantizar la seguridad humana de los ocupantes de la planta de producción de Agrep Forestal S.A. Mediante una matriz multicriterio se comparan las dos alternativas de solución propuestas enfocándose en factores como políticos, económicos, sociales, culturales, ambientales, seguridad y salud para determinar cuál alternativa contiene mayores aspectos positivos a favor. Posteriormente se desarrolla la alternativa de solución propuesta y se valida.

Para la validación de los requerimientos normativos establecidos en la operación del programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios, se aplica una lista de verificación normativa para establecer si el diseño involucra o no la totalidad de requerimientos establecidos. Además se mediante entrevistas estructuradas se realiza una validación de las propuestas planteadas con una ingeniera en construcción y un especialista en salud ocupacional.

IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Agrep Forestal S.A., inicia sus operaciones en el 2010 bajo un modelo de zona de franca. En sus inicios la empresa se dedicaba únicamente a la manufactura de pellets, lo cual se mantuvo invariante por un periodo de ocho años. Hasta que la gerencia toma la decisión de diversificar la producción, según nuevas exigencias de clientes nacionales e internacionales, lanzando al mercado nuevas marcas de productos como Tropical Sparks y EcoPets.

Las instalaciones de Agrep Forestal S.A., tienen un dimensionamiento total de 2 854,11 m², de los cuales 1227 m², corresponden a área construida o destinada para la planta de producción, esto incluye el mezanine, la planta de producción, zona de carga de material, líneas de secado, cuarto eléctrico y elevadores.

La siguiente figura representa el área total evaluada de la planta de producción con sus respectivas secciones.

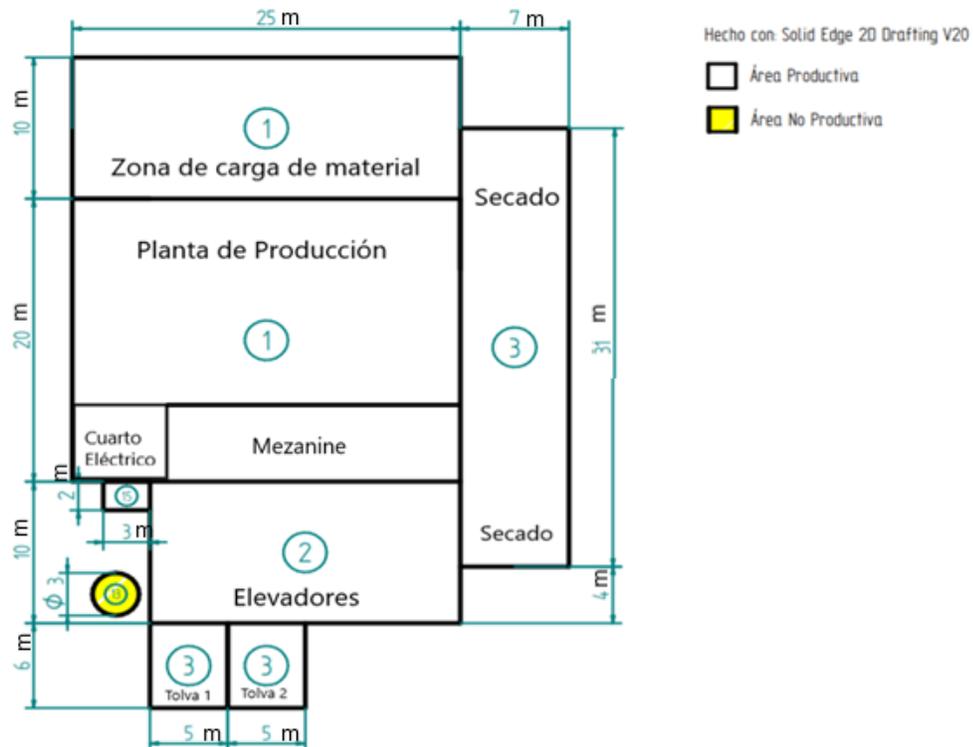


Figura 5. Plano de distribución de la planta de producción

Fuente: Fernandez, 2018

A. Condiciones estructurales

La planta de producción posee un armazón compuesto por acero en su totalidad. Se contiene un solo piso de trabajo a nivel del suelo, sin embargo, ese piso cuenta con una extensión aérea o mezanine de un nivel, armado a un 1/3 del ancho total de la planta. La estructura principal no posee paredes de concreto u hormigón que brinden mayor soporte y resistencia al exponerse a las llamas, ya que la edificación cuenta con un revestimiento de láminas de zinc en la totalidad del perímetro como sustituto de paredes, reforzado con un cerramiento de acero con malla galvanizada tipo v.

Cabe destacar que la edificación fue construida hace más de 10 años, por lo que no se cumple con los requerimientos mínimos de seguridad humana contra incendios indicados por la NFPA 101 y el Manual de Disposiciones Técnicas de Bomberos de Costa Rica. Todos estos requerimientos en cuanto a seguridad humana contra incendios son de aplicación obligatoria a partir del año 2005 y al ser la construcción de la estructura anterior a esa fecha no cumple con los requerimientos de NFPA 101.

En cuanto a las condiciones actuales de seguridad humana contra incendios, existen impedimentos para evacuar de forma segura desde puntos como el segundo y tercer nivel del mezanine, tolvas y tubos ascensores de material. Las condiciones de la escalera de acceso y elementos de protección pasiva contra incendios del mezanine no cumplen con los requerimientos de la NFPA 101 y el Manual de disposiciones técnicas de Bomberos, poniendo en riesgo la vida de los colaboradores, esto debido al tamaño de la huella, contrahuella y resistencia al calor.

El mezanine se considera como una extensión del primer piso, ya que no supera 1/3 del tamaño total del aposento en el que se encuentra instalado según la NFPA 101 en el apartado 8.6.10.2.1, además este se encuentra ubicado contiguo al cuarto eléctrico. Los dos niveles de mezanine se conectan con el primer nivel mediante una escalera de una sola pieza recta, la cual posee 18 peldaños en cada nivel de forma consecutiva. El Reglamento de construcción de Costa Rica y la normativa NFPA 101 apartado 24.2.5.1, indican que por cada 12 huellas en la escalera debe existir una zona de descanso con un largo mínimo de un 1 m y 0.91 m de ancho, aspecto que no se cumple.

En el caso del primer nivel del mezanine cada peldaño tiene un ancho de 0.75 m, las huellas de la escalera de acceso al mezanine tienen una medida de 15 cm, mientras que la contrahuella tiene una altura de 22 cm . Sin embargo, la normativa NFPA 101 en el apartado 24.2.5.2, se establece que el ancho libre mínimo de la escalera debe ser 0.91 m, de manera uniforme. Por lo que no se cumple con este rubro.

Además, la NFPA 101 en el apartado 7.4.1.1, indica que si se cuenta con una carga de ocupantes menor a 10 personas se puede contar con dos salidas que desemboquen en el mismo aposento y no se permite un solo medio de egreso aunque se cumpla con la resistividad ignifuga y sellos de fuego. Por otro lado, el apartado 24.2.5.1 de la NFPA 101, se indica que la huella debe tener un tamaño mínimo de 0.25 m, mientras que la contra huella debe tener una altura máxima de 0.197 m, por lo que también se incumple con este rubro normativo.

La producción de pellets de madera implica llevar a cabo una serie de procesos como lo son el chipeado y triturado de madera, mediante los cuales generan cantidades descontroladas de polvo de madera, el cual se esparce por toda la planta de producción, a tal punto que es fácil diferenciar lo que en higiene industrial se conoce como difusión Browniana. Esto genera un problema de aseo y acumulación de polvo de madera en pisos, paredes, estructuras metálicas y fosas, facilitando que las chispas generadas al realizar trabajos de mantenimiento en corte y soldadura en la plata de producción alcancen este material, generando un evento de incendio, lo cual es una situación de ocurrencia común en la empresa.

Además, los hornos que alimentan a los secadores de pellets no cierran de manera hermética, lo que propicia a que escapen chispas constantemente, logrando alcanzar el polvo de madera depositado en el perímetro próximo al horno, induciendo a la aparición de conatos de incendio.

C. Extinción de incendios

Actualmente no se cuenta con un sistema certificado de rociadores pese a que por el tipo de clasificación de la ocupación y el nivel de riesgo presente en el proceso es obligatorio e indispensable. Se cuenta con un sistema fijo de extinción de incendios no certificado alimentado por bombas eléctricas para la succión del agua, con mangueras de 10 metros de largo.

Los tanques de agua permanecen abiertos, lo que permite el ingreso de polvo de madera el cual se deposita por gravedad en el fondo del recipiente impidiendo la salida del agua por medio de la manguera. A raíz de esta situación se necesitan hasta 15 minutos para destacar el sistema para que sea funcional.

En cuanto a los equipos móviles de extinción de incendios se incumple con la aplicación de pruebas hidrostáticas de manera periódica cada 5 años, según lo establece el apartado 8.2 de la normativa NFPA 10. Además, no se realiza el cambio de las partes dañadas de los equipos móviles y no se cuenta un proceso de inspección de estos.

D. Detección de incendios y alarma

La planta de producción no cuenta con detectores de partículas humo o detectores de cambio en la temperatura, que envíen la señal de presencia de fuego a los colaboradores de la planta de producción y a Bomberos de Costa Rica. Anteriormente se instalaron detectores de humo sin embargo, no eran funcionales, ya que el receptor de luz del detector de humo se satura de polvo de madera, generando falsas alarmas o no notificando la emergencia.

La normativa NFPA 101, no obliga a la instalación de detectores de humo, siempre y cuando se cuente con un sistema de rociadores automáticos certificado, ya que los rociadores poseen un bulbo de reacción térmica que explota al exponerse a la temperatura de diseño. Además, no se cuenta con un sistema automático de alarma.

E. Gestión de la seguridad humana contra incendios

La empresa no cuenta con una estructura administrativa de gestión del riesgo de incendio establecida, lo que imposibilita realizar estudios o auditorias de este tipo de eventos sucedidos en el pasado. Además, no se cuenta con registros de conatos de incendios presentados en la planta de producción. En cuanto a los responsables de las funciones

atinentes a la gestión del riesgo de incendio, no se cuenta con delegación real de las funciones, según se pudo evidenciar en las visitas realizadas a la empresa.

Respecto a las capacitaciones se cuenta con un plan semestral de capacitaciones; no obstante, la misma no incluye aspectos fundamentales tales como identificación del riesgo de incendio, comunicación y manejo de la emergencia, prácticas de campo en el uso de extintores e investigación de eventos de incendio. Esto se pudo evidenciar al aplicar el cuestionario de conocimiento básico en manejo y extensión de incendios, puesto que al aplicar la prueba sólo dos colaboradores de los seis que laboran en la planta de producción contestaron correctamente toda la prueba.

Al no contar con lo mencionado se presenta la necesidad de formular los procedimientos necesarios para garantizar una correcta gestión del riesgo de incendio y control de este. Parte de la responsabilidad de no contemplar lo anterior se debe a que la empresa no cuenta con un profesional en seguridad laboral o salud ocupacional que se encargue de esas labores con un criterio más acertado y competencia profesional.

F. Cuarto eléctrico

En la de región lateral izquierda cuarto de control energético que se encuentra en el mezanine. Por requerimiento normativo de la NFPA 13: 8.1.1.1, el cuarto eléctrico debe contar con rociadores automáticos. Sin embargo, la misma normativa en el apartado 8.15.10.3, indica que, si el cuarto eléctrico no almacena productos combustibles o se desarrollan otras actividades en este espacio, no requiere la instalación de rociadores automáticos. Únicamente se debe compartimentar el espacio para separarlo del resto de la estructura, dicha compartimentación debe contar con una resistencia al fuego mínima de 2 horas.

En el caso de los vanos de puertas y cerramiento de aberturas en paredes para el cableado eléctrico deben contar con una resistencia al fuego de 2 horas, según lo establece el apartado 8.15.10.3, de la normativa NFPA 13. En Agrep Forestal S.A., no se cumple con ninguno de los requerimientos descritos anteriormente para cuartos eléctricos.

G. Almacenamiento

La planta de producción no cuenta con un área de almacenamiento definido para la materia prima que ingresa, por lo que se procede a depositarla en el patio trasero de la planta

de producción. Cada cúmulo tiene un peso aproximado a los 950 kg, el montículo de madera más cercano se encuentra a 80 metros de la planta de producción.

No obstante, la distancia existente entre las diferentes montañas de madera no cumple con lo requerido por Bomberos de Costa Rica, al igual que no se cumple con la distancia de separación entre los cúmulos y la plata de producción, ya que las llamas se pueden transmitir de un sector a otro mediante la radiación térmica, principalmente al tener materiales combustibles en presencia de comburentes a menos de 50 metros de separación entre sí (ver apéndice 20) .

G. Benchmarking

El siguiente diagrama de Pareto resume el nivel de cumplimiento en cuanto a la gestión de la seguridad humana contra incendios de la planta de producción de Agrep Forestal S.A.

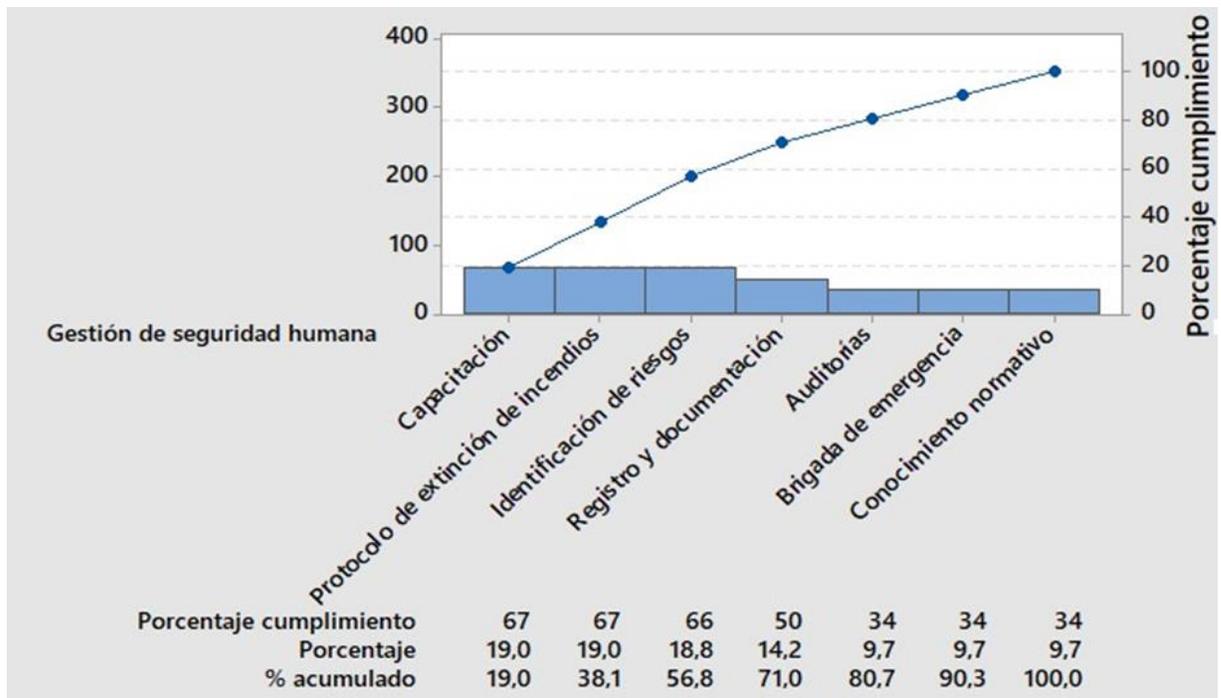


Figura 6. Diagrama de Pareto en Minitab referente a la gestión de la seguridad humana contra incendio

Al analizar la información obtenida en el diagrama de Pareto, se determina que el problema raíz de la gestión de la seguridad humana contra incendios en Agrep Forestal S.A., es el desconocimiento normativo, ya que al no tener una noción clara por parte de los altos mandos acerca de la obligación de cumplir con los requerimientos normativos y legales, se imposibilita establecer un esquema de trabajo orientado a estar en regla con lo solicitado por los entes gubernamentales.

Además, la brigada de emergencia no cuenta con preparación para el manejo y extinción de incendios, ni se establecido una brigada de emergencias, sin embargo, no se ha establecido un plan de trabajo con su cronograma respectivo que indique el tipo de actividades se deben realizar y cuándo ejecutarlas.

El reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, indica en el artículo 4, que todos los colaboradores deben contar con la capacitación necesaria para el desarrollo de un trabajo seguro, según los riesgos identificados en el centro de trabajo. Dichas capacitaciones deben impartirse a todo el personal que se encuentre expuestos a los riesgos laborales identificados.

El proceso de formación y capacitación es fundamental para la atención del riesgo de incendio. Se debe tener claro que pueden existir en la empresa los controles ingenieriles suficientes y acordes al riesgo evaluado. Sin embargo, estos no serán funcionales si no se aplica de manera correcta, e inclusive pueden generar tiempos de retraso mientras se determina la forma correcta para utilizar los equipos, como por ejemplo en el uso de extintores portátiles (ver apéndice 24).

También se encuentran deficiencias en cuanto al control de los riesgos, puesto que no existe una línea de trabajo conjunta entre la gerencia y los colaboradores de la planta de producción, para la identificación de los riesgos y asignación de presupuestaria para la mejora.

No se cuenta con registros estadísticos de los eventos de incendios, más allá de la documentación de conatos de incendio, la cual fue implementada a partir del mes de mayo del 2020, posterior a la aplicación de cualquier control de ingeniería se debe aplicar la revaloración del riesgo para determinar si el control fue suficiente o no.

La documentación mencionada anteriormente tiene incidencia directa sobre la aplicación de auditorías en materia de gestión de la seguridad humana contra incendios, ya que al no contar con el registro documental se imposibilita aplicar un proceso de auditoria

estricto y detallado. La empresa no ha establecido responsables con facultades profesionales o conocimiento en el área de incendios. Esto ha generado que este tipo de riesgo no sea considerado como prioritario y de alto impacto para el proceso productivo. Actualmente se cuenta con una brigada de emergencias, sin embargo, no se ha establecido un plan de trabajo con su cronograma respectivo que indique el tipo de actividades se deben realizar y cuando ejecutarlas

Al aplicar el cuestionario de conocimientos básicos en manejo de la emergencia y extinción de incendios, se evidenció que los colaboradores no cuentan con la preparación necesaria para este tipo de eventualidad. Únicamente los jefes de turno de la planta de producción cuentan con un nivel de conocimiento apto en para el manejo de los extintores y para la atención de emergencia de incendio, por lo que se debe extender el conocimiento a los demás colaboradores.

Análisis de las condiciones de seguridad humana contra incendios

A- Protección Pasiva

La siguiente figura representa el análisis global de los sistemas de protección pasiva contra incendios.

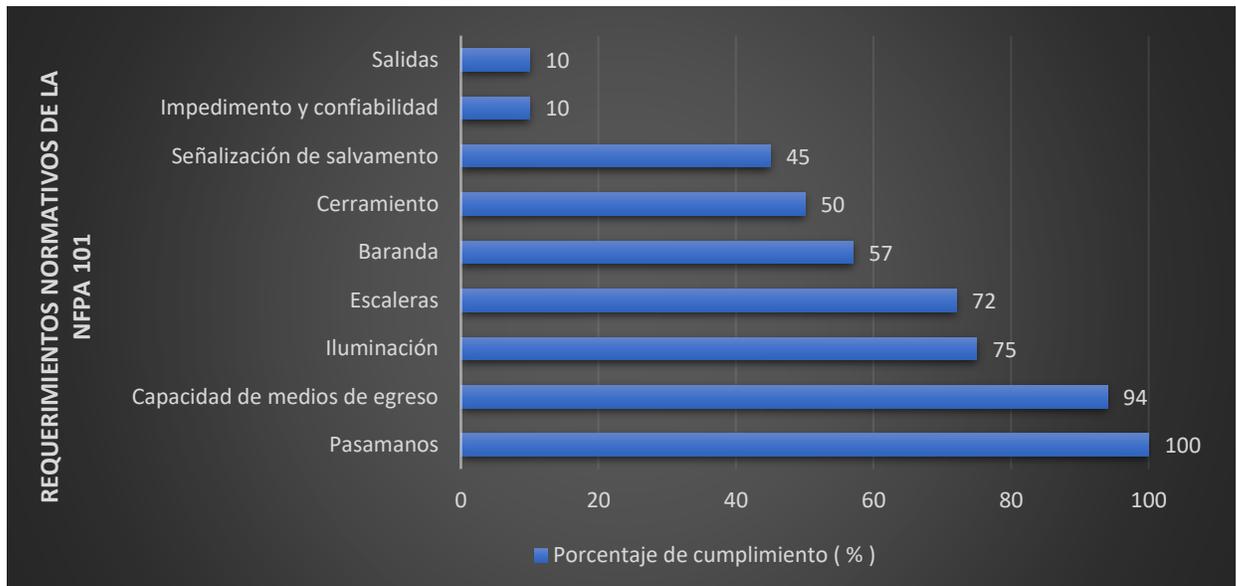


Figura 7. Figura de porcentajes de cumplimiento de los elementos de seguridad pasiva contra incendios

1. Iluminación

La jornada nocturna está comprendida entre las 7 pm y las 5 am, mientras que la diurna se preñden entre las 6 am y las 5 pm. Durante la investigación no se realizaron evaluaciones de incidencia de la intensidad luminosa sobre los planos de trabajo y rutas de escape, ya que dicha actividad corresponde a una empresa externa la cual se contrató para sustituir las luminarias y verificar la demanda de luxes según el cumplimiento de los requerimientos normativos.

En la planta de producción se realiza mantenimiento de tipo preventivo y correctivo cada dos meses. Esto debido a que se acumula una cantidad considerable de polvo de madera en la rejilla de seguridad de las luminarias. No existen luminarias a lo largo de la ruta de escape, estos dispositivos se encuentran únicamente en las salidas, tampoco existen elementos fotoluminiscentes que puedan guiar visualmente hasta el punto de reunión.

Pese a no contar con mediciones de iluminación realizadas por higienistas industriales al momento de realizar este trabajo, se cuenta con la información teórica de la ficha técnica suministrada por el fabricante, el valor mínimo es de 20 luxes y las luminarias emiten 25 luxes, por lo que teóricamente se cumple con el requisito normativo.

Además, el apartado 7.9.2.9, de la normativa NFPA 101, indica que las luminarias de emergencia deben suministrar como mínimo una iluminación de 10 luxes y se debe garantizar una autonomía energética de 1,5 horas con balastros de Ion litio de alta capacidad. No obstante, el punto la planta de producción no cuenta con iluminación alguna y la autonomía de las baterías es de 30 minutos, según lo indica el encargado de mantenimiento industrial.

2. Capacidad de los medios de egreso

Para determinar la capacidad de los medios de egreso, se analiza en primera instancia la carga de ocupantes. Según la tabla 7.3.1.2 de la NFPA 101, la estimación la carga de ocupantes corresponde a 86 personas, ya que se tiene un factor de carga de 9.3 m^2 , por persona y un área total libre de 800 m^2 , para tránsito de peatones y desarrollo de tareas. Actualmente en el área de planta laboran seis personas, los cuales requieren un espacio mínimo de 56 m^2 , por lo que se cumple con la carga de ocupantes requerida.

Por otro lado, el apartado 4.5.3.1, de la normativa NFPA 101, indica que cuando las ocupaciones poseen una carga de ocupantes entre 0 y 500 personas, se debe contar al menos con dos medios de egreso para garantizar la seguridad humana de los ocupantes. En el caso de Agrep Forestal S.A., se cuenta con dos medios de egreso. Los cuales poseen un dimensionamiento de 5 metros de ancho y según el apartado 7.3.4.1 de la Normativa NFPA 101, se establece que el ancho mínimo de las puertas debe ser de 0.91 m, por lo que se cumple en su totalidad con ese requerimiento.

En el caso de la separación entre las salidas, se establece que la distancia máxima entre sí debe ser igual o mayor a 23 metros para no verse afectadas por el humo o las llamas, según lo establece el apartado 7.3.2.3. En el caso de Agrep Forestal S.A., las salidas se encuentran a una distancia de separación de 15 metros, por lo que se no cumple con ese el requerimiento normativo y se requiere instalar un sistema automático de rociadores.

Por normativa NFPA 101, en el apartado 7.3.1.7, se indica que las puertas deben estar separadas del resto de la edificación por muros corta fuego, con una resistividad ignífuga

mínima de una hora. Actualmente no se cuenta con puertas corta fuego y no se han generado penetraciones o aberturas que comuniquen con salidas consideradas como adyacentes.

En cuanto a los elementos estructurales internos de los cerramientos deben ser resistentes al fuego con clasificación de resistividad tipo A, sin excepción. Esto lo establece la normativa NFPA 101, en el apartado 8.5.3.7. En el caso de Agrep Forestal S.A., no se logra cumplir con este requerimiento.

Se incumple con requerimientos como la existencia de barras intermedias en espacio mayores a los 0.1 m en barandas y, pero la altura de éstas es de 1.10 m. También se incumple con que la distancia máxima permitida para ángulos de 90°, formados entre la huella y contra huella es de 0.15 m, lo que propicia a que se puedan introducir los pies con facilidad, potencializando el riesgo de caída.

En cuanto a los pasamanos se cumple con todos los requerimientos establecidos en el apartado 7.2.2.4, de la normativa NFPA 101.

4. Señalización de salvamento

Existe incumplimiento en cuanto a señalización de salvamento, según los requerimientos establecidos en la NFPA 101, en el apartado 7.10.2.10. En este apartado se indica que la señalización debe cubrir la totalidad de la ruta de escape, aspecto que no se cumple en Agrep Forestal S.A., ya que la región externa de la plata no se encuentra señalizada. Al incumplir con este requerimiento se induce a que se presenten puntos ciegos, según lo observado en las inspecciones. También se identificó que la señalización se encuentra obstruida con producto terminado, lo que imposibilita que sea observada desde cualquier ángulo de la ruta de escape.

Además, la normativa INTE T3: 2016/Enm, indica que la señalización de salvamento se debe encontrar colgada a una altura mínima de 1.52 m, aspecto que no se cumple, ya que la señalización de salvamento ha sido instalada a una altura de 1.15 m sobre el nivel de suelo terminado.

5. Áreas de refugio

La empresa no posee con un área de refugio que garantice la seguridad humana de los ocupantes con limitaciones de movimiento o requerimientos especiales. Por requerimiento normativo de NFPA en el apartado 7.2.12.3.1, por cada 200 ocupantes se debe disponer al menos con un área de refugio, la cual debe contar con dimensiones de 0,76 m x 1,22 m. Sin embargo, Agrep Forestal S.A., no cuenta con área de refugio, ya que sólo laboran 23 colaboradores.

6. Extintores portátiles, rociadores y detectores de humo

En el caso de los extintores portátiles se determina que se incumple con algunos requerimientos establecidos por la normativa NFPA 10. La distancia de recorrido entre los extintores de tipo ABC deben tener una separación máxima de 15 m. En caso de instalar extintores tipo BC, la distancia máxima permitida es de 23 m.

Al contar con carretillas extintoras, la distancia de cobertura dependerá del largo de la manguera, sin conexiones o añadiduras. La empresa presenta problemas de cobertura de extintores, ya que no se discrimina el tipo de extintor que se instala, además estos se colocan a 25 metros de separación entre sí.

Actualmente se cuenta con tres extintores tipo BC y una carretilla extintora, por lo que no se logra cubrir los 1227 m², de la planta de producción. Dichos extintores se encuentran instalados a 1.45 m, sobre el nivel del suelo y la normativa NFPA 10, en el apartado 6.1.3.8.1, indica que la altura máxima permitida de instalación es de 1.53 m, para extintores tipo BC si su peso no excede los 18.14 kg, por lo que se cumple con el requisito

Los extintores no deben tener presencia de oxidación, golpes y abolladuras, aspecto que incumple Agrep Forestal S.A., ya que algunos cilindros muestran un deterioro significativo, pese a haber recibido mantenimiento tres meses antes de la inspección.

Los extintores tipo BC de la planta de producción cuentan con listado ISO, puesto que son importados de China, además no cuentan con el certificado de prueba hidrostática realizado por un laboratorio nacional que garantice su óptima funcionalidad. Esta condición genera un problema en cuanto a cobertura de seguro contra daños estructurales por eventos de incendio, ya que impide realizarle recargas, puesto que las empresas de servicio de recarga tienen prohibición de recargar dispositivos que no sean listado UL.

La normativa NFPA 101, hace hincapié en que las ocupaciones industriales con riesgo elevado deben contar indiscutiblemente con sistemas de rociadores, tanto en el área de procesos, como en la totalidad del medio de egreso el cual conduce al área de protección. No obstante, en Agrep Forestal S.A., no se cuenta con sistema de rociadores lo que potencializa considerablemente que se concrete un evento de incendio y que se ponga en riesgo la integridad de la salud de los ocupantes.

7. Alarma

Se cuenta con un sistema de alarma de incendio de accionamiento manual, lo cual no cumple con lo establecido por el Manual de Disposiciones Técnicas de Bomberos de Costa Rica, ya que según el apartado 3.5.1, se permite la instalación de estaciones manuales siempre y cuando se cuente con un sistema de rociadores automáticos certificados. Además, se cuenta con tres luces estroboscópicas las cuales son visibles desde cualquier punto de la planta.

8. Hidrante

Se cuenta con un hidrante el cual requiere un mínimo 4 pulgadas de diámetro en tubería, el mismo se ubica junto a la entrada principal y en área despejada, con espacio suficiente y de fácil acceso para el Cuerpo Benemérito de Bomberos de Costa Rica, según la ley 8641 de hidrantes de Costa Rica. La inspección del adecuado funcionamiento del hidrante se llevó a cabo el 2 de febrero del año 2020, previo a la ejecución del simulacro de incendio.

G. Benchmarking

Se aplica una comparación a los sistemas de protección pasiva, la cual es objetiva y directa entre Agrep Forestal S.A., y una empresa líder en seguridad humana contra incendios, asumiendo el compromiso de no generar afectaciones sobre la empresa que brinda la información de contraste, la cual además es cliente de Agrep Forestal S.A. Se ha generado un código de referencia a manera de proteger los datos suministrados. A partir de ahora la empresa de contraste se identificará a la empresa Pelletics como P1-LLS, es importante tener en cuenta que la empresa seleccionada es la única competencia directa de Agrep Forestal a nivel nacional.

A continuación, se presentan las siguientes figuras de resumen las cuales permiten contrastar los porcentajes de cumplimientos de Agrep Forestal S.A., con la empresa en comparación con la empresa Pelletics, la cual opera en el país desde el año 2016.

2. Comparación entre Agrep Forestal y P1-LLS (Pelletics) para sistemas de protección pasiva

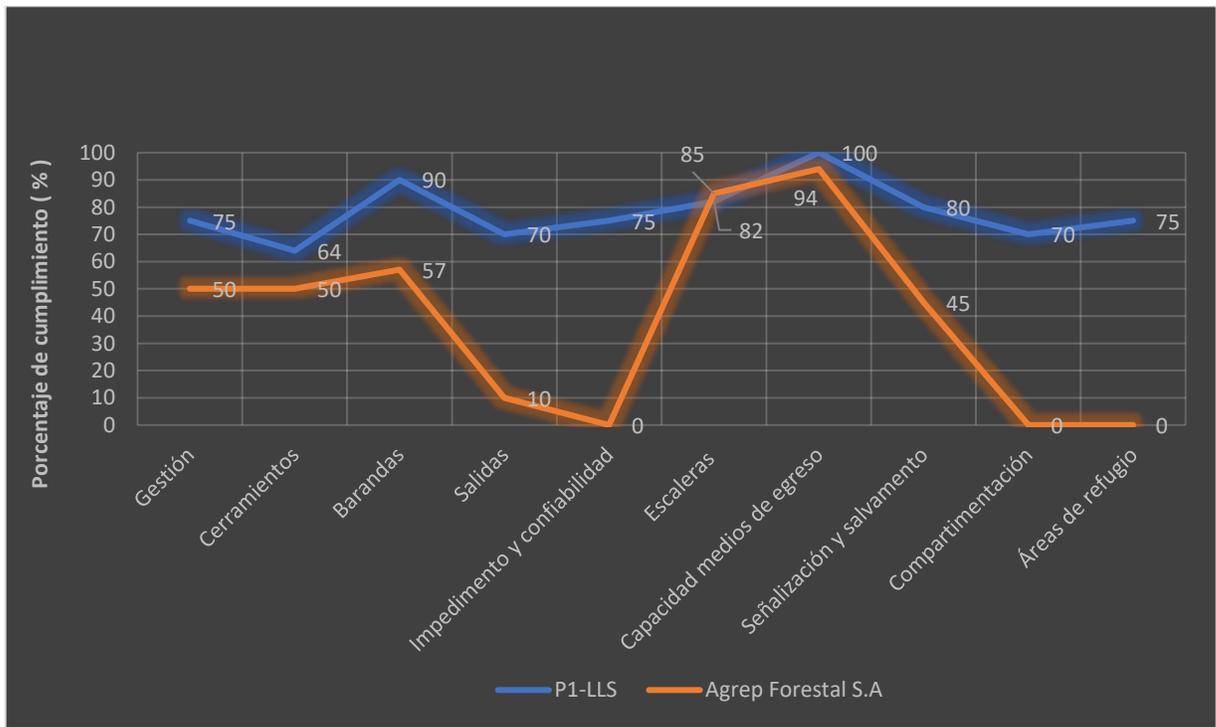


Figura 8. Benchmarking comparativo entre sistemas de seguridad pasiva entre Agrep Forestal S.A. y P1-LLS

Al analizar los resultados obtenidos se pueden identificar claras deficiencias en Agrep Forestal en cuanto a:

A. Gestión

La empresa P1-LLS, en comparación con Agrep Forestal S.A., cuenta con un sistema estructurado de auditorías trimestrales. Las cuales obligan a la compañía a documentar todas las evidencias encontradas en materia de riesgos, incluyendo eventos de incendio. Además, se aplica un sistema de incentivo económico por el reporte de actos y condiciones inseguras,

por lo que los colaboradores son un apoyo para la identificación temprana y control oportuno del riesgo.

En la empresa P1-LLS, cuenta con un programa de inspección trimestral de extintores, el cual es llevada a cabo por la brigada de emergencias en conjunto con el departamento de Salud Ocupacional. Agrep Forestal S.A., cuenta con una brigada de incendio; sin embargo, no se ha definido a un responsable que se encargue de guiar a la brigada de emergencias.

B. Barandas

En ambas empresas todas las barandas cuentan con barras intermedias cuando la abertura supera los 0.1 m, entre una barra y otra. El diseño de las barandas se basa en los requerimientos establecidos por el reglamento de construcciones a manera de brindar la máxima protección a los ocupantes.

C. Salidas

Las salidas de la empresa P1-LLS, cuentan con compartimentación con resistividad al fuego de 2 horas. Todas las salidas tienen un ancho superior a 0.91 m. Además, se cuenta con iluminación de emergencia con una autonomía energética de 1 hora.

D. Impedimento y confiabilidad

La ruta de escape en la empresa P1-LLS, se mantiene siempre libre de obstrucciones y se requiere de un permiso emitido por el departamento de salud ocupacional para obstruir intencionalmente la ruta de escape, ya que por políticas de seguridad se debe notificar a todos los colaboradores. Para corroborar lo anterior se cuentan con un protocolo de inspección. Mediante éste se verifica dos veces al día que se efectivamente toda la ruta de escape se encuentre de libre de obstrucciones en su totalidad, Agrep Forestal no cuenta con encargado de salud ocupacional y las inspecciones están a cargo de la encargada de calidad.

E. Construcción y compartimentación

La edificación o estructura en la cual se desarrolla el procesamiento de la madera en la empresa P1-LLS, cuenta con muros cortafuego para separar a un área de otra. Además, se

han sellado todas las aberturas entre un piso y otro con sellante CP25WB – 3M, para evitar la fácil propagación del humo y de las llamas. Este control trabaja en conjunto con puertas corta fuego las cuales cuentan con certificación UL.

Agrep Forestal no cuenta con sistema de compartimentación, ya que la estructura es una sola nave de 1227 m², sin divisiones.

F. Capacidad de los medios de egreso

En el caso de Agrep Forestal se cuenta dos medios de egreso los cual cumplen los requerimientos normativos de la NFPA 101, en relación con el ancho libre requerido para la salida. No obstante se debe construir una escalera extra que facilite la descarga de los ocupantes del mezanine, ya que si el incendio se genera sobre la salida actual se imposibilita la evacuación. Por otro lado la empresa P1-LLS cumple con la capacidad de descarga requerida y no cuenta con mezanine, por lo que no se verían afectados por el problema de la escalera.

G. Área de refugio

Agrep Forestal no cuenta con un área de refugio que permita a los colaboradores ponerse a salvo dentro de la planta de producción. En el caso de la empresa P1-LLS, se cuenta con un área de refugio entre el segundo piso y el techo, los elementos eléctricos y el cielorraso con cuenta con propiedades de resistencia a las llamas, según lo requiere la normativa NFPA 101. Con base en el requerimiento normativo se sabe que al contar con solo 6 colaboradores no es obligatorio construir un área de refugio. Sin embargo el mantenimiento en el área del techo es frecuente por lo que se debe garantizar la seguridad de los ocupantes hasta que puedan ser rescatados.

H. Comparación entre Agrep Forestal y P1-LLS para protección activa

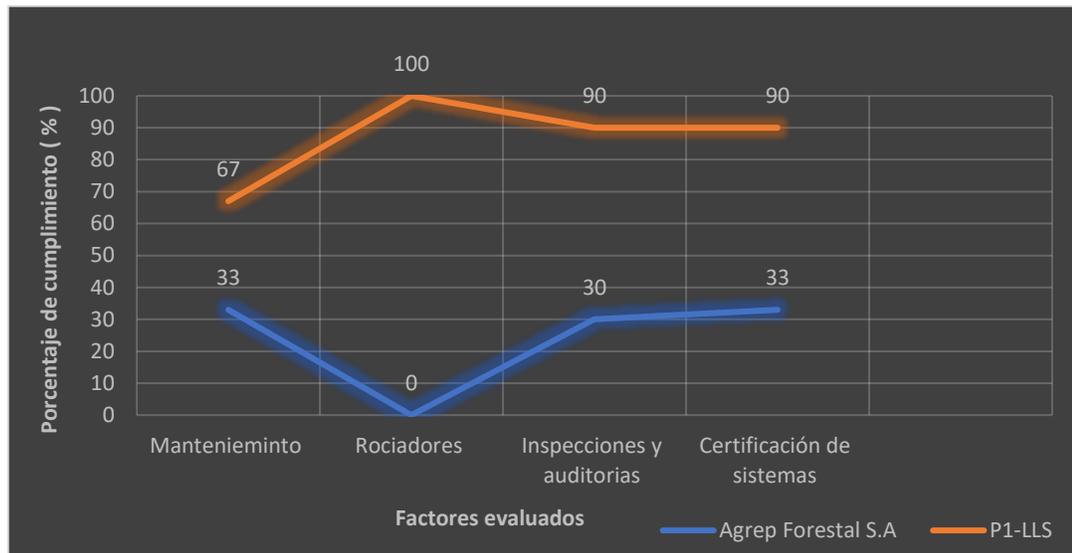


Figura 9. Figura de benchmarking comparativo entre Agrep Forestal y P1-LLS para sistemas de protección activa

La empresa P1-LLS, ha desarrollado un importante trabajo en cuanto a mantenimiento, inspecciones, implementando los elementos de protección activa necesarios para poder contener y controlar las llamas en caso de un evento de incendio. Cuentan con un sistema de rociadores automáticos, los cuales brindan cobertura total tanto al proceso como a los medios de egreso, hasta llegar al área de salvamento. Se debe rescatar que tanto Agrep Forestal S.A., así como P1-LLS, cuentan con un sólido proceso de formación y capacitación para el manejo y control de siniestros a raíz de las llamas; sin embargo, en Agrep Forestal S.A., no se ha ejecutado en su totalidad ese proceso de formación el cual debe ser continuo, por lo que desde el proceso de auditoría se debe garantizar la ejecución de las acciones de formación en extinción de incendios.

A partir del *benchmarking* aplicado se concluye que es importante que un profesional con las competencias requeridas ejecute las tareas con relación a la seguridad humana de la empresa. Además, que los controles activos y pasivos contra incendios permiten incrementar la resiliencia de la empresa, ya que la capacidad de acción y respuesta es mayor.

Antes de pensar en controles para la supresión de las llamas se debe garantizar que los medios de escape cumplan con los requerimientos de la NFPA 101, ya que, si el incendio

se genera en la única salida del mezanine de Agrep Forestal, se anularía la posibilidad de abandonar la edificación de forma rápida y segura.

Por último, se determina que la gestión de la seguridad humana articula con los controles ingenieriles y administrativos para una intervención segura de la emergencia. No es funcional contar con los elementos de combate de las llamas necesarios, si no se sabe cómo actuar antes, durante y después del evento de incendio.

I. Conclusiones

- Se encuentran deficiencias en el proceso de gestión de la seguridad humana contra incendios, ya que no se identifican los peligros en el proceso productivo, que tiene alta probabilidad de materializarse como un riesgo de conato incendio, además no se cuenta con procedimientos para la documentación e investigación de siniestros y no se han definidos las responsabilidades para la atención de las emergencias.
- Los colaboradores de Agrep Forestal S.A., cuentan con formación para el combate contra incendios, sin embargo, el plan de capacitación anual no se ha ejecutado a cabalidad. Por otro lado, no se cuenta con figura representativa de seguridad laboral y salud ocupacional que ejecute el proceso de formación con las competencias requeridas.
- Las instalaciones de Agrep Forestal S.A., representan un riesgo elevado para sus ocupantes, esto debido al incumplimiento de requerimientos en seguridad pasiva, como elementos de contención de las llamas, señalización de salvamento, protección estructural y compartimentación según lo establece la NFPA 101.
- Los medios de egreso de la planta de producción cuentan con el dimensionamiento y capacidad adecuada, según lo establecido por la NFPA 101, no obstante, la separación entre las salidas es menor a lo establecido en la normativa, esto genera que se puedan ver afectadas entre sí a raíz del humo y de las llamas.
- Los medios de egreso actuales no se pueden considerar como seguro para la evacuación del edificio, ya que se incumplen con los requerimientos mínimos para garantizar la seguridad de los ocupantes en cuanto a resistividad al fuego y confiabilidad de la ruta de escape.
- La planta de producción de Agrep Forestal no con sistema automático de rociadores, además el sistema actual de extinción de incendios no cumple con los requerimientos establecido por la normativa NFPA 101, lo cual es un requisito que se debe cumplir al no contar con una separación mayor a los 23 metros entre cada salida.
- En el cuarto eléctrico se deben implementar elementos de cerramiento, compartimentación y soporte de base para las puertas con una resistencia ignífuga de dos horas para evitar la propagación de las llamas a la planta de producción.

- Los colaboradores no tienen claro cuál es el rol que deben asumir en caso de que se presente una emergencia y las tareas que tienen que ejecutar, lo cual evita poder brindar una respuesta oportuna e integrada.
- Las actividades de corte y soldadura generan un riesgo potencial para la generación de siniestros de incendios. No se cuenta con procedimiento para la ejecución de las tareas, ni controles ingenieriles que eviten que las chispas generen conatos de incendio al tener contacto con el polvo de madera residual.

J. Recomendaciones

- Establecer un proceso estructurado para la gestión de la seguridad humana contra incendios que involucre documentación del evento de principio a fin, evaluación y análisis del riesgo de incendio y capacitación constante en materia de combate contra incendios.
- Establecer un cronograma de capacitaciones en seguridad humana contra incendios y ejecutar al menos dos acciones de formación al año, las cuales deben involucrar a todos los colaboradores de la planta de producción en ambas jornadas de trabajo.
- Implementar mejoras en cuanto a elementos de contención de las llamas, señalización de salvamento, protección estructural y compartimentación según lo establece la NFPA 101, para garantizar la seguridad humana en caso de incendios en la planta de producción.
- Aplicar controles de ingeniería en cuanto a la resistividad ignifuga de los medios de egreso, ya que deben garantizar una resistencia mínima de 2 horas y el medio de escape debe ser seguro de principio a fin.
- Instalar rociadores automáticos en toda la planta de producción, con excepción del cuarto eléctrico, tomando como base la normativa en la NFPA 13. Al instalar rociadores en la planta de producción, la NFPA 101 permite que la distancia entre los medios de egreso sea $1/3$ de la diagonal del establecimiento.
- Ejecutar auditorías documentadas de manera trimestral acerca de la seguridad humana contra incendios en donde se verifique la trazabilidad del proceso de gestión en seguridad contra incendios establecido y presentar los resultados obtenidos a la gerencia. Dichas inspecciones deben ser ejecutadas por un profesional en salud ocupacional.
- Acondicionar el cuarto eléctrico para garantizar una resistividad al fuego mínima de 2 horas, según lo establece el requerimiento normativo NFPA 13, esto a manera de evitar la propagación de las llamas del cuarto eléctrico a la planta de producción y viceversa.
- Reconstruir el mezanine contemplando los requerimientos normativos, además verificar que el nuevo diseño garantice una evacuación segura mediante 2 medios de egreso con descarga en diferentes zonas.

- Implementar un protocolo de trabajo de corte y soldadura en la planta de producción que evite que las chispas generadas tengan contacto con el polvo de madera residual proveniente del proceso de pelletizado.



Programa para la mejora de las condiciones de seguridad huamana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal

Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar

Noviembre del año 2021

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jean Carlos Guillén Salazar	Steven Fernández	Karen Brenes
Fecha de aplicación:	23/3/2020	

Índice del programa de seguridad humana contra incendios

Alternativas de solución.....	58
Selección de alternativas de solución.....	59
Análisis multicriterio.....	61
Matriz de comparación de alternativas.....	65
Comparación de las alternativas de solución del programa de seguridad humana contra incendio.....	66
Aspectos generales.....	69
Ubicación y colindancias.....	69
Descripción de proceso.....	69
Recurso humano involucrado en el programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios.....	69
Recursos económicos.....	69
Estructura organizacional.....	70
Representante de gerencia.....	71
Liderazgo para la prevención de riesgos ocupacionales.....	71
Involucramiento y participación de los colaboradores.....	72
Identificación de peligros y riesgos.....	72
Prevención y control de los riesgos en seguridad humana.....	73
capacitación y formación.....	73
Guía de capacitación en seguridad humana.....	73
Objetivo de la guía de capacitación.....	73
Mejora continua del programa de seguridad humana contra incendios.....	74
Involucrados internos.....	74
Matriz RACI.....	74
Controles de ingeniería.....	76

Resistividad ignifuga en estructuras de acero.....	76
Puerta cortafuego.....	76
Iluminación de emergencia.....	78
Señalización de salvamento.....	79
Compartimentación del cuarto eléctrico.....	83
Escaleras y barandas.....	84
Cumplimiento normativo.....	85
Trabajo de corte y soldadura en alturas.....	85
Protección activa contra incendios.....	87
Rociadores.....	87
Estaciones manuales de incendios	89
Luz estroboscópica de incendio.....	90
Extintores.....	91
Gestión de la seguridad humana ante incendios en la planta de producción.....	92
Brigada de emergencias.....	93
Procedimiento.....	95
Definiciones.....	98
Ejecución del simulacro.....	101
Propósito.....	105
Alcance.....	105
Responsable.....	105
Temario de capacitación en seguridad humana contra incendios.....	106
Registro de asistencia a capacitaciones en seguridad humana.....	107
Procedimiento para la ejecución de trabajos de corte y soldadura en altura.....	108
Seguimiento.....	108
Indicadores.....	110
Conclusiones.....	112
Recomendaciones.....	112

Índice de cuadros

Cuadro 5. Análisis multicriterio	44
Cuadro 6. Comparación de alternativas	48
Cuadro 7. Programa para la mejora de las condiciones de Seguridad Humana Contra Incendios.....	42
Cuadro 8. Representantes	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 9. Plan de capacitación	55
Cuadro 10. Matriz RACI	57
Cuadro 11. Presupuesto	59
Cuadro 12. Presupuesto lámpara de emergencia	60
Cuadro 13. Presupuesto señalización	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 14. Señalización	63
Cuadro 15. Señalización presupuesta	61
Cuadro 16. Presupuesto estructuras.....	67
Cuadro 17. Cumplimiento normativo.....	67
Cuadro 18. Distribución de las estaciones manuales de incendio	72
Cuadro 19. Presupuesto luz estroboscópica	72
Cuadro 20. Presupuestos extintores	73
Cuadro 21. Contactos.....	51
Cuadro 22. Contactos.....	75
Cuadro 23. Números telefónicos de emergencia	76
Cuadro 24. Validación del programa	92

Índice de figuras

Figura 11. Organigrama	52
Figura 12. Puerta cortafuego	59
Figura 13. Lámpara de emergencia	60
Figura 14. Altura de colocación de las señales de salvamento	62
Figura 15. Altura de colocación de las señales de salvamento	62
Figura 16. Distribución de la señalización de salvamento	64
Figura 17. Compartimentación de cuartos eléctricos	65
Figura 18. Escaleras del mezanine vista lateral izquierda.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19. Escaleras vistas superior por capas.....	66
Figura 20. Sprinklers	70
Figura 21. Ubicación de estaciones manuales	71
Figura 22. Plano de cobertura de extintores.....	¡Error! or! Marcador no definido.

V. Alternativas de Solución

El presente Programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal contiene los componentes requeridos en materia de seguridad humana contra incendios determinados por la NFPA 101, en cuanto a protección activa y pasiva contra incendio para garantizar la seguridad humana de los ocupantes.

Para el desarrollo del programa se emplea como referencia la NFPA 101 y el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica (2013). Mediante el programa de seguridad humana contra incendios se dictaminan las acciones de actuación, prevención y control, para el momento en que se concrete el riesgo de incendio y se presente un siniestro se cuente con los medios necesarios para un abordaje correcto. Además, establece a los responsables de la ejecución y sus roles en el proceso, tomando en cuenta el costo a nivel de capital humano y económico que representa la puesta en marcha de éste.

Las alternativas de solución propuestas se enfocan en 6 áreas esenciales dentro de los cuales encontramos (I) seguridad humana, (II) salud ocupacional, (III) seguridad laboral, (IV) aspectos normativos y legales, (V) aspectos culturales y (VI) protección del ambiente. La siguiente figura demuestra la forma de análisis que involucra la alternativa de solución desarrollada.

Selección de alternativa de solución

Para el control del riesgo selecciona la alternativa número 1, ya que es la opción que posee más mayores aspectos positivos según lo contrastado en la matriz de comparación de alternativas.

Esta propuesta demuestra una ventaja significativa en comparación a la propuesta número dos, puesto que contempla cumplimiento normativo, bajo costo de adquisición, seguridad humana, protección contra incendios y gestión integral de procesos.

A continuación se presenta un cuadro con los factores que conforman el programa de seguridad humana contra incendios de la planta de producción de Agrep Forestal.

Cuadro 5. Programa para la mejora de las condiciones de Seguridad Humana Contra Incendios

Programa para la mejora de las condiciones de Seguridad Humana Contra Incendios	
1. Aspectos Generales	
2. Control de Ingeniería	
A. Protección pasiva contra incendios	
B. Protección activa contra incendios	
3. Gestión de la Seguridad Humana	
A. Procedimiento para la comunicación de la emergencia y solicitud de apoyo externo	
B. Procedimiento para la ejecución de simulaciones y simulacros	
C. Procedimiento para capacitaciones en materia de incendios	
D. Procedimiento de trabajo de corte y soldadura.	

La siguiente figura resumen el análisis para el desarrollo del programa de seguridad humana contra incendios, separando los controles administrativos, ingenieriles y los procedimientos.

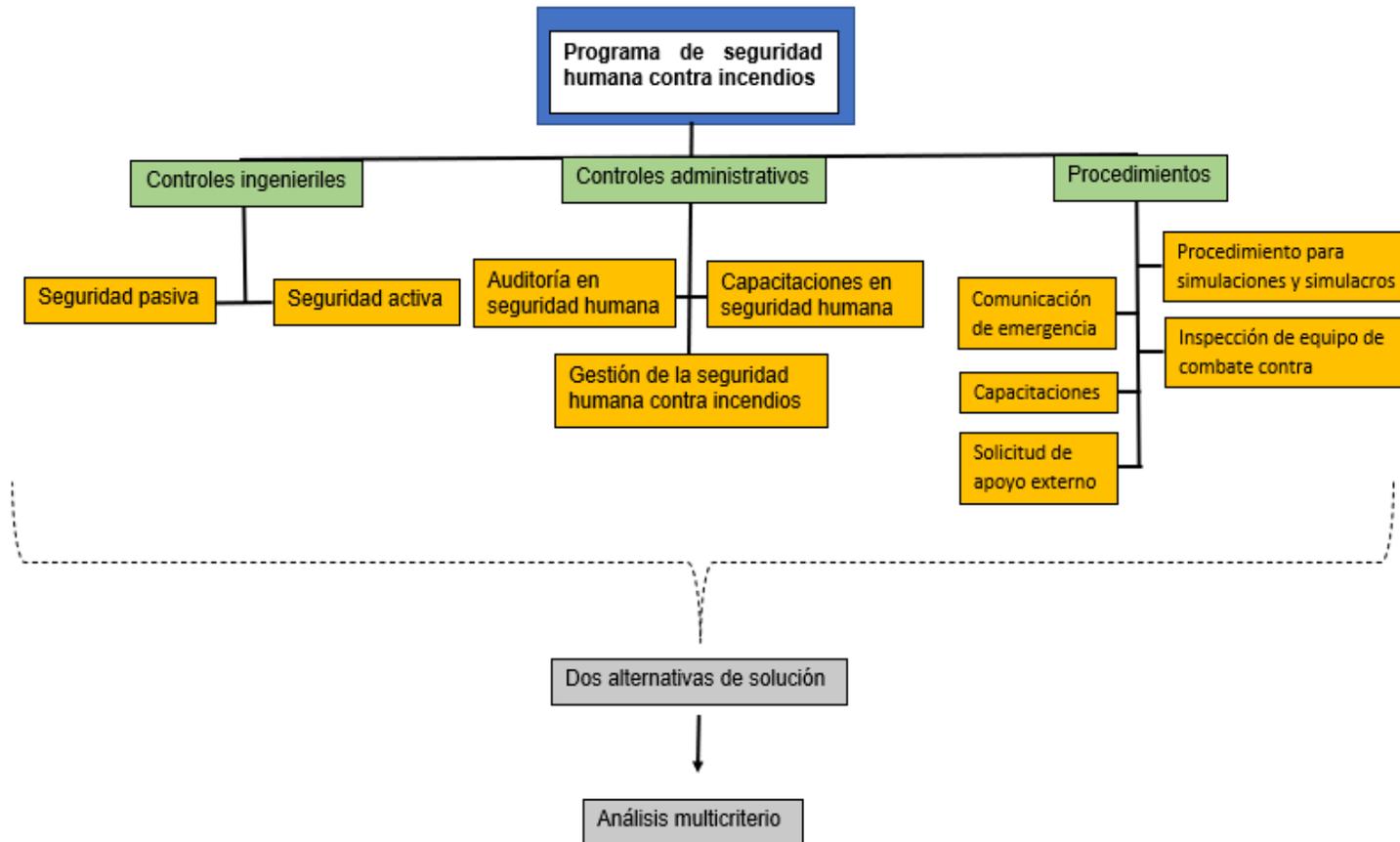


Figura 10. Análisis para el desarrollo del programa de seguridad humana contra incendios

A continuación, se presenta el análisis multicriterio de las alternativas de solución para determinar los controles que se aplicarán en la empresa Agrep Forestal S.A.

A. Análisis Multicriterio

Cuadro 6. Análisis multicriterio de las alternativas de solución del programa de seguridad humana contra incendios.

Aspecto	Alternativas	
	1	2
Seguridad humana de los ocupantes	<ul style="list-style-type: none"> - Sustituir la escalera actual por una que garantice el cumplimiento de las condiciones estructurales requeridas por la NFPA 101, en el apartado 24.2.5 y además construir otra escalera en la esquina opuesta de la actual para garantizar al menos contar con 2 salidas. - Realizar las adecuaciones en cuanto a la localización de señalización de salvamento, según lo indica la INTE T3: 2016/Enm, e INTE 21-02-01:2016, en el caso de los pictogramas de incendio. - Instalar un sistema de rociadores automático y garantizar la cobertura total de las áreas que presentan riesgo de incendio con extintores portátiles. - Esto debe ser representado mediante un plano de cobertura de extintores. - Establecer los procedimientos necesarios para el proceso de la gestión de seguridad humana contra incendios, garantizando la buena ejecución y trazabilidad de este. - Establecer un procedimiento de trabajo de corte y soldadura en alturas para mitigar el riesgo de generación de incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptar una nueva escalera lateral con las condiciones de seguridad humana que permitan la descarga de todos los ocupantes por dos medios de egreso, según lo establecido en el apartado 24.2.5, de la normativa NFPA 101. - Habilitar un medio de egreso en la región lateral derecha del mezanine, se deben realizar cambios estructurales a la escalera que conecta el primer nivel del mezanine con el segundo nivel, ya que no garantiza la seguridad humana de los ocupantes por sus condiciones de diseño. - Instalar un sistema de rociadores automáticos de manera obligatoria y cubrir el total de las áreas de riesgo con extintores. - Al instalar un medio de escape nuevo o escalera en la región lateral derecha del mezanine se debe tomar en cuenta los requerimientos en cuanto a señalización, cobertura de extintores, aberturas en las paredes, cambio en la posición de los elevadores de material y secadores, lo que amerita cambios considerables de la estructura.

<p>Seguridad humana de los ocupantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de paredes perimetrales de concreto en la planta de producción que resistan a las llamas por 2 horas y no permitan que la estructura se colapse. - Medios de egreso: Construir una escalera de acuerdo con las especificaciones que se han establecido en la normativa NFPA 101, para ocupación industrial de riesgo elevado. Pasamanos: En cuanto a los pasamanos no se requieren cambios estructurales. Iluminación: - Actualmente se cumple con el requerimiento del apartado 7.8.2.8, de la NFPA 101, mínimo 10 luxes en luminarias de emergencia. Compartimentación - Al tener presencia de elementos de alta tensión en el cuarto eléctrico ubicado en el primer piso, se debe compartimentar esta sección para evitar daños en el sistema de alimentación energética o una magnificación del siniestro, la resistencia a las llamas debe ser de 2 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Señalización: La implementación de esta propuesta requiere la instalación de nueva señalización, además de la requerida hasta el momento. Iluminación: - Al habilitar una nueva ruta de escape se debe rediseñar la distribución de las luminarias de emergencia. Pasamanos: - Al habilitar el nuevo medio de escape en mezanine se debe tomar en cuenta que se requerirá instalar pasamanos en la nueva escalera, lo que aumenta los costos del diseño e implementación. Compartimentación: - En necesario compartimentar el cuarto eléctrico, ya que en caso de que se presente un incendio en la planta de producción, las llamas y el humo podrán penetrar de manera rápida, comprometiendo el sistema eléctrico y magnificando el siniestro, la resistencia mínimo aceptable es de 2 horas.
<p>Impacto Ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La implementación de la propuesta tiene, mediante una gestión responsable de los residuos se busca que el impacto generado sea el menor posible. - Se determina una afectación menor en cuanto a la construcción de muros de concreto requiere la utilización de formaletas de madera, clavos de acero, fibra de sílice, restos de varilla y residuos de los empaques del cemento y otros aditivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La construcción de un nuevo medio de egreso obliga a que se genere una serie de residuos de construcción los cuales deben ser gestionados mediante el SIGREP. La gestión de los residuos requiere coordinación, transporte, gestión del residuos y regente ambiental, lo cual incrementa los costos de la alternativa de solución. Implica un cambio en el sistema de iluminación por lo que se deben gestionar los residuos del sistema de iluminación como cables, luminarias, entre otros, mediante el SIGREP. - Al realizar un cambio en el sistema de luminarias se incrementa la demanda energética por la incrementación en la cantidad de luminarias instaladas, lo cual es contrario a la política energética empresarial La empresa se

		encuentra en proceso de certificación en eficiencia energética (ISO 50001) .
Seguridad Laboral	<ul style="list-style-type: none"> - Debido a la antigüedad de la edificación, al realizar las modificaciones se presentan riesgos de seguridad por el trabajo en altura, utilización de herramientas manuales, neumáticas e hidráulicas y elementos mecánicos en movimiento. - No existe personal entrenado para realizar trabajos en alturas, que realice los cambios estructurales, pero se está en proceso de entrenamiento. - No se cuenta con protocolos para trabajo en alturas, soldadura, corte y esmerilado, lo que podría generar conatos de incendio. - No se requiere de personal externo para su construcción. - El mantenimiento de la iluminación y señalización implica trabajo en alturas y en equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Al realizar cambios en la estructura para habilitar un medio de escape en la región lateral derecha del primer nivel del mezanine, los colaboradores se exponen a estrés térmico, cemento monolítico y fibra de vidrio presente en las regiones superiores del elevador de materia y hornos. - Transferencia del riesgo de seguridad a una empresa subcontratada, ya que a nivel interno no se cuenta con las herramientas necesarias para habilitar un nuevo medio de egreso. - Al construir una rampa en la región lateral izquierda requiere del uso de andamios, por ende, debe disponer de todo lo mencionado anteriormente. - Se requiere de la subcontratación de una empresa externa por ende requiere de un proceso de entrenamiento en cuanto a la normativa y políticas de seguridad y salud de Agrep Forestal S.A.
Salud Ocupacional	<p>Al implementar estos cambios se genera un impacto sobre la salud de los operarios como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición a humos metálicos y trazas de carbono. - Exposición a ruido. - Exposición a estrés térmico - Exposición a material particulado de madera. - Exposición a dióxido y monóxido de carbono. - Exposición a radiación (soldadura). - Exposición vectores biológicos alojados en el aserrín húmedo que se acumula entre las paredes. 	<p>Al implementar estos cambios se genera un impacto sobre la salud de los operarios como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición a humos metálicos. - Exposición ocupacional a ruido. - Exposición ocupacional a estrés térmico - Exposición ocupacional a material particulado de madera. - Exposición a radiación (soldadura) - Exposición a radiación (solar) . - Exposición a vibraciones. - Exposición al amianto. - Exposición a trazas de carbono. - Exposición vectores biológicos alojados en el aserrín húmedo que se acumula entre las paredes.
	La propuesta integra los requerimientos establecidos por la normativa NFPA 101 y por el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa	La propuesta integra los requerimientos establecidos por la normativa NFPA 101 y por el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica, para garantizar que la ocupación

Normativo / Legal	Rica, en cuanto a los requerimientos a integrar para cumplir con las condiciones necesarias en cuanto a seguridad humana contra incendios.	cumple con las condiciones necesarias en cuanto a seguridad humana contra incendios, sin embargo, al aplicar este control de ingeniería se podría estar implementando propuestas acordes a nivel de requerimientos pero que no coinciden con la realidad económica de la empresa.
Cultural	<p>La propuesta les demuestra a los colaboradores que se puede contar con los elementos de seguridad humana contra incendios necesarios para salvaguardar la integridad física y la salud. Además, que se puede evidenciar que los controles son acordes al nivel de riesgo de la actividad que se está desarrollando.</p> <p>Estas intervenciones en la organización generan un cambio cultural en el pensamiento del colaborador y en la percepción que tiene de la seguridad humana contra incendios.</p> <p>Anteriormente se ha manifestado por parte de los colaboradores de la planta de producción que reconocen que el riesgo de incendio es alto y que la estructura no cuenta con los requerimientos necesarios para salvaguardar la integridad física de los ocupantes. Al contar con los elementos necesarios de seguridad humana contra incendios se genera mayor confianza para el desarrollo de la tarea.</p>	<p>La propuesta les demuestra a los colaboradores que se puede contar con los elementos de seguridad humana contra incendios necesarios para salvaguardar la integridad de la salud. Lo que genera un cambio cultural y de pensamiento a nivel general. Contar con los elementos de seguridad humana necesarios genera mayor confianza para el desarrollo de la tarea. Además, se demuestra un cambio en la visión de los colaboradores, al demostrar que la seguridad humana es una inversión.</p>
Condiciones especiales de requerimientos normativos	Debido que el mezanine se considera como una extensión del primer piso al no abarcar más de 1/3 del área total del piso, la normativa NFPA 101 señala que no se obliga a que el mezanine cuente con resistividad ignifuga a nivel estructural y rociadores, pero si se debe contar con dos medios de escape como mínimo, que cumplan con las condiciones de seguridad humana contra incendios.	

D. Matriz de comparación de alternativas

La siguiente matriz comparación del cumplimiento de requerimientos en seguridad humana contra incendios.

Cuadro 7. Comparación de alternativas de solución del programa de seguridad humana.

Factores	Alternativa 1	Alternativa 2
Seguridad de los ocupantes	✓	X
Impacto ambiental	✓	✓
Culturales	✓	✓
Salud Ocupacional	✓	X
Seguridad Laboral	✓	X
Condiciones especiales de requerimientos	✓	✓
Higiene Industrial	X	X

E. Comparación de las alternativas de solución del programa de seguridad humana contra incendios

Cuadro 8. Comparación entre alternativas de solución para el programa de seguridad humana

Factores	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa seleccionada
Paredes	Revestimiento de concreto en parales y paredes con una resistencia de 240 kg/cm ² .	Recubrimiento de parales con pintura intumescentes y revestimiento de paredes con concreto 210 kg/cm ² .	Se selecciona la alternativa de revestimiento de parales y paredes con concreto 240 kg/cm ² , ya que la pintura intumescente tiene un efecto retardante de 30 minutos, lo cual no garantiza un tiempo adecuado para la seguridad estructural. Por otro lado el concreto 210 kg/cm ² , tiene una resistividad menor a las llamas, ya que por diseño contiene más agua, menos fibra y menos cemento.
Puertas	Puerta corta fuego con abertura orientada hacia los laterales con brazo hidráulico listado con UL, sin llavín.	Puerta corta fuego de dos alas con brazo hidráulico y barra antipánico ambos listados con UL.	Se selecciona la alternativa 1, ya que por la naturaleza del proceso productivo es necesario que los Back Hoe y cargadores ingresen a la planta de producción mediante puertas de accionamiento automático con una botonera de apertura de emergencia integrada y caso contrario con la alternativa de solución 2, la cual requiere que se abran y cierren las puertas de forma manual.
Iluminación	Iluminación de emergencia con balastro instalada en paredes	Iluminación suspendida con balastro de emergencia	En el caso de la iluminación se plantea la instalación de luminarias en las paredes y parales de soporte, ya que la ruta de evacuación bordea el perímetro interno de la planta de producción y en caso de incendio en el techo se evita la caída de las luminarias de emergencia.
Señalización	Señalización de emergencia fotoluminiscente	Señalización de emergencia satinada	Se selecciona la iluminación fotoluminiscente, ya que pese a costar el doble que la señalización satinada, esta es visible en condiciones de ausencia de luz, lo cual garantiza poder evacuar de forma rápida segura, además en cuanto a la decoloración la vida útil es mayor.
Compartimentación	Compartimentación del cuarto eléctrico	Instalación de extintores de Hexafluoruro de propano	Se selecciona la alternativa de compartimentación, ya que el Hexafluoruro de propano es un gas con efectos nocivos para la salud, puede generar lesiones de tipo criogénicas y en caso de ingesta o penetración en las vías respiratorias puede ser mortal. Además conlleva un costo elevado de mantenimiento y recarga, lo que lo convierte en un costo recurrente.

			<p>EPP obligatorio para la manipulación de Hexafluoruro de propano:</p> 
Trabajos en caliente	Manta ignifuga para labores de corte y soldadura	Sistema de extracción localizada para trabajos de corte y soldadura	Se selecciona la alternativa de la manta ignifuga, ya que el costo de adquisición es menor, además dicha manta permite capturar las partículas emitidas por diferentes fuentes. Caso contrario con los extractores, ya que se requiere un ducto de extracción por cada fuente de generación.
Sistema de extinción de incendios	Sistema de rociadores automáticos con bulbo termosensible.	Sistema de rociadores de accionamiento manual	Se selecciona la opción de rociadores con bulbo termosensible, ya que en ocasiones los colaboradores tardar en identificar los conatos de incendio y la instalación de rociadores automáticos mitiga el riesgo de una respuesta tardía, es importante tener en cuenta que en el caso de combate contra incendios, el fuego se triplica en magnitud por cada minuto que avanza la emergencia. Por otro lado el sistema de rociadores puede ser conectado directamente al sistema de detección de humo.
Dispositivos móviles para extinción de incendios	Extintores tipo ABC, BC y 2 carretillas extintoras, garantizando una cobertura total de la planta de producción mediante un plano de cobertura de extintores.	Extintores tipo A y 9 carretillas extintoras.	Se selecciona la opción 1, ya que se garantiza igual protección que en la alternativa 1 pero a costo menor tanto de recarga, como de mantenimiento preventivo y correctivo por el deterioro generado por el polvo, además el costo de un extintor ABC es menor que uno tipo A. Por otro lado las carretillas extintoras requieren mayor espacio y pueden ser obstáculos para una evacuación segura en caso de eventos de sismo.

Aspectos generales

1. Ubicación y colindancias

La empresa Agrep Forestal S.A., se encuentra ubicada en el cantón de San Carlos, en el distrito de Muelle. Del Servicentro Muelle, 3.5 km al este. Frente a la empresa Tropical Paradise Fruits Co. (TropiFreeze) . Colinda al norte con la empresa TropiFreeze, en la región sur, este y oeste con lotes baldíos.

2. Descripción de proceso

En primera instancia se deposita la madera en el chipper para ser triturada, como resultado se obtiene un chip de madera de consistencia sólida y astillosa, con una humedad relativa cercana al 60 % sin embargo, esto puede variar dependiendo de las condiciones meteorológicas de cada época del año.

Posteriormente se busca formar un cilindro uniforme con un tamaño de 6 cm aproximadamente y con una humedad relativa cercana al 10 %. Luego la madera pasa por los procesos de pelletizado y molinado. La formación de este producto requiere un involucramiento calórico cercano a los 18,5 MJ/kg.

3. Recurso humano involucrado en el programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios

Cuadro 9. Contactos administrativos de Agrep Forestal

Nombre	Puesto	Contacto	Contacto
Nelson Ugalde Rojas	Gerente Administrativo	Confidencial	2474-8098 (central telefónica)
Juan Gabirel Sauma Rossi	Gerente General	Confidencial	
Steven Fernández Araya	Gerente de Procesos	steven@agrepforestal.com	
Karen Obando Brenes	Gestora de Calidad	calidad@agrepforestal.com	
Magally Rodríguez Campos	Gestora de Materia Prima	gestion@agrepforestal.com	

4. Recursos económicos

La puesta en marcha del programa requiere de una inversión económica. Sin embargo, al ser todas las gerencias parte de la estructura operativa del programa será de conocimiento siempre del gerente administrativo cualquier necesidad económica.

La solicitud de recursos a la gerencia administrativa y financiera seguirá el mismo proceso que las demás solicitudes internas de recursos. Todo se tramitará mediante proveeduría.

5. Estructura organizacional

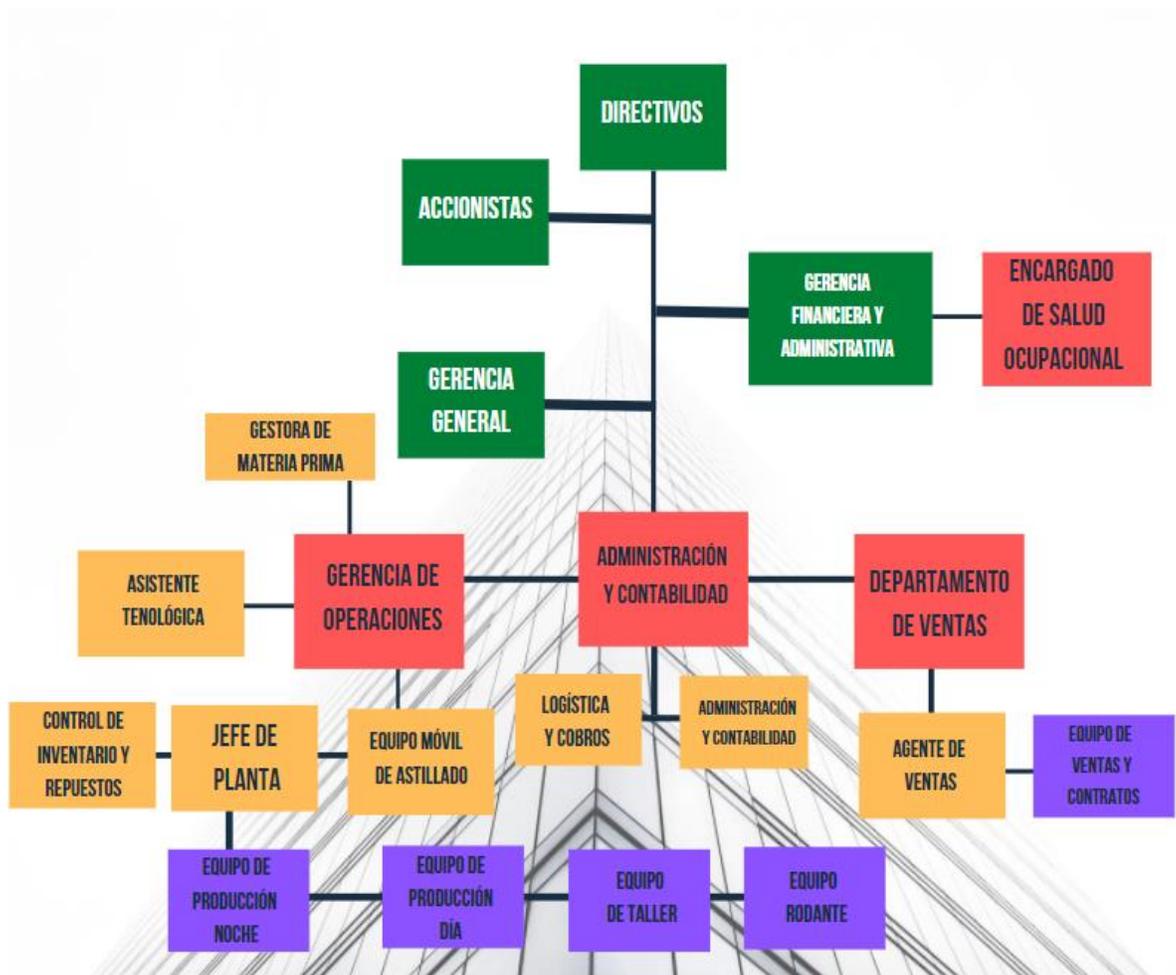


Figura 11. Organigrama de Agrep Forestal

6. Representantes de gerencia

El siguiente cuadro resumen la información de los representantes de gerencia de Agrep Forestal S.A.

Cuadro 10. Información de gerentes

Nombre	Tipo de Representación	Puesto	Teléfono	Correo
Juan Sauma Rossi	Legal	Gerente General	2474 - 7025	juan@pelletics.com
Nelson Ugalde Rojas	Administrativa, Financiera y Gerencial	Gerente de Administrativo y Financiero	2474 - 8098	nelson@agrepforestal.com

7. Liderazgo para la prevención de riesgos ocupacionales

A. Política de seguridad humana contra incendios formulada para el programa de seguridad humana contra incendios.

En AGREP FORESTAL S.A, estamos comprometidos con identificar, mitigar y controlar el riesgo de incendio o cualquier otra situación similar que pueda generar una condición de emergencia o pueden impedir el cumplimiento de la política y los objetivos de salud y seguridad ocupacional de la empresa.

Esto se logra mediante una efectiva gestión de los riesgos, sumado a la participación de todos los trabajadores para lograr identificar las condiciones inseguras que se presentan en el centro de trabajo, posteriormente se analiza y establecen los controles para su respectiva prevención, en miras de una mejora continua de la empresa.

Se desarrollan las siguientes acciones:

- Mantener, implementar y actualizar constantemente el Plan de Preparativos y Respuesta ante Emergencias de acuerdo con lo establecido en la legislación actual del país en materia de incendios.
- Cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requerimientos que la empresa suscriba en relación con la gestión del riesgo de incendio ante situaciones de emergencia.

- Comunicar y formar a todos los colaboradores sobre los temas de prevención de incendios para crear una sólida cultura preventiva en nuestra empresa.

Todo lo anterior se establece bajo los principios de solidaridad, integridad, seguridad humana, protección a la vida, accesibilidad, igualdad de oportunidades, no discriminación, razonabilidad y proporcionalidad.

B. Comunicación de toma de decisiones gerenciales a los colaboradores

La comunicación de cualquier decisión que se tome por parte de la gerencia o la brigada de emergencia, serán comunicadas mediante el software Intedya. Dicho software notifica automáticamente a todos los colaboradores mediante un correo electrónico (correo empresarial) en su teléfono celular cuando se envían circulares internas.

8. Involucramiento y participación de los colaboradores

Cualquier situación de riesgo identificada por los colaboradores se puede notificar mediante el software Intedya, como una no conformidad. Posterior a enviar la notificación se informa a los teléfonos celulares de las gerencias y gestora de calidad (correo interno), acerca de que existe una condición de vulnerabilidad identificada.

Además, se ofrece un incentivo económico a los colaboradores mediante una rifa trimestral de 200 mil colones, por la colaboración en la mejora de las condiciones de la seguridad humana de la planta de producción. Por otro lado es necesario contar con un profesional en seguridad laboral e higiene ambiental que vele por la gestión de la seguridad humana contra incendios.

9. Identificación de peligros y riesgos

Los riesgos de seguridad humana e incendio son identificados mediante inspecciones trimestrales en la planta de producción. Se debe inspeccionar por al menos dos días el primer y segundo nivel del mezanine, cuarto eléctrico y el primer piso o piso base.

En lo que respecta a la evaluación de los riesgos, ésta se desarrolla mediante una matriz de evaluación de riesgos, basada en la INTE 31: 06-07-2011 (ver apéndice 22) .

10. Prevención y control de los riesgos en seguridad humana

Para la toma de decisiones en cuanto a la prevención y control de los riesgos la gerencia toma en cuenta las recomendaciones establecidas por la brigada de emergencias, ya que al ser esta brigada multisectorial se establecen controles con más criterio y objetividad. Sin embargo, las decisiones finales son tomadas por las gerencias.

11. Capacitación y formación

Se desarrolla según lo estipulado en el plan semestral de capacitaciones en seguridad humana 2020.

Guía de capacitaciones en seguridad humana

A. Objetivo de la guía de capacitación:

Formar a los trabajadores de Agrep Forestal S.A., para que adquieran el conocimiento básico en materia de seguridad humana contra incendios, para un abordaje seguro y adecuado de las condiciones de riesgo a las que se exponen en la empresa.

Cuadro 11. Plan de capacitación en seguridad humana contra incendios

Tema	Puntos para capacitar	Mes	Tiempo
Seguridad humana	<ul style="list-style-type: none">Identificación de peligros y evaluación de riesgosSeñalizaciónExtintores (teórico)	Febrero	120 minutos
	<ul style="list-style-type: none">Inspección de áreasExtintores (Práctico)Plan de emergencias (PPRAE)	Marzo	120 minutos
Involucramiento de los colaboradores en la gestión de la seguridad humana contra incendios	<ul style="list-style-type: none">Participación en la gestión de la seguridad humana contra incendiosReporte de accidentes e incidentesPlan de emergencia		
Simulacros	Simulacro de emergencias enfocado en seguridad humana	Mayo	120 minutos

La persona encargada de impartir las capacitaciones debe contar con formación profesional en salud ocupacional o seguridad laboral e higiene ambiental. La población meta a recibir las capacitaciones son los colaboradores de la planta de producción (seis colaboradores) .

12. Mejora continua del programa de seguridad humana contra incendios

El proceso de mejora continua se enfoca en cuatro aspectos principales. En primera instancia se planea lo que se piensa realizar para evitar la aparición de situaciones imprevistas. Durante la planeación se establecen los objetivos y procesos necesarios para alcanzar los resultados esperados.

Luego se debe ejecutar la planeación mediante la implementación de procesos para alcanzar los objetivos. En una tercera etapa mediante la verificación, se mide el desempeño de los procesos desarrollados, siempre bajo la línea guía de los objetivos. Por último, por medio de la actuación se ejecutan las acciones para la mejora del proceso.

13. Involucrados internos

- Gerente General.
- Gerente Administrativo y Financiero.
- Gerente de Operaciones.
- Gestora de Calidad.
- Brigada de Emergencias.
- Gestor de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

14. Matriz RACI

El siguiente cuadro determina las responsabilidades de cada uno de los interesados internos en Agrep Forestal.

Cuadro 12. Matriz RACI del programa de seguridad humana contra incendios

Actividad	Puesto				
Aprobar los proyectos en seguridad humana contra incendios	Gerente General	Gerente Administrativo y Financiero	Gerente de Operaciones	Gestora de Calidad	Brigada de emergencias
Revisar trimestralmente los procedimientos de gestión de la seguridad humana contra incendios	R	R	R	C	C
Definir y aprobar el presupuesto para la ejecución del programa de seguridad humana contra incendios	A	R	A	C	I
Fomentar la colaboración activa de los trabajadores	C	C	C	A	R
Planear y ejecutar las capacitaciones acordes al plan semestral	C	C	A	R	C
Mejoramiento continuo del programa de seguridad humana contra incendios	A	A	A	R	I
Auditorias en seguridad humana contra incendios	A	A	C	R	R

Simbología:

R - Responsable

A - Aprobador

C - Consultado

I - Informado.

15. Controles de ingeniería

Protección pasiva contra incendios

Propósito

Mediante el programa de seguridad humana contra incendios se busca establecer los requerimientos necesarios para la mejora de las condiciones de seguridad humana en la planta de producción de Agrep Forestal, enfocado en protección pasiva contra incendios, determinados por la NFPA 101 y el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica, las propuestas de controles no incluyen IVA, ya que Agrep Forestal es una empresa de zona franca y por ley tributaria se le exonera del pago de impuestos.

Objetivo

Proponer los controles ingenieriles de protección pasiva contra incendios para la planta de producción de Agrep Forestal S.A.

Alcance

Este apartado está orientado a brindar las condiciones necesarias en materia para garantizar la seguridad humana de los ocupantes en la planta producción de Agrep Forestal, basados en la normativa NFPA 101.

I. Resistividad ignífuga en estructuras de acero

Según el acta de techos de PROCOMER 2020, el 90 % de la estructura está compuesta por acero el cual no posee resistencia a las llamas. Por lo que se propone utilizar un revestimiento corta fuego de concreto, para darle protección a la estructura. La resistividad mínima al fuego debe ser de dos horas. Lo cual es tiempo suficiente para poner a salvo a todos los ocupantes de la edificación. Esto se establece en el capítulo 8 de la normativa NFPA 101.

II. Puertas cortafuego

Se deben instalar puertas cortafuego en los dos cuartos eléctricos, ya que se trabaja con alta tensión y los elementos que componen y controlan el sistema eléctrico son de costo elevado.

Según los requerimientos establecidos por la NFPA 101 sección 7.2.1.15.2, las puertas cortafuego deben contar con las siguientes características:

- Altura mínima de 2 metros y ancho libre de 0.90 m.
- Todos los elementos deben ser listadas UL.
- Los elementos de sostén y soporte en los vanos de la puerta deben tener una resistencia al fuego de una hora.
- La puerta debe abrir en sentido hacia el exterior.
- En caso de los brazos hidráulicos deben contar con propiedades ignífugas.



Figura 12. Puerta cortafuego

Fuente: COSMOS Safety, 2020

Cuadro 13. Presupuesto de la puerta corta fuego

Marca	Cantidad	Contenido	Resistencia al fuego (horas)	Precio (€)
Raynor	1	Puerta + barra antipánico + brazo hidráulico	2.5	3.300.000

III. Iluminación de emergencia

La normativa NFPA 101 en el apartado 7.9, establece que la totalidad de la ruta de evacuación debe encontrarse debidamente iluminada, hasta llegar al punto de reunión o zona segura. El sistema de alimentación energética debe ser autónomo y garantizar al menos una hora y media de funcionamiento, además debe garantizar 6 lux como mínimo, por norma se ubica una luminaria de emergencia sobre cada salida en ambos sentidos.

La iluminación de emergencia se debe colocar cada 6 metros por directriz normativa.



Figura 13. Lámpara de emergencia

Fuente: Sylvania, 2020

Cuadro 14. Presupuesto lámpara de emergencia

Marca	Cantidad	Contenido	Autonomía energética (horas)	Cantidad	Precio (₡)	Total (₡)
Philips	1	Lámpara y soporte	2	2	30.000	60.000

IV. Señalización de salvamento

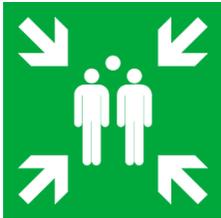
Presupuesto para la señalización

Características necesarias en las señales:

- A. Alta definición de colores.
- B. PVC de alta resistencia.
- C. Alta resolución de imagen.
- D. Impresión resistente a condiciones climatológicas variantes.

La señalización de salvamento se debe instalar según los requerimientos establecidos en la normativa INTE T1: 2016 e INTE 21-02-02: 2016, al igual que la en caso de la iluminación se debe garantizar una cobertura del 100 % de la ruta de escape. Cabe destacar que, la normativa INTE 21-02-02: 2016 determina una serie de lineamientos en cuanto a las dimensiones adecuadas para la señal en función de la distancia máxima de observación. La señalización de combate contra incendios está definida por la INTE 21-02- 01:2016, dicha señalización será instalada sobre la ruta de escape.

Cuadro 15. Señalización presupuesta para la planta de producción

Señal	Costo (₡) (Full color)	Cantidad	Total (₡)
	30.000	1	90.850
	6.700	3	
	4.050	7	

Fuente: Impresiones Industriales HILDALGOL, 2020

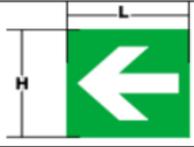
Señal	Significado	Medidas mínimas según distancia máxima de observación d (cm)			
		cota	d≤10	d<20	d<30
	Salida	L L1 H H1 H2	33 28 10 5 2,5	66 56 20 10 5	99 84 30 15 7,5
	Flecha direccional	L H	10 10	20 20	30 30
	Ruta a la salida	L H	10 10	20 20	30 30

Figura 14. Altura de colocación de las señales de salvamento

Fuente: INTECO, 2016

Además, la INTE 21-02-02: 2016, establece la altura a la que debe colocarse cada señal para que sea visible desde el aposento en el que se está instalando.

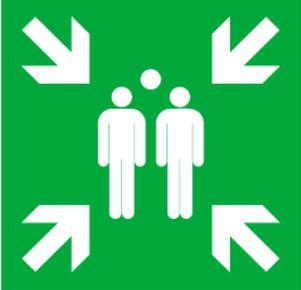
Altura	Especificación
Alta	Para la colocación de rótulos a una altura alta (ejemplo: rotulación y equipos de seguridad e incendio, señales de salida), se debe colocar el borde inferior del rótulo a una altura comprendida entre 2,10 m a 2,40 m por encima del nivel de piso terminado, siempre y cuando, la distancia entre el cielorraso y el borde superior del rótulo no sea menor a 0,20 m.
Media	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.
Baja	Para la colocación de rótulos a una altura baja (por ejemplo, señales próximas al piso), el borde inferior del rótulo debe estar a una altura comprendida entre 0,15 m a 0,45 m por encima del nivel de piso terminado para que la señal puede verse en condiciones de humo.

Figura 15. Altura de colocación de las señales de salvamento

Fuente: INTECO, 2016

El siguiente cuadro detalla las cantidades de señales necesarias para cubrir la totalidad de la ruta de escape.

Cuadro 16. Señalización propuesta en la planta de producción

Señal	Cantidad	Localización	Dimensiones
	2	Región superior del marco de la puerta	0.20 m x 0.55 m Área rectangular
	4	En pasillos de tránsito con orientación hacia las salidas	0.40 m x 0.20 m Área rectangular
	1	Región exterior segura	1.15 m x 1.05 m Cuadrado

La siguiente figura indica la posición de las señales de salvamento.

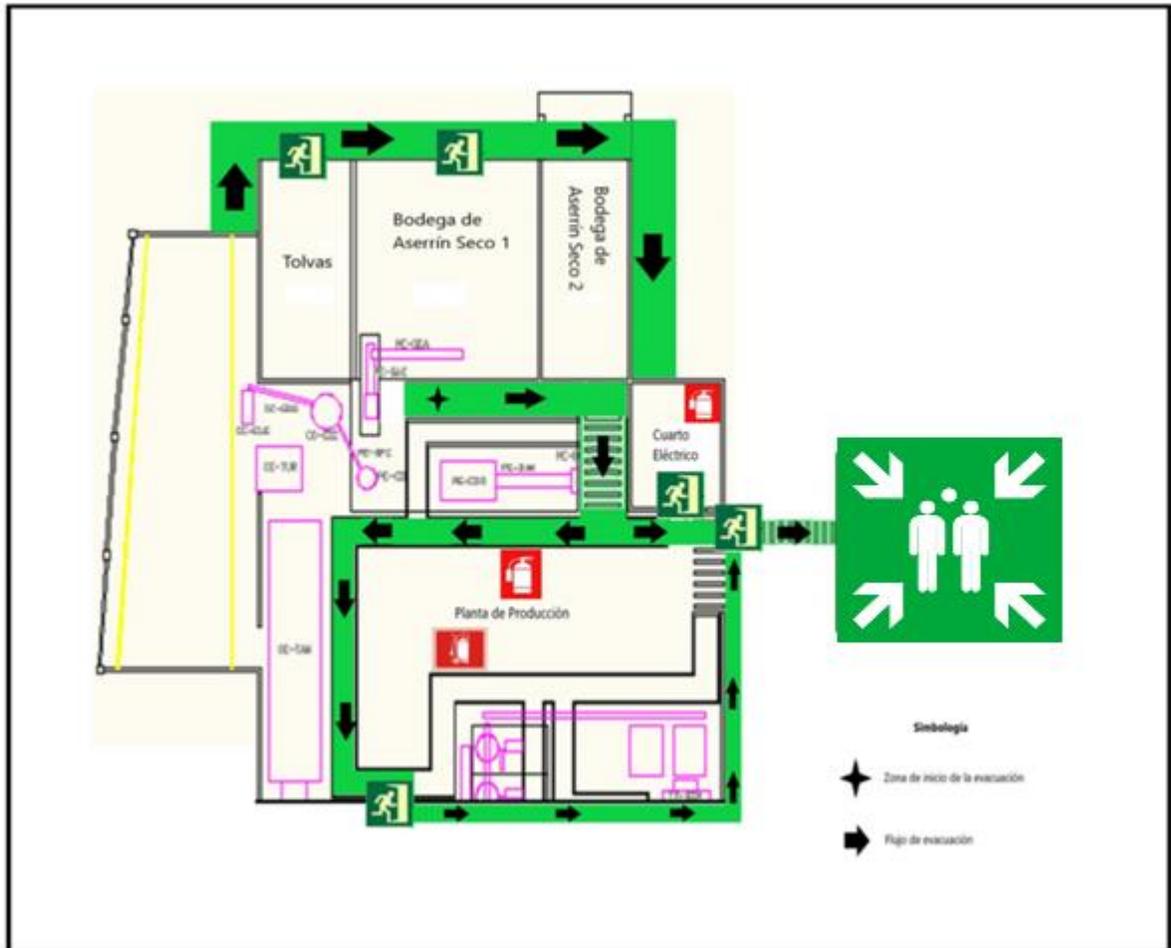


Figura 15. Distribución de la señalización de salvamento en la planta de producción

VIII. Compartimentación del cuarto eléctrico

Se propone la implementación de compartimentación en el cuarto eléctrico según lo establece NFPA 13, en el apartado 8.1.1.1 y 8.15.10.3, ya que se trabaja con voltajes elevados.

La compartimentación debe cumplir como mínimo con las siguientes características:

- E. Si se trabaja en conjunto con rociadores automáticos debe tener una resistencia al fuego mínima de dos horas
- F. Las aberturas en las paredes para el ingreso y salida como tuberías y líneas energéticas deben estar bloqueadas por sellos corta fuego.
- G. Todos los elementos de las puertas deben ser listados UL.
- H. Todas las tuberías y sistemas de cableado deben estar cerradas por sellos corta fuego.
- I. El cielorraso debe contar con resistencia al fuego de al menos una hora.
- J. Todas las aberturas en paredes deben estar selladas.

La siguiente figura representa la compartimentación de cuartos eléctricos con una línea de color rojo.

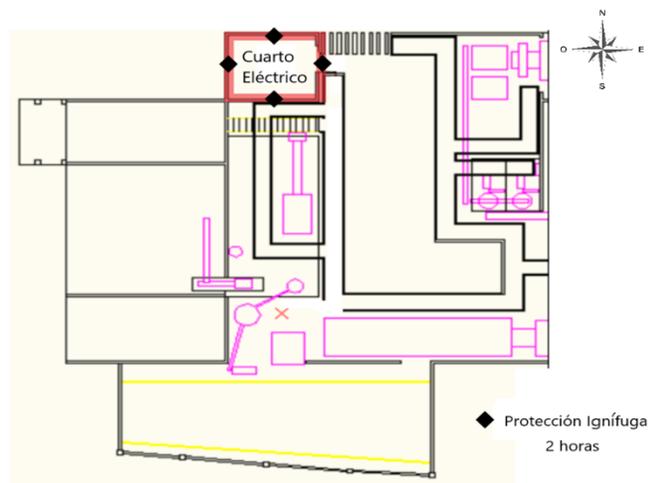


Figura 16. Compartimentación de cuartos eléctricos

IX Escaleras y barandas

Al no cumplir con el requerimiento de dos salidas seguras en el local de trabajo, se propone la instalación de dos escaleras en las esquinas frontales del mezanine.

Requerimientos de las escaleras:

- El ancho mínimo de la escalera es de 0.91 m.
- La construcción debe ser fija y permanente.
- Debe contener materiales no combustibles en su totalidad.
- Debe tener descansos en las aberturas de las puertas.
- El descanso debe conservar el mismo ancho que los peldaños.
- Se permite peldaños con perforaciones al ser una escalera para exteriores.
- La variación de profundidad de los escalones no debe ser mayor a 4,8 mm.
- Debe contener baranda en todo el recorrido y en la parte interna cerramiento.
- Las barandas se deben encontrar a una altura de 0.90 m.

La siguiente figura ilustra la escalera necesaria en la región lateral del mezanine.

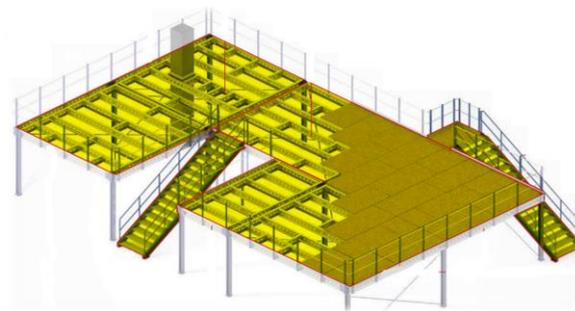


Figura 17. Escaleras vistas superior y lateral

Cuadro 16. Presupuesto estructuras del mezanine

Estructura armable diseñada a la medida para el mezanine		
Fabricante	Contenido	Precio ₡
Estructuras metálicas Gustavo Ancáis Vargas	Escalera + Baranda	5.750.000

X. Cumplimiento normativo

Cuadro 17. Cumplimiento normativo en seguridad humana contra incendios

Componente	Referencia normativa
Compartimentación	<ul style="list-style-type: none">• NFPA 101• Apartado 3.2 del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica
Puertas	<ul style="list-style-type: none">• Apartado 7.2 de la NFPA 101• Apartado 3.1.5.A del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica
Señalización	<ul style="list-style-type: none">• Apartado 7.10 de la NFPA 101.• INTE 7010.
Iluminación	<ul style="list-style-type: none">• Apartado 7.9 de la NFPA 101• Apartado 3.3 del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica.
Escaleras y barandas	<ul style="list-style-type: none">• Apartado 7.1 de la NFPA 101• Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica• INTE W7:2019
Mezanine	<ul style="list-style-type: none">• Apartado 8.6.10.21 de la NFPA 101.• Apartado 7.4.1.1 de la NFPA 101.• Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica

XI. Trabajos de corte y soldadura en alturas.

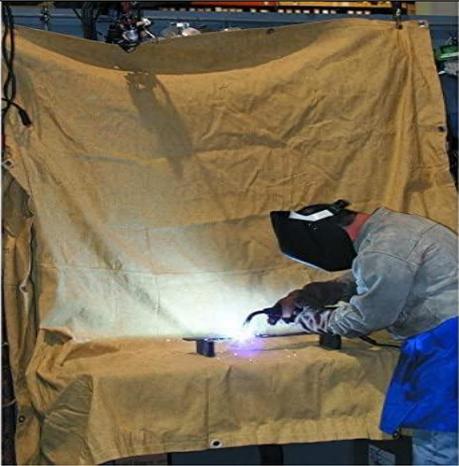
La ejecución de tareas de corte y soldadura representa un riesgo para la generación de conatos de incendio, ya que las chispas se precipitan en áreas en las cuales se acumula considerablemente polvo de madera, facilitando la aparición de las llamas.

Para el control de este riesgo se propone emplear la utilización de mantas ignífugas para corte y soldadura, las cuales imposibilitan que las chispas tengan contacto con el polvo

que se acumula en los pisos y paredes, cortando de esta manera la cadena de generación de conatos de incendios.

XII. Mantas ignífugas para trabajos de corte y soldadura

Cuadro 18. Características de la manta ignífuga para trabajos de corte y soldadura

Características	Información	
Precio	\$ 855	
Tamaño	8 x 5 m	
Temperatura de trabajo	600 ° C – 800 ° C	
Temperatura máxima	1600 ° C	
Normativa aplicable	EN 1869	
Proveedor	FUTURAS SOLUCIONES S.A.	

Protección Activa contra Incendios

Propósito

Establecer los requerimientos necesarios para la mejora de las condiciones de seguridad humana en la planta de producción de Agrep Forestal, enfocado en protección activa contra incendios, determinados por la NFPA 101 y el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica.

Objetivo

Proponer los controles ingenieriles de protección activa contra incendios para la planta de producción de Agrep Forestal S.A.

Alcance

Este apartado del programa está orientado a controlar las deficiencias encontradas en materia de protección activa contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.

Sistema fijo de supresión de incendios

A. Rociadores

Debido al alto riesgo de incendio y como requerimiento de la NFPA 101 apartado 7.5.1.4, NFPA 20, NFPA 25 y el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica, se debe instalar un sistema de rociadores de manera obligatoria, el cual debe cumplir con las características mínimas siguientes:

- La presión del agua en el sistema no debe exceder los 24 bar.
- Como mínimo se requiere la instalación de tubería de acero cédula 40, para garantizar la seguridad de mismo.
- La NFPA 20 determina el tipo de bomba a instalar.
- La NFPA 25 indica el tipo de inspección y la prueba del sistema hidráulico que se debe realizar.

- El diseño, distribución, presiones y alimentación del sistema de protección contra incendios compete específicamente a un profesional de Ingeniería Mecánica o Mantenimiento Industrial.

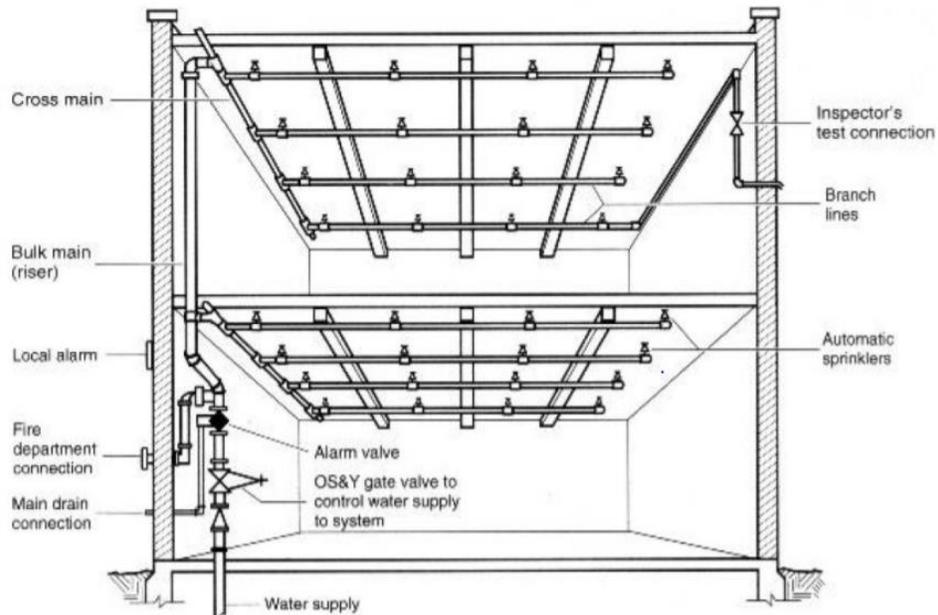


Figura 18. Sprinklers

Fuente: Botta, 2011

Toda edificación que cuente con un área de construcción superior a los 2000 m², por lo que debe contar con un hidrante. Agrep Forestal la instalación de los rociadores es de carácter obligatorio, ya que no se cumple con el requisito de distancia mínima de 23 metros entre los medios de egreso existentes. No obstante los cálculos hidráulicos y el diseño de distribución de la instalación no se encuentran contempladas dentro de las competencias profesionales del ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental, esta actividad le compete directamente a los ingenieros mecánicos y/o electromecánicos.

B. Estaciones manuales de incendios

En Agrep Forestal S.A., se cuenta con estaciones manuales, sin embargo, estas se encuentran fuera de operación y no tienen un panel central que controle la recepción de las señales, es decir es de accionamiento directo.

De acuerdo con la normativa vigente, las estaciones manuales se deben situar a una distancia no superior a los 60 metros de sitio de trabajo. Las estaciones siempre deben estar libre de obstrucciones si se sitúan a una altura promedio de 1.50 metros, esto aplica bajo los requerimientos de NFPA 13, apartado 8.15.10.3.

La siguiente figura muestra la distribución propuesta para las estaciones manuales de incendios.

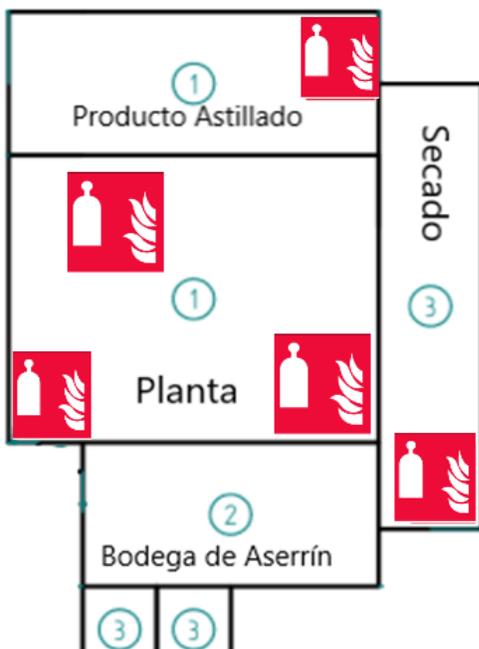


Figura 19. Ubicación de estaciones manuales en la planta de producción

Cuadro 19. Presupuesto requerido para las estaciones manuales de incendio

Marca	Característica	Cantidad	Precio (¢)	Total (¢)
Notifier	<ul style="list-style-type: none"> Cumple con norma UL 38, Estándar para las Cajas de Señalización Actuadas Manualmente. Resiste hasta 120 ° C. Uso en zonas con alta humedad. 	5	27.000	135.000

C. Luz estroboscópica de incendio

- Al activarse la señal de emergencia la luz estroboscópica brindará una señal luminosa y automáticamente sonará con una intensidad.
- mínima de 110 dB. El siguiente cuadro muestra la inversión requerida para la instalación de este dispositivo en la planta de producción.

Cuadro 20. Presupuesto luz estroboscópica

Descripción	Características	Características	Precio (¢)
	Notificación	Intermitente y sonido Sirena.	135.000
	Instalación	montada en la pared.	
	Energía	DC12V.	
	Nivel de sonido	100-110dB	
	Corriente clasificada	250 mA	

	Temperatura de funcionamiento	10 a 50 ° C.	
	Humedad	5% - 95% sin condensación	
	Marca	Simplex	

D. Extintores

Los extintores son elementos de soporte a los rociadores que son indispensables para Agrep Forestal S.A., puesto que en ocasiones se generan incendios en sitios de difícil acceso y la mejor forma para sofocar las llamas es mediante el uso de extintor. El siguiente cuadro detalla la inversión requerida en extintores móviles para la planta de producción.

Cuadro 21. Presupuestos extintores

Proveedor	Marca	Características	Precio (¢)	Precio Total (¢)
ASOSI	BADGER	Tipo BC	130.000	974.000
		CO ₂ con capacidad de 15 lbs		
		Certificado UL		
	BUCKEYE	Tipo ABC	44.000	
		CO ₂ con capacidad de 15 lbs		
		Certificado UL		
	BUCKEYE	Carretilla extintora NO ₂	¢ 800.000	
Certificado UL				

La figura ilustra la distribución de los equipos móviles de extinción de incendios (ver apéndice 24).

A. Gestión de la seguridad humana ante incendios en la planta de producción

Información general del programa de seguridad humana contra incendios

Agrep Forestal S.A., expone el compromiso que adquieren las gerencias e inversionistas con los colaboradores y con el proceso de mejoramiento continuo en cuanto a las condiciones de seguridad humana contra y protección contra incendios de la planta de producción.

Propósito

Mediante el siguiente estándar de gestión de la seguridad humana se espera que los colaboradores de la planta de producción gocen de las condiciones administrativas y locativas de seguridad y protección contra incendios requeridas a nivel de gestión.

Identificación y evaluación de riesgos

Para la evaluación del riesgo de incendio se debe aplicar la matriz suministrada de evaluación de riesgos generales, puesto que la empresa cuenta con un orden de prioridad para la atención de los riesgos ocupacionales.

Proceso de formación y capacitación

El proceso de formación y capacitación es necesario y clave para el adecuado funcionamiento del programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios, puesto que se asegura que los ocupantes sabrán como actuar al momento en que se presente una situación de emergencia.

Dentro de los temas en los cuales se han determinado deficiencias y requieren formación se tiene:

- Extinción de incendios.
- Psicología de la emergencia.
- Comunicación de la emergencia.
- Clasificación de los fuegos.
- Plan de preparación y respuesta ante emergencias.
- Evacuación.
- Simulación y simulacros.

Nota: Se cuenta con un plan de preparación y respuesta ante emergencias el cual brinda las instrucciones de trabajo según la eventualidad, al igual que con un plan semestral de formación el cual indica los temas y subtemas a capacitar o formar.

Brigada de emergencias

Agrep Forestal S.A., reconoce mediante la identificación de los riesgos laborales, que en el desarrollo de sus actividades se presentan diferentes riesgos de tipo ocupacional, locativos y operativos.

Por lo que en la búsqueda de alcanzar el grado de protección adecuado se han establecido una serie de controles ingenieriles y administrativos para la mitigación de estos. Sin embargo, no se está exento de que se pueda concretar algún evento que se traduzca en una emergencia.

La brigada de emergencia corresponde a un grupo de colaboradores debidamente formados, capacitados, organizados, entrenados y dotados con los recursos necesarios para prevenir, controlar y reaccionar ante situaciones vulnerabilidad, riesgo, emergencia o desastre. Su función está orientada a salvaguardar la integridad de las personas y los bienes con los que cuenta Agrep Forestal S.A.

En el cuadro número ** se presenta el nombre de los colaboradores que integran la brigada de emergencias de la empresa, cabe destacar que la brigada es multidisciplinaria.

Cuadro 22. Integrantes de la brigada de emergencias

Nombre de Brigadista	Identificación	Puesto
Magally Rodríguez Campos	206650612	Gestora de materia prima
Gustavo Berrocal Chavarría	206630278	Operador
Julio Javier López González	155822658436	Electromecánico industrial
Carlos Alberto Jarquín Mena	203710196	Guarda de seguridad

El siguiente recuadro resume el contacto de las instituciones que podrían brindar soporte en caso de emergencia y que además se encuentran próximos a la planta de Agrep Forestal S.A.

Cuadro 23. Números telefónicos de emergencia

Cuerpos de respuesta	Número de teléfono	Tiempo de respuesta
Cuerpos de Bomberos Pital	2473 4161	25 minutos
Cuerpos de bomberos Ciudad Quesada	2460 0502	35 minutos
Cruz Roja Pital	2473 4143	45 minutos
INS (Oficinas San Carlos)	2461 9858	45 minutos
Fuerza Pública (Florencia)	2475 5258	25 minutos
EBAIS San Francisco	2474 7151	20 minutos

- A. En caso de que ocurra una emergencia, se deberá comunicar acerca de la misma a las empresas vecinas o que se encuentren cercanas a Agrep Forestal, para que tomen las medidas del caso y en la medida de lo posible puedan brindar soporte.
- B. En este caso sería la empresa Tropifreez, ubicada frente a las instalaciones de Agrep Forestal S.A.
- C. Las personas autorizadas para solicitar el apoyo externo son el Gerente General y el Gerente de Producción.
- D. Indicar la dirección: 3.5 km al este del servicentro de Muelle.
- E. Indicar el tipo de actividad desarrollada.
- F. Indicar el tipo de emergencia.
- G. Indicar el origen de la emergencia y los controles aplicados.
- H. Comunicar lo sucedido a la brigada de emergencia y a la gerencia.
- I. Posterior al evento se debe documentar todo lo sucedido.

Nota: Toda emergencia debe ser reportada a la gerencia sin importar la magnitud de esta.

C. Procedimientos



La siguiente sección se encuentra integrada por los procedimientos a ejecutar para garantizar la gestión de la seguridad humana contra incendios en las plantas de producción de pellets de Agrep Forestal S.A.

Procedimientos
<ol style="list-style-type: none">1. Procedimiento para la comunicación de la emergencia y solicitud de apoyo externo (AF-IN/01)2. Procedimiento para la ejecución de simulaciones y simulacros (AF-IN/02)3. Procedimiento para capacitaciones en materia de incendios (AF-IN/03)4. Procedimiento de trabajo de corte y soldadura (AF-IN/04)

 AGREP FORESTAL S.A.	Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar
	Fecha: 21/11/2020
Procedimiento para la comunicación de emergencias y solicitud de apoyo externo	AF-IN/01

El presente procedimiento establece los lineamientos para la comunicación de las emergencias y solicitud de apoyo externo, es importante tener en cuenta que el tiempo de reacción es fundamental para limitar los daños generados durante un siniestro.

a) Propósito

Definir los lineamientos para la comunicación de emergencias y los contactos inmediatos para la solicitud de apoyo externo.

b) Alcance

El presente procedimiento está dirigido a los colaboradores de la planta de producción de Agrep Forestal.

c) Responsables

- Ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental.
Comunicación de la emergencia a los cuerpos de emergencias para la solicitud de apoyo externo.
- Brigada de emergencia.
Brinda atención de primeros auxilios en caso de que se amerite.
- Oficial de seguridad.
Controla el ingreso y la salida de los cuerpos de emergencia.

d) Definiciones

- **Bomberos:** Personal especializado el cual se encarga del abordaje seguro de los eventos de incendio, tanto supresión de las llamas como rescate de personas afectadas.
- **Cruz Roja:** Institución a cargo de brindar atención primaria de salud para estabilizar pacientes y trasladarlos a los hospitales para recibir atención especializada.
- **Fuerza Pública:** Persona a cargo del orden social.
- **Oficiales de seguridad:** Personal a cargo de controlar el ingreso y la salida de los cuerpos de emergencias, además protege los bienes patrimoniales de la compañía.

e) Procedimientos

I. Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

- Extinción de las llamas.
- Evaluación del siniestro.
- Investigación del evento.
- Propuestas para el control del riesgo de incendio.

II. Cruz Roja

- Brinda soporte vital para estabilizar a los pacientes afectados, además se encarga del traslado a los centros de salud.
- Brinda apoyo en labores de evacuación y rescate.

III. Fuerza Pública

- Se encarga de resguardar los litorales para evitar afectaciones a terceros, además garantizan el orden público y controlan a los medios de comunicación para que no accedan a áreas de riesgo.

IV. Oficiales de seguridad

- Velaran por la protección de los bienes materiales y controlaran el acceso de los cuerpos de socorro.

A continuación, se muestra un cuadro con la información de contacto de los cuerpos de emergencia y rescate.

Cuadro 24. Contactos para la solicitud de apoyo externo.

Solicitud de apoyo externo para la atención de emergencias	
Organismo	Contacto
Sistema Nacional de Emergencias	911
Cuerpo de Bomberos (Pital)	2473 4161
Cruz Roja (Pital)	2473 4143
Fuerza Pública (Florencia)	24755258

 AGREP FORESTAL S.A.	Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar
	Fecha: 21/11/2020
Procedimiento para la ejecución de simulaciones y simulacros	AF-IN/02

Según lo establecido por el reglamento para la elaboración de planes de preparación y respuesta ante emergencia y como cumplimiento de requisito para el Ministerio de Salud, se deben ejecutar al menos dos simulacros cada dos años.

a) Propósito

Definir los lineamientos y plan de acción que permita a los colaboradores de la planta de producción realizar un correcto abordaje del proceso de simulación y simulacro en incendios.

b) Alcance

El presente procedimiento está dirigido a los colaboradores de la planta de producción de Agrep Forestal.

c) Responsables

- Ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental.
- Gerente de operaciones.
- Colaboradores de la planta de producción.
- Brigada de emergencia.

d) Definiciones

- **Simulación:** “Son ejercicios de escritorio que se realizan bajo situaciones ficticias controladas, en un local cerrado con un grupo de personas confinadas, con los elementos

de trabajo mínimos para desarrollar su labor y sin comodidades que distraigan su atención, creando un ambiente de tensión y presión semejantes a las que se espera encontrar en un desastre real” (UNDRR, 2014) .

- **Simulacro:** “Ejercicio de ejecución de acciones, previamente planeadas, que representan situaciones de desastre semejantes a la realidad y que a través de la movilización de recursos y personal, permite evaluar la capacidad de respuesta con los recursos existentes al enfrentar una supuesta emergencia o desastre” (UNDRR, 2014) .
- **Brigada:** “Las brigadas son grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, mismos que serán responsables de combatirlas de manera preventiva o ante eventualidades de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, dentro de una empresa, industria o establecimiento y cuya función está orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos“ (UNED, 2017) .
- **Salud ocupacional:** La Salud Ocupacional es una ciencia multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de las personas trabajadoras mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes en el trabajo, así como la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro su salud y seguridad (OMS, 2021) .

e) Ejecución del simulacro

Colaboradores: Acatar las indicaciones dictaminadas por el gerente de operaciones y salud ocupacional, serán los encargados de brindar soporte a la brigada para atención de la emergencia y evacuación de personas externas a la empresa.

Salud ocupacional: Establecer los lineamientos a seguir al momento de realizar el simulacro, validar el correcto abordaje del proceso de simulación y simulacro, documentar y analizar el proceso de principio a fin, a manera de determinar las deficiencias que puedan agravar el siniestro. Además, garantiza que se contará con las condiciones de seguridad humana para un abordaje seguro del evento.

Gerente de operaciones: Se encarga de la obtención de los recursos para contar con las herramientas necesarias para la ejecución de la simulación y simulacro.

Brigada: Brinda soporte a salud ocupacional para la ejecución y planeación del simulacro, además atienden a los colaboradores heridos. Además brindan instrucciones a internos y externos para evacuar de forma segura. La brigada de emergencias se reúne cada 21 días para establecer controles de riesgos en la planta de producción y para darle seguimiento a los controles previamente controlados.

Aspectos importantes para tomar en cuenta para la ejecución de simulacros.

Antes

- Planificar en conjunto con el encargado de salud ocupacional para establecer la planificación de la simulación.
- Establecer la simulación con apoyo multisectorial, tratando de involucrar al menos a un encargado por área.
- Determinar el tema de enfoque de la simulación.
- Establecer los insumos necesarios para la ejecución del simulacro

Durante

- Documentar el proceso de principio a fin.
- Comunicar al número telefónico 911 que se está ejecutando un simulacro.
- Asumir el rol escalecido durante la planificación.
- Garantizar la trazabilidad del proceso.

Después

- Determinar las acciones de mejora.
- Generar un informe para la gerencia.
- Planificar las acciones de mejora y ejecutarlas.
- Comparar el proceso de simulación con el último ejecutado y establecer si existen vulnerabilidades comunes.

Simulacro de emergencia de incendio

- I. Activación de la alarma.
- II. Evacuar a los ocupantes externos e internos a la vía pública.

Para el abordaje de esos simulacros de debe realizar lo siguiente:

- III. Comunicar la emergencia al superior inmediato.
- IV. Brindar atención de primeros auxilios a quien así lo requiera.
- V. Verificar que todos los ocupantes evacuaron la edificación.
- VI. Establecer un centro operaciones para la atención de la emergencia.
- VII. Finalización de la actividad.
- VIII. Indicar el momento en el que retoman las actividades.
- IX. Realizar un análisis del evento para determinar las oportunidades de mejora.
- X. Establecer los controles necesarios para garantizar la seguridad humana.

Es importante el generar un informe final en el cual se incluyan los principales hallazgos del evento y las oportunidades de mejora para incrementar la resiliencia corporativa. A continuación se presenta el siguiente cuadro para la presentación de informes de ejecución de simulacros.

Cuadro 25. Documentación del simulacro de emergencia

Evaluación de simulacro	
Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar	
Fecha:	Hora de ejecución:
Duración:	
Contenidos evaluados:	
Participantes	
Nombre	Firma

Oportunidades de mejora	
Firma del ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental a cargo del proceso :	

	Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar
	Fecha: 21/11/2020
Procedimiento para capacitaciones en materia de incendios	AF-IN/03

f) Propósito

Establecer los temas para el proceso de formación y capacitación para el control de incendios y manejo de las emergencias

g) Alcance

El presente procedimiento está dirigido a todos los colaboradores de la planta de producción de Agrep Forestal.

h) Responsables

- Ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental: Ejecuta las capacitaciones.
- Gerente de operaciones: Coordina la producción para garantizar el tiempo necesario para el proceso de formación y capacitación.
- Colaboradores de la planta de producción: Participa activamente del proceso de formación.

i) Definiciones

Factores psicosociales: “Los factores psicosociales se definen como aquellas condiciones presentes en una situación laboral directamente relacionadas con la organización del trabajo y su entorno social, con el contenido de trabajo y la realización de la tarea y que se presentan con capacidad para afectar el desarrollo del trabajo y la salud (física, psíquica o social) del trabajador” (INSST, 2020) .

Auditoría: “La auditoría es un examen sistemático e independiente del sistema de gestión que se realiza periódicamente y con la frecuencia suficiente para determinar si se está dando cumplimiento a los requisitos legales, procedimientos, planes de acción y demás requisitos que evidencien si se están alcanzando los resultados esperados” (CCS, 2020).

Seguridad humana contra incendios: Condiciones ingenieriles y administrativas que garantizar salvaguardar la integridad de los ocupantes en un local.

j. Procedimiento

- Establecer el tiempo requerido en cada proceso de formación y programar las fechas de las capacitaciones.
- En caso de ser necesario, contratar expertos en materia de protección humana y extinción de incendios.
- Aplicar evaluaciones de comprobación de conocimientos.
- Llevar los registros de asistencias a capacitaciones.
- Efectuar el proceso de retroalimentación de los colaboradores hacia el capacitador.

k. Temario de capacitación en seguridad humanan contra incendios

El siguiente cuadro muestra los temas a abordar para el proceso de capacitación en seguridad humana contra incendios.

Cuadro 26. Propuesta de temas para capacitación en seguridad humana

Tema	Frecuencia	Público meta
Factores psicosociales en la emergencia de incendios	Semestral	Colaboradores de la planta de producción
Riesgo de incendio en actividades industriales de producción de pellets	Semestral	Colaboradores de la planta de producción, calidad y gerencias
Dinámica de propagación del fuego	Anual	Colaboradores de la planta de producción, calidad y gerencias
Extinción de incendios (teoría)	Semestral	Todas las áreas
Extinción de incendios (práctica)	Trimestral	Todas las áreas
Simulacro de incendios	Semestral	Todas las áreas
Seguridad activa contra incendios	Anual	Colaboradores de la planta de producción y calidad
Seguridad pasiva contra incendios	Anual	Colaboradores de la planta de producción y calidad
Respuesta oportuna ante emergencia de incendio	Semestral	Todas las áreas
Auditoría en seguridad humana contra incendios	Semestral	Gerencias y calidad

Riesgo de incendio en trabajos de corte y soldadura	Anual	Colaboradores de la planta de producción
---	-------	--

I. Registro de asistencia a capacitaciones en seguridad humana

Cuadro 27. Registro de asistencia a capacitaciones

Elaborado por	Jean Carlos Guillén Salazar	
Fecha		
Tema		
Capacitador		
Tiempo requerido		
Síntesis de la capacitación		
Temario		
Recursos necesarios		
Colaborador	Firma	
Firma del encargado de seguridad laboral:		

	Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar
	Fecha: 21/11/2020
Procedimiento para la ejecución de trabajos de corte y soldadura en alturas	AF-IN/04

a) Propósito

Establecer los temas para el proceso de formación y capacitación para el control de incendios y manejo de las emergencias

b) Alcance

El presente procedimiento está dirigido a todos los colaboradores de la planta de producción de Agrep Forestal.

c) Responsables

- Ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental: Aprobación de la labor de mantenimiento.
- Colaboradores de la planta de producción: ejecutan el mantenimiento de corte y soldadura.

d) Definiciones

Corte: Tarea la cual “tiene como objetivo obtener una pieza con la forma, las dimensiones y los acabados necesarios para su función” (Alsimet, 2017) .

Soldadura: “Unión o fusión de piezas mediante el uso de calor y/o compresión para que las piezas formen un continuo” (KEMPPI, 2020).

Trabajo en alturas:

e) Procedimiento

Cuadro 28. Procedimiento para trabajo de corte y soldadura en alturas

A	Solicite el equipo de protección personal para realizar trabajos en alturas.
B	Solicite la firma de autorización del gerente de operaciones para la ejecución de las tareas de corte y soldadura en altura.
C	Solicite la lona ignifuga al encargado de proveeduría y cadenas en caso de ser necesario, verifique que se encuentre las óptimas condiciones.
D	Delimite el área a utilizar para el trabajo de corte o soldadura y cierre con cinta amarilla de precaución.
E	Instale la lona ignifuga asegurando los 4 puntos de soporte de la estructura.
F	Asegúrese de que la lona cubra el total del área de trabajo.
G	Una vez finalizado el trabajo verifique el área se encuentra libre de conatos de incendio o humo.

d. Evaluación y seguimiento del programa de seguridad humana contra incendios

Objetivo

Definir los requerimientos para evaluar el cumplimiento de los objetivos planteados en el programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios.

Seguimiento

El encargado de salud ocupacional deberá velar por un correcto abordaje del programa, además deberá darle seguimiento a las tareas y procesos propuestos en este programa.

El gerente de operaciones fiscalizará el trabajo de control y seguimiento efectuado por el ingeniero en seguridad laboral e higiene ambiental a cargo.

Indicadores

Indicador I. Lineamientos de controles de ingeniería

Se deben aplicar nuevamente las listas de verificación para evaluar las mejoras implementadas en materia de seguridad activa y pasiva contra incendios, mediante la revaloración de las condiciones de seguridad humana contra incendio podemos constatar y definir cual fue el avance en este tema.

Indicador II. Gestión de la seguridad humana contra incendios

Se debe aplicar la lista de verificación en gestión de la seguridad humana contra incendios para determinar el porcentaje de cumplimiento del proceso, además se define si se detectan mejorías en esta área en relación con la última evaluación aplicada. Será obligación del encargado de salud ocupacional darle seguimiento al proceso de gestión.

Indicador III. Porcentaje de colaboradores con formación en el manejo de eventos de incendio

Mediante las listas de asistencia a capacitaciones se puede determinar el porcentaje de colaboradores formados en los diversos temas de seguridad humana contra incendios en la planta de producción. El ideal es que en un periodo de un año se logre capacitar al 100 % de los colaboradores en los temas propuestos en este programa.

Indicador IV. Validación del conocimiento adquirido en las capacitaciones

La comprobación del conocimiento adquirido se valida mediante la aplicación de cuestionarios de comprobación de conocimiento, además también valida con la aplicación de simulacros de emergencias, ya que se puede observar con claridad cual es el actuar de los colaboradores al presentarse el evento.

Actualización del programa de seguridad humana contra incendios

Revisión y actualización del programa

La revisión y actualización del programa se debe llevar a cabo en el momento que se generen cambios a nivel operativo, estructural o administrativo. Además se deben aplicar las modificaciones necesarias al momento que se actualicen las normativas de referencia empleadas en este programa.

e. Validación de cumplimiento normativo del programa

Cuadro 29. Validación del programa de seguridad humana contra incendios

Componente	Referencia normativa	Cumplimiento
Compartimentación	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 101 • Apartado 3.2 del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica 	Sí

Puertas	<ul style="list-style-type: none"> • Apartado 7.2 de la NFPA 101 • Apartado 3.1.5.A del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica 	Sí
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • Apartado 7.10 de la NFPA 101 • INTE 21-02-02: 2016 	Sí
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Apartado 7.9 de la NFPA 101 • Apartado 3.3 del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica 	Sí
Escaleras y barandas	<ul style="list-style-type: none"> • Apartado 7 de la NFPA 101 • Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección de Bomberos de Costa Rica • INTE W7:2019 	Sí
Rociadores	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 13 	Sí
Sistemas fijos	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 20 	Sí
Extintores	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 10 	Sí
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • INTE 21-02-02:2016 • NFPA 72 • Decreto 26532 – MEIC 	Sí
Alarma	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 72 	Sí
Accesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 7600 	Sí

E. Conclusiones

- Con la implementación del programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en Agrep Forestal S.A., se garantiza a sus colaboradores que las condiciones de protección son las adecuadas en caso de que se presente un evento de incendio.

- La revaloración constante del riesgo de incendio y el proceso de actualización de este programa es necesario según el crecimiento de la empresa.
- La ejecución de las acciones del programa y la aplicación de las auditorías deberá ser aplicadas por un profesional competente en seguridad laboral o salud ocupacional.
- Para el buen desarrollo del programa es necesario el involucramiento de todos los interesados internos.

F. Recomendaciones

- Se recomienda aplicar este programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios propuesto para alcanzar el grado de seguridad humana proyectado y deseado.
- Ejecutar en su totalidad la guía semestral de capacitaciones en materia de combate contra incendios.
- Previo a replicar el programa en otras áreas la empresa se debe realizar un análisis del riesgo, compatibilidad de tareas y condiciones.
- Verificar la trazabilidad del proceso de documentación, auditoría y correcciones.
- El proceso de control y seguimiento de la gestión de la seguridad humana contra incendios debe ser abordado por un profesional de seguridad laboral.
- Aplicar los procedimientos planteados según han sido establecidos.
- Los colaboradores deben retroalimentar a las gerencias acerca de las posibles mejoras en la planta de producción en materia de seguridad humana contra incendios para garantizar el proceso de mejora continua.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Manterola, C., & Otzen, T. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Obtenido de Scielo: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- 31000, I. (11 de 04 de 2011). *INTECO*.
- Alsimet. (2020). *CORTE DE METAL: TIPOLOGÍA*. Obtenido de <http://alsimet.es/es/noticias/corte-de-metal-tipologia>

- Arroyo, O. S. (Junio de 2014). *Ministerio de Agricultura y Ganadería* . Obtenido de MAG:
http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/circulares/rec_hum-manual-riesgos-peligrosidad.pdf
- Association, N. F. (2017). *LISTA DE VERIFICACIÓN DE PREPARACIÓN*. Obtenido de NFPA 1600:
<https://www.nfpa.org/-/media/Files/Code-or-topic-fact-sheets/EmergencyPreparednessChecklistSpanish.pdf>
- Bomberos de Costa Rica, I. d. (2013). *Evaluación y Análisis de Riesgo*. Obtenido de
<https://www.bomberos.go.cr/servicios-de-prevencion/evaluacion-y-analisis-de-riesgo/>
- Bomberos de Hidalgo, H. C. (2013). *Manual de Actualización Para Bomberos Industriales y Municipales*. Obtenido de PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS EPAZOYUCAN:
proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/766/MANUAL_DE_BOMBEROS.PDF
- BOMBEROS, B. C. (2005). *Reglamento General sobre seguridad humana y protección contra incendios*. Obtenido de SCIJ:
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=76500&nValor3=95533&strTipM=TC
- Cali, B. d. (2020). *Gestión de Riesgo Contra Incendio y Seguridad Humana* . Obtenido de
<http://bomberoscali.org/gestion-del-riesgo-contra-incendios-y-seguridad-humana/>
- CAMACHO, A. V. (05 de 2016). *PROPUESTA DE PROGRAMA DE SEGURIDAD HUMANA ANTE INCENDIO EN EL ESTACIONAMIENTO DEL CONDOMINIO MALL SAN PEDRO*. Obtenido de
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6632/Propuesta_programa_seguridad_humana_incendio_estacionamiento_condominio_mall_san%20pedro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castellón, R. A. (2006). *Responsabilidad de la gerencia de salud en la seguridad y atención de los pacientes: el caso del incendio en el Hospital Calderón Guardia*. Obtenido de
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152006000100006
- CCS. (2020). *Consejo Colombiano de Seguridad* . Obtenido de Auditoría en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST): <https://ccs.org.co/articulos-tecnicos/auditoria-en-el-sistema-de-gestion-de-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-sg-sst/>
- CEPRIT, C. d. (7 de 2013). *Francisco Franco Miranda*. Obtenido de Prevención de Riesgos Laborales:
http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/BoletinCPR03_.pdf
- Devan, P., Kaji, J., & Moses, R. (2021). *Deloitte*. Obtenido de La evolución del trabajo:
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ar/Documents/human-capital/Arg-La-evolucion-del-trabajo.pdf>
- Díaz, T. d. (2019). *LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE INCENDIOS EN LAS ZONAS DE INTERFAZ URBANO-FORESTAL: EL CASO DEL MEGAINCENDIO DE VALPARAISO* . Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de

- <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/172913/gestion-integral-riesgo-incendios.pdf?sequence=1>
- District, B. A. (03 de 2020). *BAAQMD*. Obtenido de Contaminación por humo de madera: https://www.baaqmd.gov/rules-and-compliance/wood-smoke?sc_lang=es-MX&switch_lang=true
- ESPAÑA, H. (2020). *HALÉCO*. Obtenido de <http://www.haleco.es/>
- Europea, E. d. (2018). *FORMACIÓN ONLINE ESPECIALIZADA Y PRÁCTICA PARA AUDITORES INTERNOS*. Obtenido de https://www.escolaeuropeaexcelencia.com/contacto/http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1059/2015_SH_012.pdf?sequence=1
- Fallas, M. A. (2 de 2019). *Análisis de seguridad humana basado en desempeño en el caso de incendio de la facultad de ingeniería de la Universidad de Costa Rica* . Obtenido de UCR: proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/766/MANUAL_DE_BOMBEROS.PDF
- GROUP, E. (2017). *Plan de Continuidad de Negocio- Evento Incendio*. Obtenido de <https://bcpecgroup.files.wordpress.com/2018/01/plan-de-continuidad-de-negocio-incendio-detallado3.pdf>
- HERRERA, H. V. (2018). *PROPUESTA DE UN PLAN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIO PARA LA EMPRESA GANADERA PALMIRA S.A CARTAGO, COSTA RICA 2018*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9718/propuesta_plan_continuidad_negocio_ganadera.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INSHT, I. N. (2017). *INSHT*. Obtenido de NTP 45: Plan de emergencia contra incendios: https://riesgoslaborales.saludlaboral.org/wp-content/uploads/2017/02/ntp_045.pdf
- INSST. (2020). *Factores psicosociales* . Obtenido de <https://www.insst.es/-/que-es-un-factor-de-riesgo-psicosocial->
- INTECO, I. D. (2011). *INTECO*. Obtenido de INTE/ISO 31000:2011: www.inteco.or.cr/INTEISO3100
- Internacional, C. R. (2015). *Marco conceptual simulación y simulacro* . Obtenido de <https://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/spa/doc16831/doc16831-1.pdf>
- Lima, B. L. (2010). *Centro Nacional de Seguridad Nuclear*. Obtenido de EL ANALISIS DE RIESGO: BASE DE UNA BUENA GESTION EMPRESARIAL: <https://www.foroiberam.org/documents/193375/199958/El+an%C3%A1lisis+de+riesgo,%20base+de+una+buena+gesti%C3%B3n+empresarial+/b9d0dde1-23e5-4b5d-882d-78ff8ba586b7?version=1.0>

- México, U. N. (2020). *UNAM*. Obtenido de Contaminación atmosférica: incendios forestales, factor clave en la actual contingencia ambiental: <http://ciencia.unam.mx/leer/866/contaminacion-atmosferica-incendios-forestales-factor-clave-en-la-actual-contingencia-ambiental>
- Montoya, B. S. (2009). *Gestión de riesgo de incendio de la escuela Dr. Jose María Castro Madríz*. San Pedro, San José: Universidad de Costa Rica .
- Montoya, J. M. (2013 de 10 de 2013). *Universidad Politécnica de Cartagena*. Obtenido de UPCT: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3814/pfc5635.pdf?sequence=1>
- NFPA LA, N. F. (2021). NFPA 51B: Prevención de incendios durante corte, soldadura y otros. *National Fire Protection Association LA, 2*.
- Normalización, O. I. (2018). *ISO 31000:2018*. Obtenido de Gestión del riesgo — Directrices: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- Padilla, M. A. (2012). *Análisis costo/beneficio del sistemas de prevención de incendios en la planta de producción de una industria farmacéutica*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.
- Peña, M. G. (2009). *Universidad de Chile*. Obtenido de Protección Pasiva: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2009/1/CI57B/1/material_docente/previsualizar?id_material=230214
- Peña, R. M. (2012). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE*. Obtenido de http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- Piedra, A. C. (2019). *Propuesta de programa para la mejora de las condiciones en seguridad humana contra incendios y accesibilidad para las residencias estudiantiles del Campus Tecnológico Local San Carlos*. Obtenido de Tecnológico de Costa Rica: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11512/TFG_Claudio_Alonso_Camacho_Piedra.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramón, V. (2016). *Análisis de riesgos en una fábrica de laminados, plan de mejora continua*. Obtenido de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1059/2015_SH_012.pdf?sequence=1
- Rica, B. d. (2016). *TRABAJOS DE SOLDADURA REPUNTAN COMO CAUSA DE INCENDIO*. Obtenido de <https://www.bomberos.go.cr/trabajos-de-soldadura-repuntan-como-causa-de-incendio/>
- Rica, B. d. (2019). *Bomberos de Costa Rica*. Obtenido de EL 2018 CERRÓ CON LA CIFRA MÁS ALTA DE FALLECIDOS POR FUEGO: <https://www.bomberos.go.cr/el-2018-cerro-con-la-cifra-mas-alta-de-fallecidos-por-fuego/>
- RICA, C. D. (2010). *Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios*. Obtenido de SCIJ: http://www.pgrweb.go.cr/scij/busqueda/normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=60861&strTipM=FN

- SAFETY, A. (10 de 08 de 2017). *Importancia de la prevención de incendios en la industria*. Obtenido de <https://www.asipc.com.mx/2017/08/10/importancia-de-la-prevenci%C3%B3n-de-incendios-en-la-industria/>
- Smith, K. (2006). *FAO*. Obtenido de El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud: <http://www.fao.org/3/a0789s09.htm>
- Solano, H. (3 de 05 de 2020). *Incendio en empresa de empaques en Alajuela consumió 20 millones de litros de agua*. Obtenido de La Nación : <https://www.nacion.com/sucesos/desastres/bomberos-siguen-sofocando-llamas-y-focos/2KGGHPTQ6VB6BMHMTDRM6PQ6FY/story/>
- Suhiltzaileak Nafarroako, B. (2013). *Felix Esparza*. Obtenido de Bomberos de Navarra: http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf
- Torres, M. I. (2017). *Universidad Autónoma de México*. Obtenido de RESILIENCIA, HABILIDAD PARA ENFRENTAR POSITIVAMENTE SITUACIONES QUE CAUSAN DAÑO: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_865.html
- Venkatesh, K. K., & Nazer, M. Z. (2020). *Structural Fire Engineering*. Clensom : McGraw Hill.
- Zúñiga, T. C. (2015). *PROPUESTA DE UN PLAN DE CONTINUIDAD DEL NEGOCIO PARA ABONOS SUPERIOR DIVISIÓN DE AGROSUPERIOR S.A., CARTAGO, COSTA RICA, 2015*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica .

VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Evidencia de conatos de incendios

- Conato de incendio en horno externo



- Conato de incendio en lateral



- Conato de incendio en alimentador



Apéndice 2. Incumplimiento de protocolo de limpieza

- Vista superior desde el segundo nivel



- Acumulación de polvo de madera en alimentador



- Acumulación de madera en horno lateral



- Acumulación de polvo de madera en las esquinas de la planta



- Acumulación de polvo de madera en paredes



Apéndice 3. Producto terminado

- Muestras de Pellets



Apéndice 4. Lista de verificación de las condiciones de seguridad humana contra incendios según NFPA 101

	Programa para la mejora de las condiciones de Seguridad Humana contra incendios en la planta de producción de Agrep Forestal S.A.
Elaborado por: Jean Carlos Guillén Salazar	
Fecha de aplicación: 13/10/2020	
Lugar de aplicación: Planta de Producción	
Tipo de ocupación: Industrial	
Hora de inicio: 8: 30 am	Hora final: 10:47 am

Protección Pasiva				
MEDIOS DE EGRESO				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Acceso a salida				
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.				
Salidas				
Las salidas están separadas de otras partes del edificio, los muros de separación o cerramientos, tienen clasificación de resistencia al fuego no menor a 1 hora cuando la salida conecta tres pisos o menos.				
Las aberturas están protegidas por conjuntos de puertas cortafuego equipados con cierrapuertas.				
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.				
Los cerramientos de salida proveen un camino continuo de recorrido protegido hasta la descarga de la salida, no es usado para ningún propósito que tenga el potencial de interferir con su uso como salida y en caso que así esté designada, cuenta como un área de refugio.				
No deben generarse penetraciones o aberturas de comunicación entre cerramientos de salida adyacentes.				
Aberturas y penetraciones				
No deben generarse aberturas o penetraciones entre el edificio y los cerramientos de salida. En caso de requerirse, las penetraciones del cerramiento de la salida y las aberturas a través de éste, deben limitan a los componentes permitidos.				
Construcción de los cerramientos de salida				
Los acabados interiores en los cerramientos de salida deben ser incombustibles o clase A.				
Los medios de egreso deben contar con una altura libre mínima de 230 cm, la medida se debe tomar desde el nivel de piso terminado hasta cualquier proyección del Cielorraso.				
Las superficies de tránsito que en sus condiciones de uso normal puedan estar mojadas o resbaladizas deben ser antideslizantes. (sin excepción)				
Cuando exista una diferencia de nivel mayor a 53,5 cm, los cambios en el nivel deben lograrse por medio de una rampa o escalera				
Los cambios en el nivel en los medios de egreso que no excedan 53,5 cm deben lograrse mediante una rampa o una escalera.				

Donde se use una rampa, la presencia y ubicación de las partes inclinadas del recorrido, deben ser fácilmente identificables.				
En escaleras la profundidad de la huella de esta escalera no debe ser menor a 33 cm.				
Donde se use una escalera, la presencia y ubicación de cada escalón debe ser fácilmente identificable.				
Impedimento y confiabilidad de los medios de egreso				
Los medios de egreso deben mantenerse libres de toda obstrucción o impedimento para su pleno uso instantáneo en caso de incendio u otra emergencia.				
Ningún mueble, decoración u otros objetos deben obstruir las salidas, el acceso a las salidas, el egreso desde las salidas y la visibilidad de estas.				
Barandas				
Deben suministrarse barandas, en los lados abiertos de los medios de egreso que estén a más de 76 cm por encima del piso o del nivel que se encuentre por debajo.				
Las barandas deben poseer no menos de 1,07 m de altura.				
Las barandas abiertas deben tener barras intermedias o diseños ornamentales, de manera tal que no queden espacios abiertos mayores a 10 cm hasta una altura de 86,5 cm.				
Las aberturas triangulares formadas por la huella, la contrahuella y el elemento inferior de una baranda en el lado abierto de una escalera, deben tener un tamaño de manera que no queden espacios abiertos mayores a 15 cm.				
La distancia mínima entre las barras intermedias, medida en ángulos rectos a estas, no debe exceder 53,5 cm.				
Las barandas deben ser continuas en la longitud total.				
El diseño de las barandas el herraje para sujetar los pasamanos a las barandas, balaustres o paredes, debe ser de forma tal que no haya proyecciones que puedan engancharse a las ropas sueltas. Las aberturas en las barandas deben diseñarse para evitar que la ropa suelta quede atrapada en dichas aberturas.				
Pasamanos				
Las escaleras y las rampas deben tener pasamanos en ambos lados.				
Los pasamanos deben ser continuos en la longitud total de cada tramo de escaleras. En las esquinas, vueltas o curvas de las escaleras, los pasamanos internos deben ser continuos en los descansos entre los tramos de escaleras.				
El diseño de los pasamanos y el herraje para sujetar los pasamanos a las barandas, balaustres o paredes, debe ser de forma tal que no haya proyecciones que puedan engancharse a las ropas sueltas. Las aberturas en los pasamanos deben diseñarse para evitar que la ropa suelta quede atrapada en				

dichas aberturas.				
Los extremos de los pasamanos deben voltearse hacia la pared o hacia el piso, o deben terminar en postes.				
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.				
Deben permitirse pasamanos adicionales a menor altura que el pasamanos principal.				
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.				
Los pasamanos deben cumplir con una de las siguientes características: - Sección circular transversal con un diámetro externo no menor de 3,2 cm y no mayor de 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 cm.				
Los pasamanos deben poder agarrarse a lo largo de toda su extensión.				
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.				
Cuando se requieran barandas y pasamanos, los pasamanos debe ser adosado a la baranda a una altura de 90 cm, el tope o parte alta de la baranda no debe ser usada como pasamanos.				
Los pasamanos deben estar provistos dentro de los 76 cm de todas las partes del ancho de salida requerido.				
Donde existan pasamanos intermedios el ancho libre mínimo entre pasamanos debe ser de 50 cm.				
El ancho del egreso requerido debe estar provisto a lo largo del camino natural de recorrido.				
Vanos con Puertas				
Cada puerta y cada entrada principal que sea requerida para servir como una salida, debe diseñarse y construirse de modo que el recorrido de egreso sea obvio y directo.				
Las ventanas que, debido a su configuración física o diseño y debido a los materiales utilizados en su construcción, tengan el potencial para ser confundidas como puertas, deben hacerse inaccesibles para los ocupantes por medio de barreras o barandas.				
Ancho libre				
Ancho mínimo de las puertas. Las aberturas de las puertas en los medios de egreso no deben ser menores a 90 cm en el ancho libre, a menos que exista una de las siguientes condiciones: - Donde se instalen puertas de dos hojas, por lo menos una				

<p>de ellas debe proveer una abertura de 90 cm de ancho libre.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las puertas de acceso a salida que sirvan una habitación que no exceda los 6,5 m² y que no se requiera que sean accesibles para personas con impedimentos severos, de movilidad, deben tener un ancho de hoja de puerta no menor a 61 cm. 				
<p>Donde se provee una única puerta para la descarga desde una escalera y esa puerta sirve como el único medio de descarga de salida de dicha escalera, el ancho libre de la abertura de la puerta, no debe ser menor a los dos tercios del ancho nominal de la escalera.</p>				
Dirección y Fuerza				
<p>Cualquier puerta en un medio de egreso debe ser de tipo de bisagras laterales o batiente con pivote y debe instalarse de modo que sea capaz de abrirse desde cualquier posición hasta el ancho total requerido de la abertura en la que está instalada.</p>				No hay puertas
<p>Las puertas del tipo de bisagra lateral o batientes de pivote, deben abrir en la dirección del recorrido de egreso donde sirven una habitación o área con una carga de ocupantes de 50 o más.</p>				
<p>Una puerta debe abrir en la dirección del recorrido de egreso en cualquiera de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Donde se use en un cerramiento de salida, a menos que sea la puerta de una unidad de vivienda individual que abre directamente hacia un cerramiento de salida. - Donde la puerta sirva a un área con contenido de riesgo elevado. 				
<p>Durante la apertura 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>La fuerza requerida en Newton para abrir manualmente una puerta en su totalidad en un medio de egreso, no debe exceder 67 N para liberar el pestillo, 133 N para poner la puerta en movimiento y 67 N para abrir la puerta hasta el ancho mínimo requerido.</p>				
Cerraduras, llavines y dispositivos de alarma				
<p>Las puertas deben estar dispuestas para que sean abiertas fácilmente desde el lado de salida siempre que el edificio esté ocupado.</p>				
<p>El accionamiento de cerraduras o llavines desde el lado de la salida, no debe requerir el uso de llaves, herramientas, conocimientos o esfuerzos especiales.</p>				
<p>Todas las puertas en un cerramiento de escaleras que sirva a más de cuatro pisos, deben permitir el reingreso al interior del edificio.</p>				
<p>Conjuntos montajes de puertas de egreso de acceso controlado.</p>				

Herrajes antipánico y herrajes para salida de incendio				
Requieren de herraje antipánico o herraje para salida de incendio las puertas que den servicio a una carga de ocupantes superior a las 100 personas.				
Donde se requiera que una puerta esté equipada con herrajes antipánico o herrajes para salida de incendio, dichos herrajes deben cumplir con los requisitos de la normativa NFPA.				
La barra antipánico se debe instalar a una altura no menor de 85 cm y a no más de 120 cm de altura.				
En los conjuntos de montaje de puertas que no sean cortafuego, sólo se deben utilizar herrajes antipánico certificados. En los conjuntos de montaje de puertas cortafuego, sólo se deben utilizar herrajes para salida de incendio certificados.				
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.				
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.				
Dispositivos autocerrantes				
Una hoja de puerta que normalmente se requiere que esté cerrada, no debe asegurarse en posición abierta en ningún momento y debe ser autocerrante o poseer cierre automático.				
Las puertas que conducen hacia un cerramiento de escalera o salida horizontal o puertas en barreras cortafuego son puertas diseñadas para mantenerse cerradas.				
Puertas accionadas mecánica, eléctrica o neumáticamente				
Donde las puertas de los medios de egreso se activen mediante energía ante la proximidad de una persona, o estén provistas de accionamiento manual asistido por energía, el diseño debe ser tal que en el caso de fallas de energía, las puertas abran manualmente para permitir el recorrido de salida, o se cierren cuando sea necesario para salvaguardar los medios de egreso.				
La puerta debe diseñarse e instalarse de manera que cuando se aplique una fuerza sobre el lado de la puerta desde el cual se realiza el egreso, sea capaz de batir desde cualquier posición hasta proveer la utilidad total del ancho requerido de la abertura en la que está instalada.				
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: EN EMERGENCIA EMPUJE PARA ABRIR				
Escaleras				
Ancho mínimo para escaleras: En los casos que la sumatoria de la carga de ocupantes de todos los pisos servidos por la escalera sea menor a 50, el ancho libre, debe ser de 91 cm o				

más.				
Las escaleras que sirven a cargas de ocupantes que superan las 50 personas, pero no superan las 2000 personas el ancho libre, debe ser de 112 cm o más.				
La carga de ocupantes acumulada que se asigne a una escalera en particular será proporcional a la carga de ocupantes total, según el ancho y la cantidad de escaleras.				
Las escaleras curvas deben permitirse como componente en un medio de egreso, siempre que la profundidad de la huella no sea menor a 28 cm en un punto ubicado a 30,5 cm desde el borde más angosto del escalón y que el radio más pequeño no sea menor a dos veces el ancho de la escalera.				
No deben utilizarse escaleras de caracol.				
Características de las escaleras				
Todas las escaleras que sirvan como medios de egreso requeridos deben ser de construcción fija permanente.				
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.				
Descansos				
Las escaleras deben tener descansos en las aberturas de las puertas.				
Las escaleras y los descansos intermedios deben continuar sin reducciones en su ancho a lo largo de la dirección del recorrido de salida.				
Cada descanso debe tener una dimensión, medida en la dirección del recorrido, que no sea menor al ancho de la escalera.				
Superficies de escalones y descansos.				
Los escalones y los descansos de las escaleras deben ser sólidos, sin perforaciones, a menos que esté permitido para escaleras exteriores.				
Los escalones y los descansos de las escaleras deben estar libres de proyecciones o bordes que puedan hacer tropezar a los usuarios.				
Uniformidad dimensional				
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.				
La tolerancia entre la altura de la contrahuella más grande y la más pequeña, o entre la profundidad del escalón más grande y la más pequeña, no debe exceder 9,5 mm en ningún tramo de la escalera.				
Cerramiento y protección de escaleras				
Todas las escaleras interiores que sirven como salida o como componente de salida, deben poseer cerramiento.				

Las escaleras interiores, diferentes de aquellas que sirven como una salida o como componente de salida, deben encontrarse protegidas.				
Salidas horizontales				
Las barreras cortafuego que separen áreas de edificios entre las que haya salidas horizontales deben tener una clasificación de resistencia al fuego de 2 horas y deben proveer una separación que sea continua hasta el suelo.				
Cualquier compartimento de incendio que no tenga una salida que conduzca al exterior, debe considerarse como parte de un compartimento adjunto que posea una salida hacia el exterior.				
Todas las salidas horizontales acreditadas como tales, deben estar dispuestas de modo que constituyan caminos de recorrido continuamente disponibles que conduzcan desde cada lado de la salida hacia las escaleras o hacia otros medios de egreso que conduzcan hacia el exterior del edificio.				
Rampas				
Detalle de las rampas y construcción: Todas las rampas que sirvan como medios de egreso requeridos, deben ser de construcción fija permanente.				
Cada rampa en los edificios que, según lo requerido por este reglamento, deban ser de una construcción tipo I o tipo II, debe ser de cualquier combinación de material no combustible o de material con combustión limitada o de madera tratada con retardador de fuego.				
El piso de la rampa y de los descansos debe ser sólido y sin perforaciones.				
Las rampas deben tener descansos en el extremo superior, en el extremo inferior y en las puertas que abren hacia la rampa.				
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.				
Las rampas deben contar con barandas y pasamanos.				
Las rampas en un medio de egreso requerido deben estar encerradas o protegidas al igual que una escalera.				
Las rampas exteriores deben estar dispuestas para evitar cualquier impedimento de uso por personas que tengan temor a los lugares elevados. Para rampas de más de tres pisos de altura, se debe proveer de una obstrucción visual opaca de no menos de 120 cm de altura.				
Las rampas y los descansos exteriores deben diseñarse para minimizar la acumulación de agua en su superficie.				
Pasadizos de salida.				
Un pasadizo de salida que forme parte de un medio de egreso seguro debe separarse de otras partes del edificio.				
Descarga de Escalera: Un pasadizo de salida que sirve como descarga desde el cerramiento de una escalera no debe tener menos que la misma clasificación de resistencia al fuego y la misma clasificación de protección contra incendios para la				

protección de las aberturas que las requeridas para el cerramiento de escaleras.				
El ancho de un pasadizo de salida debe ser el adecuado para contener la capacidad agregada requerida de todas las salidas que descargan a través del mismo.				
Capacidad de los medios de egreso				
La capacidad total de los medios de egreso de cualquier piso, balcón, grada u otro espacio ocupado debe ser suficiente para la carga de ocupantes del mismo.				
Donde se requiera más de un medio de egreso, los mismos deben ser de un ancho y capacidad tales que la pérdida de alguno de los medios de egreso deje disponible no menos del 50 por ciento de la capacidad requerida.				
La carga de ocupantes en cualquier edificio o parte del mismo, debe ser como mínimo la cantidad de personas resultante de dividir el área de piso asignada para ese uso, por el factor de carga de ocupantes para tal uso.				
Donde los medios de egreso desde un piso superior y desde un piso inferior convergen en un piso intermedio, la capacidad de los medios de egreso desde el punto de convergencia debe ser no menor que la suma de la capacidad de los dos medios de egreso.				
Donde cualquier capacidad de egreso requerida desde un balcón o entrepiso pase a través de la habitación que se encuentra debajo, dicha capacidad requerida debe agregarse a la capacidad de egreso requerida de la habitación que se encuentra debajo.				
El ancho de los medios de egreso debe medirse en el espacio del punto más estrecho del componente de egreso en consideración.				
La capacidad de egreso para los componentes aprobados de los medios de egreso, debe basarse en factores de capacidad.				
El ancho de cualquier medio de egreso, debe ser como sigue: a) No menor que el ancho requerido según la carga de ocupantes. b) No menor de 90 cm.				
Cantidad de los medios de egreso				
La cantidad de los medios de egreso desde cualquier balcón, entrepiso, piso o sección de la misma, debe ser como mínimo 2.				
Disposición de los medios de egreso				
Las salidas y el acceso a las salidas deben estar ubicadas y dispuestas de manera tal que las salidas sean fácilmente accesibles en todo momento.				
Donde las salidas no sean inmediatamente accesibles desde un área de piso abierta, los pasadizos continuos, los pasillos o los corredores que conducen directamente a cada salida, deben mantenerse y disponerse para proveer a cada ocupante acceso a no menos de dos salidas mediante recorridos separados.				
Los corredores de acceso a salida deben proveer acceso a no menos de dos salidas.				

Los corredores deben proveer acceso a salida sin pasar a través de ninguna sala intermedia diferente a corredores, vestíbulos y otros espacios que abran hacia el corredor.				
En los casos en los que se requiera más de una salida, acceso a la salida, o descarga de salida desde un edificio o parte del mismo, dichas salidas, accesos a la salida o descargas de salida deben ubicarse apartados entre sí y estar dispuestos para minimizar la posibilidad que más de uno de ellos tenga el potencial de ser bloqueado por un incendio u otra condición de emergencia.				
En los casos en los que se requieran dos salidas, accesos a la salida o descargas de salida, éstos deben ubicarse a una distancia entre sí no menor que la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del edificio o del área servidos, medida en línea recta entre el borde más cercano de las salidas, accesos a la salida o descargas de salida.				
En edificios que no son de altura, donde se proveen cerramientos de salida y estén interconectados por un corredor con certificación de resistencia al fuego no menor de 1 hora, la separación de la salida debe medirse a lo largo de la línea más corta del recorrido dentro del corredor.				
Los accesos a salida deben disponerse de modo que no existan extremos de corredores sin salida, a menos que no excedan el límite especificado.				
Los accesos a salida deben disponerse de modo que no sea necesario pasar a través de cualquier área riesgosa.				
Medición de la distancia de recorrido a las salidas				
La distancia de recorrido entre las salidas es menor a 1/3 de la diagonal				

Protección pasiva				
Construcción y Compartimentación				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
La estructura se encuentra separada de otras estructuras ocupadas por un muro cortafuego con una resistencia al fuego de 2 horas				
La barrera cortafuego es continua a lo largo del muro				
El muro cortafuego sobresale de la cubierta al menos 90cms como mínimo.				
Todas las aberturas de la barrera cortafuego están protegidas para limitar la propagación del fuego y restringir el movimiento del humo desde un lado de la barrera al otro.				
Las aberturas entre pisos están protegidas				
El paso de los cables de electricidad tienen un sello cortafuego con resistencia al fuego certificados				
Cada piso que separa las plantas cuentan con una barrera corta humo y cortafuego				
Los vidrios de las barreras mantienen resistencia al fuego de 2 horas				
Las aberturas están protegidas por conjuntos de montaje de puertas cortafuego				
Los herrajes de las puertas son aprobados, listados y etiquetados				
Las puertas son autocerrantes o de cierre automático				
Los cerramientos de los medios de egreso cuentan con barreras corta fuego de 2 horas				
Las escaleras de servicio se encuentran protegidas en el nivel más bajo y más alto con puertas resistentes al fuego				
Se provee de barreras cortahumo para subdividir los espacios del edificio con el propósito de restringir el movimiento de humo.				
Señalización de Salvamento				
ASPECTO			X	OBSERVACIONES
Se tiene señalización de salvamento a lo largo del recorrido de manera continua				
La señalización es de color verde(fondo) y blanco(letras)				
Las salidas diferentes a las puertas principales de salida, están claramente identificadas como salida y fácilmente visibles.				
Las puertas o escaleras que no son una salida ni un camino de acceso a salida y que pueda ser confundida está debidamente señalizada con un cartel con la leyenda NO ES SALIDA				

La parte inferior de la señalización de egreso se ubica a una distancia vertical no mayor a 2.3 m por encima del borde superior de la abertura de egreso				
La señalización de egreso no excede el ancho de la abertura de egreso				
Se encuentran las señales libres de obstrucciones que dificulten su visibilidad.				
Hay contraste entre los carteles y las decoraciones de la Edificación				
Cada cartel está iluminado por una fuente confiable ya sea externamente o internamente				

Los carteles provistos de una fuente de iluminación de emergencia con baterías son probados y mantenidos periódicamente				
Los carteles son inspeccionados en intervalos no mayor a los 30 días para verificar el funcionamiento				
Se indica el nivel de piso de la descarga de salida y la dirección de la misma al ingresar a la salida				
Se indica el nivel del piso				
Se indica el final de trayecto en la parte superior e inferior del cerramiento				
Se identifica el cerramiento en el cual se ubica el ocupante				
La señalización está ubicada a una altura de 152.5 cm				
La señalización del nivel de piso es táctil				
En el recorrido hay indicadores direccionales que indiquen la dirección de la evacuación				
Los escalones están señalizados con una franja en la huella				
La franja de la huella esta aplicada por pintura o un material que está integrado al escalón				
El ancho de la franja de señalización de los escalones es de 2.5cm a 5.1 cm				
Los descansos mantienen una franja de señalización perimetral sólida y continua				
El ancho de la franja de los descansos es mínimo de 2,5cm				
Los pasamanos están señalizados con una franja sólida y continua				
La señalización de los pasamanos mantiene un ancho mínimo de 2.5cm				
Hay contraste entre los carteles y las decoraciones de la edificación				
Toda la escalera cuenta con una señalización perimetral sobre el piso				
Las puertas que no son destinadas como descarga a la salida están identificadas con un cartel con la leyenda NO SALIDA				
La señalización es uniforme				
Componentes de los medios de egreso				
Acceso a la salida				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Se cuenta con dos accesos a la salida por piso				
No presentan desniveles en la superficie				
Son antideslizantes a lo largo del recorrido				

Están libres de obstrucciones.				
La distancia de recorrido hasta la salida al exterior no supera los 57 m.				
Los recorridos comunes son menores a los 23 m				
La distancia entre la salida de emergencia y una salida ordinaria es de al menos la mitad de la distancia diagonal externa del edificio				
Los pasillos tienen un ancho mínimo de 1.22 m				
La distancia entre un pasillo y la puerta de acceso a la salida no excede los 15 m				
El acceso a las escaleras de emergencia está indicado por letreros permanentes y señales visibles, claras y legibles.				
Descarga a la salida				
ASPECTO	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
Ubicadas de manera tal que permite a los usuarios del edificio salir a vía pública				
Permite al usuario salir del edificio en forma rápida y segura.				
Se encuentran libres de obstáculos.				
La descarga de la salida está protegido por un sistema de rociadores automáticos cuando la descarga se da en un pasillo dentro del edificio				
Áreas de refugio				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Los medios de egreso cuentan con áreas de refugio para personas con discapacidad				
El área de refugio tiene acceso a una vía pública mediante una salida sin requerir el regreso a los espacios del edificio				
Si la salida que provee el egreso desde un área de refugio hasta una vía pública incluye escaleras, éstas mantiene un ancho no menor a 122 cm				
Cuenta con al menos una salida accesible para discapacitados.				
Cuenta con un sistema de comunicación de dos vías para la comunicación entre el área de refugio y un punto central de control.				
El área de refugio cuenta con un sistema de comunicación de dos vías para la comunicación entre el área de refugio y un punto central de control				
La puerta de acceso al área de refugio se encuentra señalizada				

Se cuenta con un manual de instrucciones para demandar ayuda mediante el sistema de comunicación				
Cada área de refugio debe poseer una dimensión para acomodar un espacio para silla de rueda de 78 cm x 122 cm por cada 200 ocupantes				
El área mantiene un ancho de 90cm mínimo				
El área está separada del resto del edificio con una barrera cortafuego no menor a dos horas de resistencia				
Iluminación				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Se cuenta con un sistema de iluminación de emergencia en la ruta de evacuación				
El sistema de iluminación es autónomo, se activa de forma automática en caso de interrupción de la fuente de energía norma				
La iluminación se activa por medio de lámparas autónomas de emergencia con batería				
La iluminación de emergencia está colocada a lo largo de la ruta de evacuación, pasillos, accesos a salidas de emergencia, escaleras, descarga de escaleras				
La iluminación tiene un desempeño de 10 lux				
La autonomía de la fuente de energía: 90 minutos				
La iluminación a lo largo del recorrido es continua				
Se realizan pruebas de funcionamiento y mantenimiento al sistema				
Protección activa contra incendio				
Sistema Fijo Contra Incendio				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Se cuenta con un sistema fijo(clase I,II o III)				
El sistema de esta certificado				
Cuenta con sistema de rociadores				
Las mangueras son capaces de suministrar 31,55 L/s (500 GPM)				
Mantienen una presión residual de 7.03 kg/cm ² (100 psi) en las dos tomas más distantes del edificio 15, 77 L/s (250 GPM) en cada una				
Maneja una presión de 250 psi para la salida de 64mm y una presión menor para las salidas de 38mm				

Las mangueras cubren la totalidad del área protegida con una longitud de 40m cada manguera				
Cuenta con un extintor de dióxido de carbono para fuegos BC de 4,54 kg o de polvo químico para fuegos ABC de 4,54kg en cada gabinete.				
La bomba contra incendio es de tipo centrífuga				
La bomba es accionada por un motor de combustión interna diésel, con una reserva de combustible o por un motor por accionamiento eléctrico, conectado a una planta de energía de emergencia				
La bomba es de turbina vertical				
La bomba cumple la curva característica de las bombas de incendio (descendente, presentando la presión máxima a caudal cero, a manera que a caudal cero la presión no superará el 140% de su presión nominal y al 150% de su caudal nominal de presión será superior al 65% de su presión nominal.)				
Cuenta con una reserva de diésel que permita su operación continua por un tiempo de 8 horas.				
Tienen tanque de abastecimiento				
La capacidad del tanque tiene una capacidad neta de 57 m ³ o más y cuenta con toma directa según las características previstas para Tanque asentado o aéreo y Tanque subterráneo.				
El suministro de agua es suficiente para abastecer el caudal nominal de la bomba contra incendios por al menos 30 minutos.				
Si el tanque es compartido en procesos las succiones de las bombas estén instaladas a diferentes alturas de manera que la reserva de agua para uso en caso de un siniestro siempre esté disponible y no exista la posibilidad que se utilice en los procesos o servicios normales del Edificio				
Se tiene una caseta de bombeo alojada en la parte baja del edificio o en una zona alejada				
En la caseta se aloja todo el equipo de bombeo				
En las tuberías se han considerado las pérdidas producto de la longitud, los accesorios, el nivel de referencia, el suministro de agua y otros.				
La presión máxima en cualquier momento y en cualquier punto del sistema de tuberías no excede los 24 bar (350 psi).				
El sistema de tubería ha sido sometido a pruebas de funcionamiento				
Cuentan con siamesa de inyección				

Cuenta con una válvula de retención (check), adicional a las clapetas que posee la siamesa.				
Instalada a no más de 30 metros de la fuente de alimentación.				
Cuentan con múltiple de pruebas				
La ubicación del múltiple está ubicado que se puedan realizar descargas de agua a alta presión sin que genere daños.				
Cada salida debe tener válvula de compuerta.				
La separación entre bocas debe ser entre 30 y 40 cm.				
Se cuenta con un sistema de rociadores				
Se tienen registros sobre pruebas que respalden el funcionamiento del sistema				
Se cuenta con hidrantes externos para el uso del cuerpo de bomberos				
El hidrante está cerca de la entrada vehicular principal				
Detección y alarma				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Se cuenta con un sistema de detección y alarma				
El sistema se activa mediante sensores de humo o temperatura, estaciones manuales o un sistema de rociadores automáticos que alerta a los ocupantes mediante señales audibles y visuales				
Hay sensores de apertura en puertas de emergencia.				
Hay sensores de flujo en la tubería del sistema fijo contra incendios y arranque en la bomba contra incendio				
Cuenta con un dispositivo de anunciación(sirena, altavoces)				
Extintores portátiles				
ASPECTO	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
Cuenta con extintores de polvo químico tipo ABC				
El recorrido entre extintores es de menos de 15 metros				
Instalados a un altura no mayor a de 125 cm				
Se brinda capacitación sobre el uso de extintores				
Se hacen recargas periódicas				
Se realizan pruebas hidrostáticas				
Se encuentran debidamente identificados				
Están certificados por un laboratorio nacional				
La cantidad de extintores son suficientes para proteger el área con un radio de 15.25 m				
Cuenta con todos los componente de un extintor				

Los extintores mantiene un aspecto físico adecuado(sin golpes, corrosión)				
Ascensores				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
El suministro de energía está protegido contra interrupción producto de incendio				
Cuenta el ascensor con facilidad de acceso, manejo y señalización (visual, auditiva y táctil).				
Los mecanismos de emergencia pueden ser accedidos por todas las personas.				
Abertura máxima entre el carro y el piso de 2 cm.				
Ancho mínimo de puerta 90 cm.				
Dimensiones internas mínimas 1.10 m x 1.40 m.				
Altura máxima de los controles internos como externos 1.20 m.				
Cuentan con algún sistema autónomo en caso de suspensión de energía eléctrica por incendio				
La salida de los ocupantes es segura				

Apéndice 5. Lista de verificación de la gestión de la seguridad humana contra incendios

Lista de verificación de la evaluación del cumplimiento de la gestión en seguridad humana contra incendios				
ASPECTO	SI	NO	X	OBSERVACIONES
Los colaboradores cuentan con capacitación en la identificación y evaluación del riesgo de incendio	X			
Se ha puesto en práctica en conocimiento teórico adquirido	X			
Conoce los protocolos para la atención de emergencia de incendio	X			
Se ha brindado capacitación en cuanto a la aplicación de los protocolos	X			
Se realizan simulacros de incendios		X		
Se conoce la normativa y reglamentación en materia de incendios (NFPA, Código de Bomberos)		X		
Se tiene conocimiento del protocolo de registro de incidentes y accidentes de incendio		X		
Se cuenta con capacitación y formación práctica en cuanto al uso de extintores	X			
Se tiene registro de las capacitaciones brindadas	X			
Se dispone de un plan de preparación y atención ante emergencia de incendio	X			
El plan de emergencia se actualiza periódicamente		X		
Se cuenta con una brigada de emergencia con roles definidos		X		
Se dispone de un coordinador de emergencia de incendio para cada turno	X			

Se aplican periódicamente auditorias en cuanto a la gestión de la seguridad humana contra incendios	X			
Se comunican los riesgos de incendio presentes en la planta de producción a la unidad de Bomberos de Costa Rica		X		
Se comunican los riesgos de incendio presentes en la planta de producción a las empresas vecinas	X			
Se aplican auditorias trimestrales		X		
Se documentan las auditorias	X			
Las auditorias son presentadas a la gerencia	X			

Apéndice 6. Cuestionario de comprobación de conocimiento en manejo y extinción de incendios

Seleccione la opción que considere como correcta.

1. ¿En caso de presentarse un conato de incendio en el cuarto eléctrico que tipo de extintor utilizaría para extinguir las llamas?



A. () (Extintor BC, CO2)

B. () Extintor ABC, Polvo químico)

2. ¿Los eventos generados en la planta de producción en relación con las llamas deben ser notificados mediante el software llamado?

A. () CliMbCloud

B. () Intedya

C. () AppVizer

3. ¿Las inspecciones en la planta de producción deben realizarse de manera?

A. () Trimestral

B. () Semestral

C. () Anual

4. ¿El agente extintor seleccionado depende directamente de?
- A. () Agente oxidante
- B. () Tipo de material combustible
- C. () Área de las llamas
5. ¿En caso de un incendio en los cuartos eléctricos producción debo?
- A. () Cortar el suministro eléctrico
- B. () Ventilar el área
- C. () Aplicar el extintor tipo BC
6. El proceso de formación práctica en manejo de extintores se debe ejecutar?
- A. () Una vez al año
- B. () Dos veces al año
- C. () Aplicar el extintor tipo BC

Apéndice 7. Lista de verificación de la trazabilidad en auditoría de seguridad humana

Lista de verificación de auditoría en Seguridad Humana			
Proceso	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Se documentan todos los eventos en relación con las llamas?			
2. ¿Se entrega la documentación respectiva de los eventos de incendio a la gestora de calidad?			
3. ¿Se realiza el análisis de las emergencias presentadas por parte de la gestora de calidad?			
4. ¿La brigada de emergencia realice la reinspección?			
5. ¿Se determinan y aplican los controles respectivos?			
6. ¿Se realiza la revaloración del riesgo de incendio posterior a la aplicación de los controles?			

Apéndice 8. Bitácora de actualización del plan de preparación y atención ante emergencias de la compañía

Bitácora de actualización del plan de preparación y atención ante emergencias			
Fecha de actualización	Observaciones	Encargado	Fecha

Apéndice 9. Bitácora de capacitaciones de la compañía

Bitácora de capacitaciones		
Fecha la capacitación	Nombre del colaborador	Firma

Observaciones:		
Firma del encargado de la capacitación:		

Apéndice 10. Bitácora de simulacros de emergencia de la compañía

Bitácora de Simulacros de Emergencia		
Fecha de ejecución	Observaciones	Encargado

Apéndice 11. Bitácora de registro de eventos de incendio

Registro de eventos de incendios				
Fecha del evento	Observaciones	Área	Encargado del registro	Fecha de registro

Apéndice 12. Bitácora de orden y aseo en la planta de producción de Agrep Forestal

Bitácora de orden y limpieza de la planta de producción			
Fecha	Observaciones	Área	Encargado de la limpieza

Apéndice 13. Lista de verificación de señalización de salvamento y combate contra incendios

Lista de verificación de señalización de salvamento y combate contra incendios			
Pictograma	Descripción	Área	Inspector
 <p>(NFPA 170)</p>	Use las escaleras en caso de incendio		
 <p>(NFPA 170)</p>	No hacer fuego		
 <p>(NFPA 170)</p>	No fumar		
	Área de refugio		
	Extintor		

	Carreta extintora		
	Flecha de dirección		
	Punto de reunión		
	Salida		
	Dirección a salida		
<p>Para verificar las condiciones se la señalización de combate contra incendios y salvamento se debe realizar un recorrido total a la ruta de escape, ya que estos se encuentran instalados a lo largo del mismo</p>			

Apéndice 14. Lista de verificación del proceso de documentación y notificación de la emergencia de incendio

Indicador	Cumple (✓)	No Cumple (X)	Observaciones
Activación de alarma			
Notificación por radio a todas las áreas			
Comunicación del siniestro a los cuerpos de emergencia			
Registro del siniestro			
Investigación del siniestro			
Presentación de los resultados a la gerencia			

Apéndice 15. Guía de capacitaciones en seguridad humana contra incendios

Tema	Frecuencia	Público meta
Factores psicosociales en la emergencia de incendios	Semestral	Colaboradores de la planta de producción
Riesgo de incendio en actividades industriales de producción de pellets	Semestral	Colaboradores de la planta de producción, calidad y gerencias
Dinámica de propagación del fuego	Anual	Colaboradores de la planta de producción, calidad y gerencias
Extinción de incendios (teoría)	Semestral	Todas las áreas
Extinción de incendios (práctica)	Trimestral	Todas las áreas
Simulacro de incendios	Semestral	Todas las áreas
Seguridad activa contra incendios	Anual	Colaboradores de la planta de producción y calidad
Seguridad pasiva contra incendios	Anual	Colaboradores de la planta de producción y calidad
Respuesta oportuna ante emergencia de incendio	Semestral	Todas las áreas
Auditoría en seguridad humana contra incendios	Semestral	Gerencias y calidad
Riesgo de incendio en trabajos de corte y soldadura	Anual	Colaboradores de la planta de producción

Apéndice 16. Lista de verificación de auditoría en seguridad humana contra incendios

Indicador	Cumple (✓)	No Cumple (X)	Observaciones
Actualización del plan de emergencia en el apartado de incendios (2 veces al año)			
Índice de ocurrencia de incendios			
Porcentaje de cumplimiento del proceso de auditoría y seguimiento en seguridad humana contra incendios			
Bitácora de actualizaciones del plan de preparación y respuesta ante emergencias firmada por el gerente de operaciones y la gestora de calidad			
Bitácora de registros de eventos de incendio firmada por la gerencia administrativa y por la gestora de calidad			
Lista de verificación del cumplimiento la trazabilidad del proceso de auditoría y seguimiento en seguridad humana contra incendios (aplicada de manera semestral) Firmada por la gerencia administrativa			

Apéndice 17. Lista de verificación del mezanine según la NFPA 101

Evaluación del Mezanine			
Indicador	Cumple (✓)	No Cumple (X)	
El mezanine cuenta con 2 medios de egreso que descarguen a un mismo recinto.			
Cuenta el cielo raso del mezanine cuenta con sello contra fuego.			
La carga de ocupantes se encuentra comprendida entre 1 y 10 personas.			
El perímetro del mezanine se encuentra totalmente abierto y libre de obstrucciones			
Las puertas del mezanine cuentan con un ancho libre igual o mayor a 0.91 m.			
El ancho mínimo de los pasillos es de 1.22 metros.			
El espacio mínimo libre entre las huellas de las escaleras y el cielorraso es de 2,5 m.			
El mezanine cuenta con sistema de aislamiento o difusión del humo generado en caso de incendio.			

Apéndice 18. Entrevistas estructuradas.

Entrevistada: Sara Arce Guzmán

Profesión: Ing. En Construcción

A. ¿Cuáles son los elementos fundamentales o más importantes para garantizar la seguridad humana contra incendios en una ocupación de tipo industrial?

En primera instancia se debe contemplar el diseño estructural; ya que, si no se garantiza que la edificación no colapsará, no se puede garantizar la seguridad humana de los ocupantes, a esto le llamamos seguridad pasiva contra incendios.

Además, se debe contar con los medios suficientes para el control de las llamas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que al tratarse de seguridad humana contra incendios se busca proteger más la vida de los ocupantes que la conservación de los bienes materiales, el medio de escape debe ser seguro de principio a fin y para el buen funcionamiento todo lo anterior se debe acompañar con una buena gestión de la seguridad humana contra incendios.

B. ¿Es más importante la seguridad activa y pasiva contra incendios que la gestión de la seguridad humana contra incendios?

No, definitivamente es un trabajo articulado. De nada sirve contar con una ocupación 100 % segura si los colaboradores u ocupantes no saben que hacer al momento de que se presente un siniestro.

Existe un comportamiento conductual en las personas en el cual, al escuchar una alarma o sirena de emergencias, se piensa que es un error o mal funcionamiento del sistema y se asume que es una falsa alarma, a esta conducta se le conoce como sesgo cognitivo.

Esto genera la necesidad de tener que corroborar si se trata de una emergencia real o no y la única forma de erradicar estas acciones es mediante el proceso de capacitación, formación y ejecución de simulacros.

C. ¿Recomienda algún control para trabajos de corte y soldadura en alturas?

Las mantas ignifugas son un buen control de las chispas generadas en trabajos de corte y soldadura, son versátiles, ajustables y costo bajo.

Es un control común en el sector construcción y es funcional siempre y cuando se cubra el total del área en el que se proyectarán las chipas.

Apéndice 19. Entrevista estructurada a experto en salud ocupacional del Ministerio de Salud

*Nombre: Abraham Guillén Martínez Profesión: Especialista en Salud Ocupacional
Lic. en Pedagogía*

A. *¿Qué elementos de una correcta gestión de la seguridad humana contra incendios se deben verificar previo a la ejecución de una auditoría?*

En primera instancia se debe contar con la documentación respectiva de respaldo o evidencias que le den sustento al objeto en estudio. Es importante contar con diversos criterios, ya que por ejemplo al momento de presentarse un fallo en una máquina que genere un incendio no es lo mismo el análisis que realiza el profesional de salud ocupacional, al que puede realizar un técnico electromecánico. Ahí radica la importancia de contar con grupos de trabajo multidisciplinarios para tener un mayor alcance en la auditoría.

B. *¿Existe una relación directa entre el proceso de capacitación y formación constante y el buen funcionamiento de gestión de la seguridad humana contra incendios?*

Sí, los riesgos varían conforme crece la empresa y el plan de emergencias debe ser actualizado de la misma forma. Si existe en el papel, pero no se conoce es imposible realizar un adecuado abordaje.

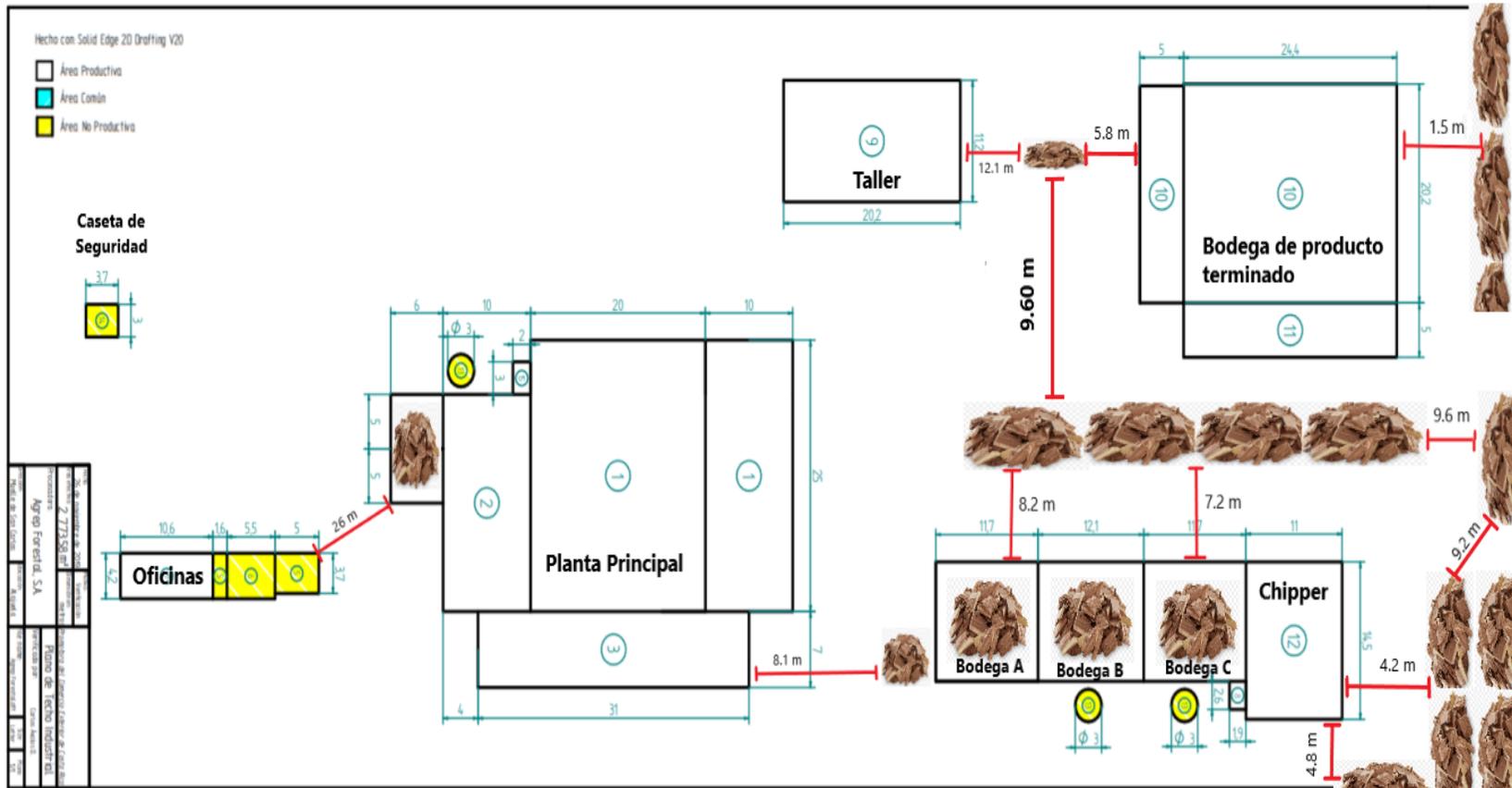
Ahora es importante tener en cuenta que capacitar y formar son dos cosas diferentes y que no solo se trata de transmitir el conocimiento, si no que se debe poner en práctica lo aprendido, se debe evaluar lo aprendido y se debe retroalimentar a quien capacita para garantizar de que el aprendizaje es significativo.

C. *¿Qué recomienda para mejorar el involucramiento de los colaboradores en la gestión de la seguridad humana contra incendios?*

Al aplicar mejoras en relación con la seguridad humana contra incendios se alcanzará un nivel superior de control y mitigación de riesgos ocupacionales; por ende, estos se ven disminuidos.

Entonces se podrá solicitar un proceso de homologación de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo para optar por una tarifa diferida. Esa disminución en el costo del precio de prima de la póliza de riesgos de trabajo podrá ser utilizada como incentivo hacia los colaboradores, sin incurrir en gastos extras para la organización.

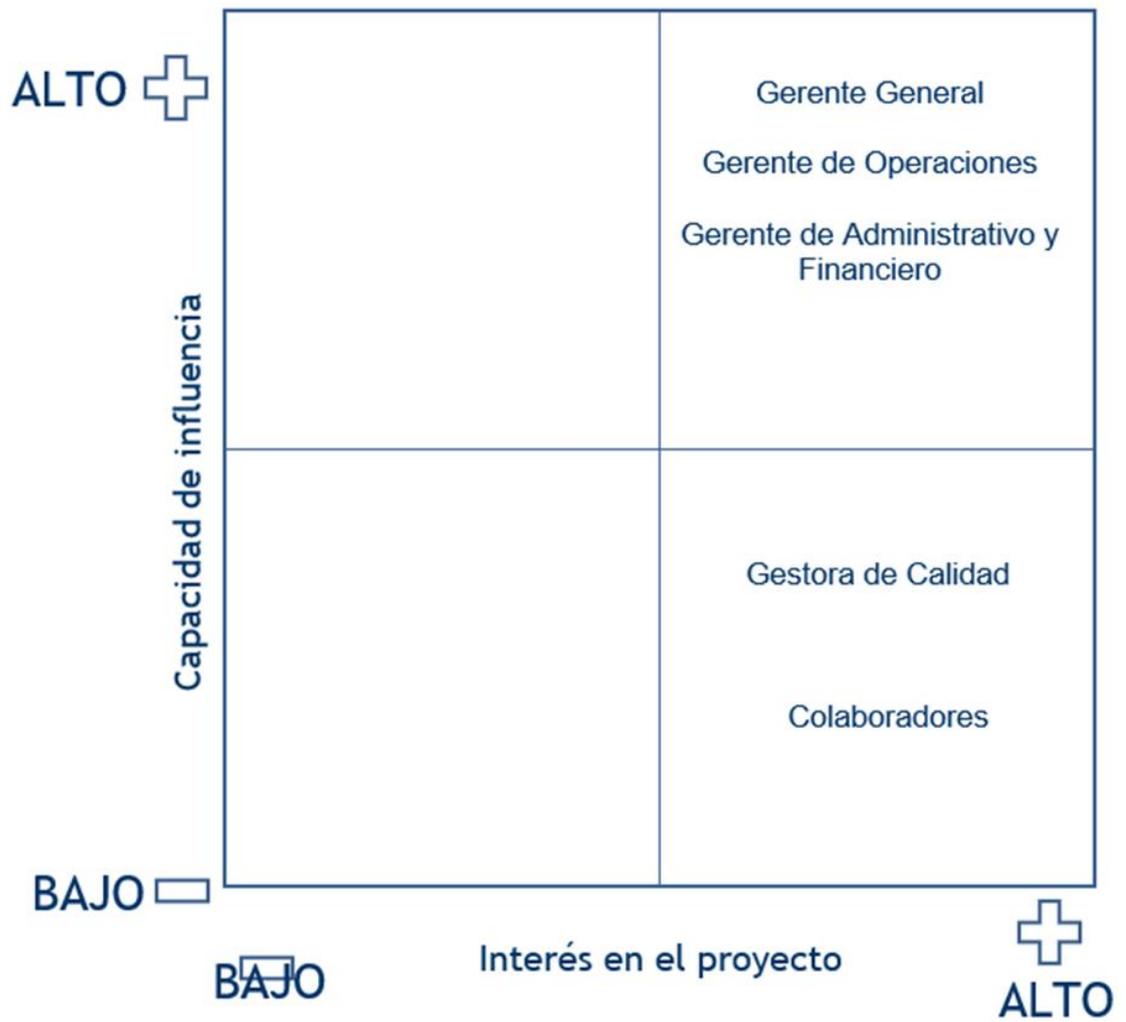
Apéndice 20. Plano de distribución de material biocombustible



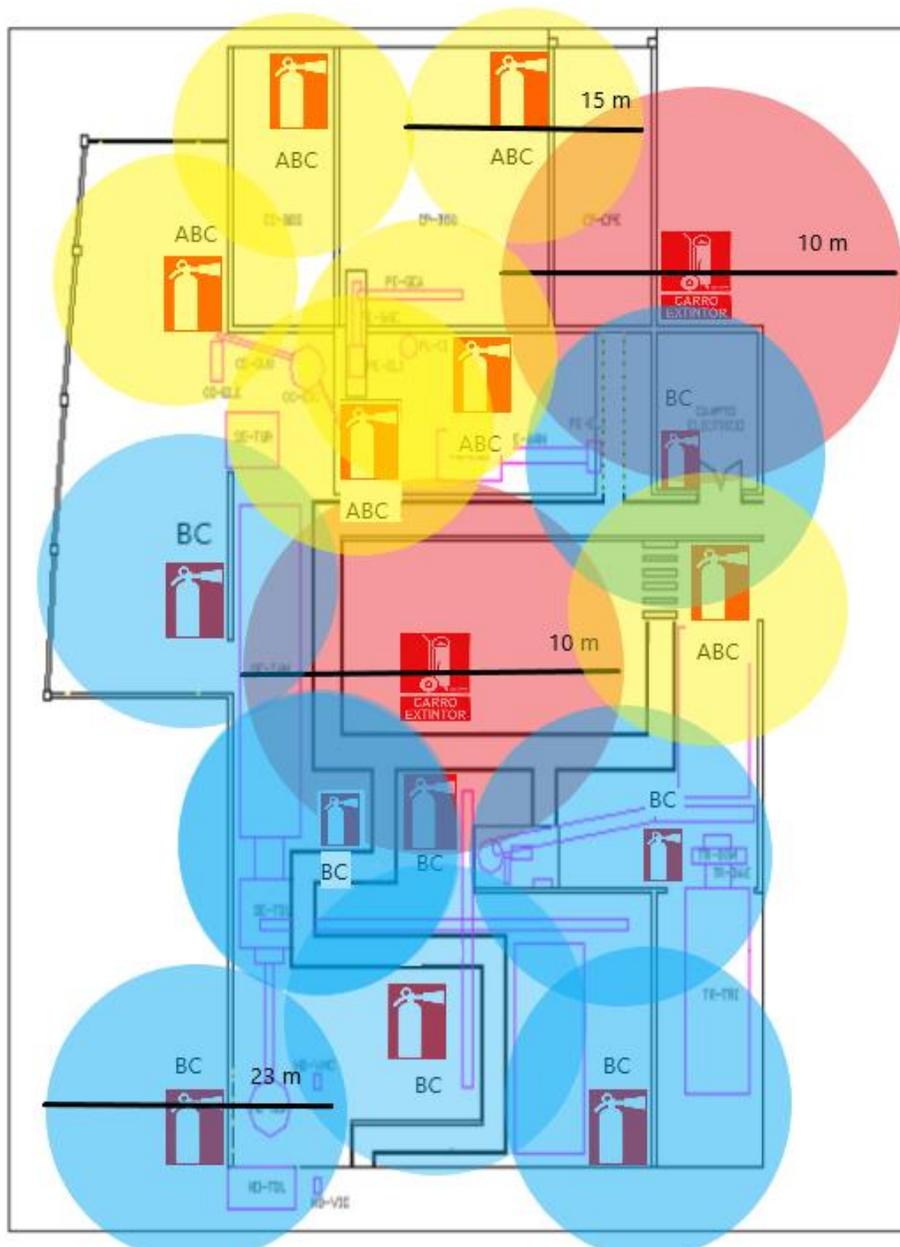
Apéndice 22 . Matriz de evaluación de riesgos

Matriz de Riesgo Referenciada con INTE 31 - 06 - 07 - 2011														
Clasificación	Descripción	Clasificación	Efectos posibles	Fuente	Medio	Individuo	Nivel de deficiencia	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad (NP) (NDxNE)	Interpretación del NP	Nivel de consecuencia (NC)	Nivel de riesgo (NR) (NPxNC)	Interpretación del NR	Acceptabilidad del riesgo
Aplicación de protocolos de orden y aseo	Alta producción de polvo de madera	Seguridad	Conatos de incendios	Recolección de los residuos	Capacitación	ninguno	10	4	40	Muy Alto	60	4000	I	No aceptable
Sistema eléctrico en mal estado	Antigüedad del sistema eléctrico	Eléctrico	Electrocución e incendio	Cambiar sistema y entubarlo (materiales con certificación UL)	Capacitación para la identificación y reporte del riesgo eléctrico	ninguno	6	3	18	Muy Alto	60	1080	I	No aceptable
Extintores en mal estado	Extintores dañados (corneta)	Seguridad	Incendio descontrolado	Reparar los extintores o cambiarlos	ninguno	ninguno	6	3	18	Muy Alto	60	1080	I	No aceptable
Condiciones humanas o actos inseguros	Actos inseguros	Seguridad	Accidentes	Instalación de cámaras e inspecciones frecuentes	Capacitación	ninguno	6	4	40	Muy Alto	25	1000	I	No aceptable
COVID-19	Riesgo de contagio	Biológico	complicaciones respiratorias /Muerte	Estación sanitizante	Capacitación	Higiene Personal	10	4	40	Muy Alto	25	1000	I	No aceptable
Corte con metalo y acetileno	Caída de chispas al suelo	Incendio	Generación de conatos de incendios	Manteado para corte	Capacitación	Protocolo de trabajo	6	4	40	Muy Alto	25	1000	I	No aceptable
Soldadura	Caída de chispas al suelo	Incendio	Generación de conatos de incendios	Manteado para soldadura	Capacitación	Protocolo de trabajo	6	4	40	Muy Alto	25	1000	I	No aceptable
Homos Industriales	Puertas no herméticas	Incendio	Generación de conatos de incendios	Cambiar las puertas por un sistema hermético	ninguno	ninguno	10	4	40	Muy Alto	60	2400	I	No aceptable
Interrupción del Proyecto	Falta de recursos por COVID-19	Gestión	ninguno	Teletrabajo	ninguno	ninguno	2	1	2	Bajo	10	20	IV	Aceptable
Asalto o Robo	Asalto o Robo mientras se transporta a la empresa o en el hotel	Gestión	Pérdida de información	Salvar información en la nube	ninguno	ninguno	2	1	2	Bajo	10	20	IV	Aceptable
Agentes Ambientales Químicos	Exposición Ocupacional a polvo de madera	Químico	Silicosis ocupacional y cáncer de tabique nasal y mesotelioma pulmonar	Sistema de rocío de agua para la precipitación de las partículas o sistema de campanas de extracción	Capacitación	Respiradores de media cara	10	4	40	Muy Alto	60	2400	I	No aceptable
Ruido	Exposición Ocupacional a 124,5 dB en planta	Físico	Hipoacusia Laboral	ninguno (ruido no confinable)	Capacitación	Orejeras con filtro de alta densidad	10	4	40	Muy Alto	60	2400	I	No aceptable
Agentes Ambientales Químicos	Exposición ocupacional a humos y vapores metálicos	Químico	Deterioro del sistema respiratorio, desarrollo de cáncer	Extracción de partículas localizada	Capacitación	Filtros N95 + Carbón Activado	10	4	40	Muy Alto	60	2400	I	No Aceptable
Seguridad Eléctrica	Cableado expuesto	Eléctrico	Muerte por electrocución	Entubar cableado (Materiales UL)	Capacitación	EPP para trabajos con alta tensión	10	4	40	Muy Alto	60	2400	I	No Aceptable
Caidas a diferentes niveles	Escaleras inestables en planta de producción	Seguridad	Fracturas y golpes	Anclar o fijar las escaleras	ninguno	ninguno	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable
Caidas a diferentes niveles	Desagues sin rejilla en planta de producción	Seguridad	Fracturas y golpes	Instalar las rejillas	ninguno	ninguno	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable
Escaleras con inclinaciones inadecuadas	Las escaleras no se encuentran a 90 grados	Seguridad	Caídas, golpes y fracturas	Eliminar la inclinación hacia adentro	ninguno	ninguno	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable
Condiciones Termohigrométricas	Estrés térmico por calor excesivo	Físico	Descompensación, daño en nervios, agotamiento y deshidratación severa	Protocolo de aclimatación para mantenimiento y reforzamiento con material aislante en hornos	Capacitación	EPP para estrés térmico	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable
Elementos mecánicos expuestos	Cadenas y rodillos en movimiento	Seguridad	Amputación o muerte	Diseño de resguardos con protección total y no parcial	ninguno	ninguno	6	4	24	Muy Alto	60	1440	I	No Aceptable
Exposición a Agentes Químicos	Material particulado de fibra de vidrio	Químicos	Deterioro del sistema respiratorio, desarrollo de cáncer	Eliminación de este tipo de aislante	Extracción localizada	EPP respiratorio (Respirador)	10	3	30	Muy Alto	60	1800	I	No Aceptable
Mordedura o picadura de animales e insectos venenosos	Serpientes con venenos potentes características de la zona, alacranes, cienpies y abejas	Biológicos	Muerte o envenenamiento severo	Mantener las zonas de linderos limpias y libre de escombros	Capacitación	Polainas para realizar mantenimiento de áreas verdes	6	2	12	Alto	60	720	I	No Aceptable
Obstaculización de pasillos	Material obstruye la ruta de evacuación	Seguridad	Golpes y quebraduras	Pasillos libres en todo momento	Capacitación	Seguimiento del protocolo de orden y aseo	2	2	4	Bajo	25	100	III	Aceptable

Apéndice 23. Matriz de interesados

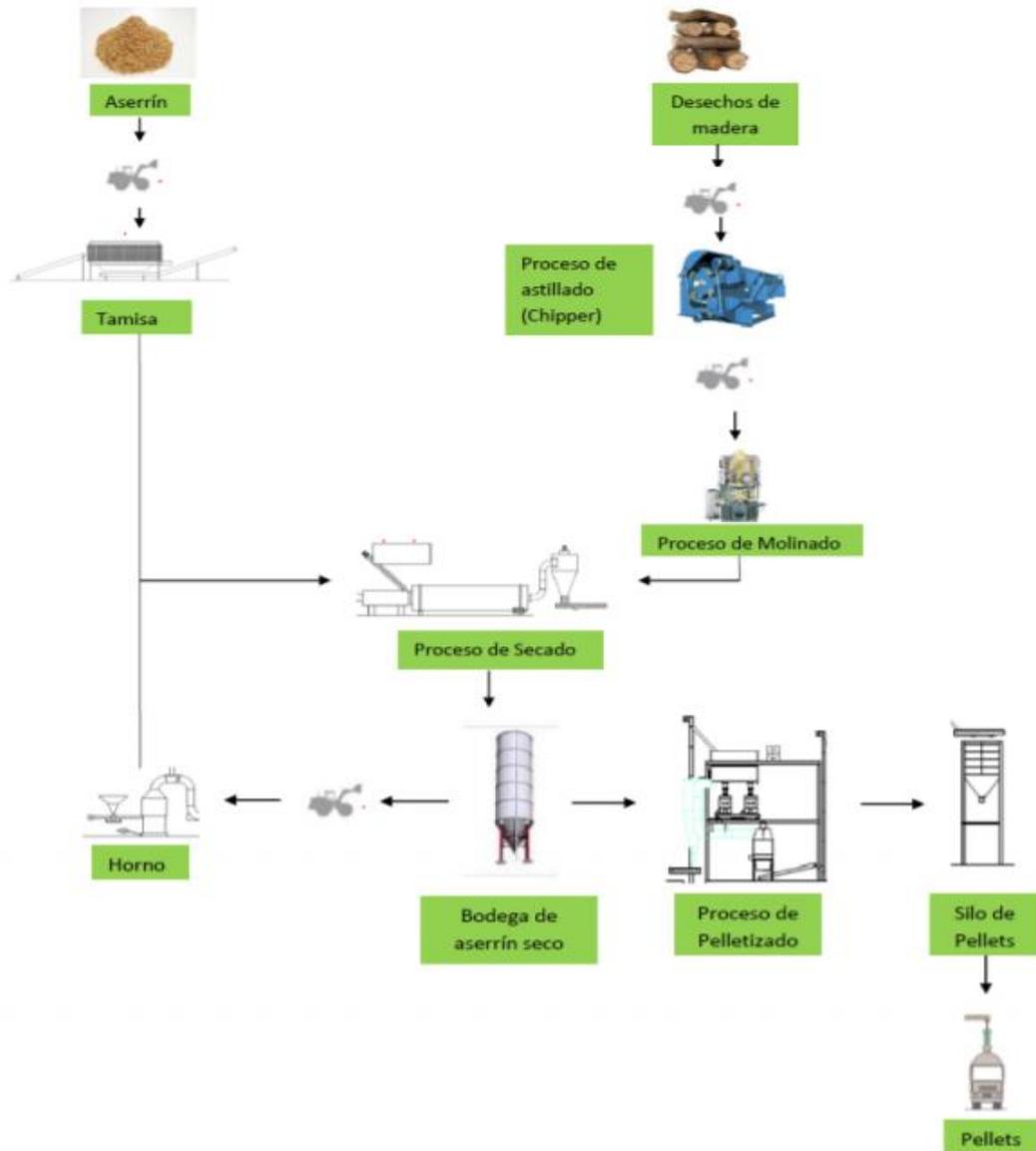


Apéndice 24. Plano de cobertura de extintores



VIII. ANEXO

Anexo 1. Flujo de ejecución del proceso



Fuente: Fernández, 2016