

**UNIVERSIDAD DE SANA CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE PINTURAS SUPERCOLOR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**NANCY JULISSA ALEGRÍA GIRÓN**

ASESORADA POR ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

### TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR:	Ing. Sergio Godinez Gálvez
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**JESUS**

Por permitirme llegar a este momento

**MIS PADRES**

Maria Girón Girón  
Francisco Alegría  
Por su apoyo incondicional

**A MI ESPOSO**

Iran por su amor y apoyo.

**MIS HERMANOS**

Rony, Leslie y Anita.

**MIS SOBRINOS**

Andrès, Pablo y Celeste.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>VIII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. MARCO TEÒRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del programa de prevención de Incendios.....	1
1.1.1 Elementos que lo componen.....	1
1.2 Incendios.....	2
1.2.1 Clasificación de incendios.....	3
1.2.1.1 Tipo A “fuego seco”.....	3
1.2.1.2 Tipo B “fuego hidrocarburos” .....	3
1.2.1.3 Tipo C “fuegos eléctricos”.....	3
1.2.1.4 Tipo D “fuegos especiales”.....	4
1.2.1.5 Métodos de extinción del fuego.....	4
1.2.1.5.1 Eliminación del material combustible.....	4

1.2.1.5.2	Enfriamiento.....	4
1.2.1.5.3	Eliminación de xígeno.....	5
1.2.2	Extintores.....	5
1.2.2.1	¿Qué es un extintor?.....	5
1.2.2.2	Clasificación de los extintores.....	6
1.2.2.3	¿ Cómo se usa un extintor ?.....	7
1.2.2.4	¿ Qué es un robot ?.....	8
1.3	Señalización cromática.....	8
1.4	Sistemas de alarma.....	9
1.4.1	¿ Qué es un sistema de alarma ?.....	9
1.5	Sensores de humo.....	9
1.5.1	¿ Qué es un sensor de humo ?.....	9
1.6	Hidrantes .....	9
1.6.1	¿ Qué es un hidrante ?.....	9
1.6.2	¿ Para qué se utiliza un Hidrante ?.....	10
1.7	¿ Qué es un rociador automático ?.....	10
2.	Análisis de la situación actual de la planta de producción de pinturas.....	
	Supercolor.....	11
2.1	Descripción del método simplificado de evaluación del riesgo de.....	
	Incendio (MESERI).....	11
2.2	Factores propios de la instalación.....	13
2.2.1	Construcción.....	13
2.2.2	Altura del edificio.....	13

2.2.2.1	Mayor sector de incendio.....	14
2.2.2.2	Resistencia al fuego.....	15
2.2.2.3	Falsos techos.....	16
2.3	Factores de situación.....	16
2.3.1	Distancia de los bomberos.....	16
2.3.2	Accesibilidad del edificio.....	17
2.4	Procesos.....	19
2.4.1	Maquinaria.....	19
2.4.2	Materiales.....	19
2.4.3	Peligro de explosión.....	20
2.4.4	Peligro de activación.....	20
2.4.5	Combustibilidad .....	21
2.4.6	Orden y limpieza .....	22
2.4.7	Almacenamiento en altura .....	23
2.4.8	Disponibilidad de agua .....	24
2.5	Factores de concentración. ....	25
2.5.1	Propagabilidad.....	26
2.5.1.1	En vertical.....	26
2.5.1.2	En horizontal.....	27

2.5.2	Destructibilidad.....	28
2.5.2.1	Calor.....	28
2.5.2.2	Humo.....	29
2.5.2.3	Corrosión.....	30
2.5.2.4	Agua.....	31
2.6	Factores de protección.....	32
2.6.1	Extintores (EXT) y robots.....	33
2.6.2	Sensores de humo y alarmas (SH).....	33
2.6.3	Rociadores automáticos (RA).....	33
2.6.4	Hidrantes (H).....	33
2.6.5	Brigada de emergencia (BE).....	33
2.6.6	Señalización cromática (SC).....	33
2.6.7	Instalaciones físicas especiales (IFE) .....	34
2.7	Evaluación de salidas de emergencia.....	36
2.8	Evaluación de rutas de evacuación.....	36
3.	Implementación del programa de prevención de incendios.....	37
3.1	Eliminación de causas de incendios.....	37
3.1.1	Educación de los trabajadores con respecto a los riesgos.....	37
3.1.2	Capacitación de los trabajadores en cuanto al uso de los equipos.....	38
3.1.3	Capacitación de la brigada de emergencia.....	39

3.1.4	Capacitación de los trabajadores en cuanto a señalización .....	
	cromática.....	40
3.1.5	Capacitación de los trabajadores en cuanto a técnicas de .....	
	evacuación.....	43
3.2	Equipo contra incendio.....	45
3.2.1	Tipos de rociadores automáticos.....	45
3.2.1.1	Presión necesaria.....	46
3.2.1.2	Tubería de suministro.....	46
3.2.1.3	Depósitos.....	46
3.2.1.4	Ubicación.....	46
3.2.2	Hidrantes.....	47
3.2.3	Sistemas de alarma.....	47
3.2.4	Sistemas de humo y/o calor.....	47
3.2.5	Tipos de extintores.....	48
3.2.5.1	Area de producción.....	48
3.2.5.2	Bodega de producto terminado.....	48
3.2.5.3	Bodega de materia prima.....	49
3.2.5.4	Bodega de material de empaque.....	49
3.2.5.5	Oficina.....	49
3.2.6	Robots.....	49
3.2.6.1	Area de producción.....	49



3.2.6.2 Bodega de materia prima.....	49
3.3 Rutas de evacuación.....	49
3.3.1 Tipos de puertas para salidas de emergencia.....	49
3.3.2 Plano de señalización de salidas de emergencia.....	50
3.3.3 Plano de señalización de rutas de emergencia.....	50
3.4 Programa de señalización cromática.....	50
4. Evaluación del programa de prevención de incendios.....	52
4.1 Creación de formatos.....	52
4.1.1 Control de mantenimiento de los extintores.....	52
4.1.2 Control de mantenimiento de los sistemas de alarma y sensores de humo.....	53
4.1.3 Control de eficiencia de los trabajadores en cuanto al uso de los..... equipos.....	54
4.1.4 Evaluación de los operarios en cuanto a la comprensión de la ..... señalización.....	55
4.1.5 Evaluación de tiempos de evacuación.....	55
4.1.6 Evaluación de daños.....	55
4.2 Evaluación de costos.....	55
4.2.1 Evaluación del costo de los equipos.....	55
4.2.2 Evaluación del costo de señalización cromática y salidas de..... emergencia.....	57

4.2.3 Evaluación del costo de capacitación.....	58
5. Seguimiento de propuestas y mejoras.....	59
5.1 Formularios a implementar cada seis meses.....	59
5.2 Análisis de la información.....	59
5.3 Medidas a tomar.....	59
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>64</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Altura del edificio	13
2	Mayor sector de incendio	14
3	Resistencia al fuego	15
4	Falso techo	16
5	Distancia de los bomberos	17
6	Accesibilidad del edificio	18
7	Accesibilidad del edificio	18
8	Peligro de activación	21
9	Combustibilidad	22
10	Orden y Limpieza	23
11	Almacenamiento en altura	24
12	Disponibilidad de agua	25
13	Factores de concentración	26
14	Propagabilidad en vertical	27
15	Propagabilidad en horizontal	27
16	Destrucción por calor	29
17	Destrucción por humo	30
18	Destrucción por corrosión	31
19	Destrucción por agua	32
20	Medios de protección	34
21	Significado de colores de seguridad	42
22	Colores de contraste	42

23	Formas geométricas	43
24	Plano señalización de rutas y salidas de emergencia, área de producción y bodega de producto terminado	66
25	Plano de señalización de rutas y salidas de emergencia, bodega de materia prima	67

## GLOSARIO

<b>ABC</b>	Extinguidores cuyo contenido es polvo químico seco.
<b>Accidente</b>	Es una combinación de riesgo físico, ( condiciones inseguras ) y error humano ( actos inseguros ).
<b>Brigada</b>	Conjunto de personas reunidas para efectuar ciertos cambios.
<b>Calor</b>	Energía que proporciona aumento de temperatura a un cuerpo y que puede alterar sus condiciones de equilibrio térmico.
<b>Capacitar</b>	Hacer a una persona apta para realizar alguna actividad.
<b>Cleanguard anzul</b>	Agente extinguidor que se utiliza para apagar incendio en equipo de computo.
<b>CO2</b>	Compuesto químico formado por dos átomos de oxígeno y un átomo de carbono ( dióxido de carbono ).
<b>Combustible</b>	Sustancia que es capaz de quemarse bajo condiciones en la que haya presencia de oxígeno y calor.
<b>Solvente</b>	Líquido de composición variable en la cual suelen entrar la acetona y el tolueno.

## RESUMEN

Pinturas Supercolor es una fábrica que se dedica a la elaboración de toda clase de pintura, es una empresa que cuenta con aproximadamente 70 empleados.

En el proceso de producción de la pintura intervienen materiales altamente combustibles, por lo que el riesgo de incendio es muy alto y es evidente la necesidad de un programa de prevención de incendios que ayude a evitar que se produzca un incendio o la propagación del mismo.

Se aplica un método de evaluación de riesgo de incendio llamado MESERI, el cual toma como base los factores propios de la instalación y los medios de protección, dando como resultado un riesgo no aceptable.

Como resultado de la evaluación se implementan medidas de seguridad como: eliminación de causas de incendio, en las cuales se instruye para la capacitación y educación de los empleados; además de la determinación del equipo necesario, como por ejemplo tipos y tamaño de extinguidor; una adecuada señalización de rutas de evacuación.

Se realiza un simulacro de evacuación el cual da como resultado parámetros que se utilizarán para realizar las correcciones necesarias en la implementación de la seguridad total de la planta.

Todo trabajo sobre la implementación de medidas de seguridad operativa se le debe dar el seguimiento respectivo, por lo cual se implementan tiempos y tipos de información a recabar para realizar las inspecciones y utilizar los nuevos equipos con que se cuente en cada momento.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer un programa de prevención de incendios en la planta de producción de Pinturas SUPERCOLOR, que constituya una herramienta que proporcione las condiciones mínimas de seguridad, para los trabajadores de la misma.

### **Específicos**

1. Dar a conocer todas las generalidades que integran un programa de prevención de incendios.
2. Conocer la situación actual de la planta de producción de pinturas SUPERCOLOR en cuanto a las condiciones de riesgo que podrían ocasionar un incendio.
3. Evaluar el riesgo de incendio de la planta de producción a través de un método de evaluación.
4. Proponer un programa de prevención de incendios que vaya desde el almacenaje de líquidos inflamables, selección de los extintores adecuados, robots, sistemas de alarma, detectores de humo, hidrantes, salidas y rutas de emergencia, señalización cromática, capacitación de los operarios y brigada de emergencia.
5. Reducir al máximo las posibilidades de que inicie un incendio en la planta de producción de pinturas SUPERCOLOR.
6. Capacitar y educar a los operarios acerca de las consecuencias que podrían darse a causa de no seguir al pie de la letra el programa de prevención de incendios.
7. Evaluar el programa de prevención de incendios, por medio de un análisis de costos y mediante la creación de formatos.
8. Dar un seguimiento a las propuestas y mejoras.

## INTRODUCCION

El presente trabajo de graduación, trata sobre un programa de prevención de incendios para la fábrica de pinturas SUPERCOLOR que se dedica a la fabricación de toda clase de pintura, desde lacas automotrices, sintéticos, anticorrosivos, aceites y pintura acrílica, realizando un análisis de todas aquellas condiciones de riesgo en materia de seguridad, que podrían afectar la vida de los trabajadores, así como destruir las instalaciones de la planta, su materia prima, maquinaria y por consiguiente afectar en gran manera los costos de la empresa, este programa es una herramienta que proporciona a los trabajadores de pinturas SUPERCOLOR las condiciones de seguridad que puedan evitar un incendio o la propagación del mismo e incluye herramientas en materia de capacitación en cuanto al uso de los extintores adecuados, técnicas de evacuación, buen manejo de los equipos, almacenamiento de las materias primas etc.

Hoy muchos gerentes o directores de empresas están tomando muy en serio lo beneficioso que resulta ser la implementación de la seguridad en caso de incendio en sus empresas, ya que se protegen sus bienes y lo más importante, se protege a la vida humana.

La aplicación de un programa de prevención de incendios en la planta de producción de pinturas SUPERCOLOR, será de mucha ayuda debido a que en la planta nunca se ha aplicado uno similar; en la presente tesis se determinan los pasos a seguir para poder obtener una mejor seguridad, en lo relativo a protección contra incendios, a través del método MESERI.



## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Descripción del programa de prevención de incendios**

Es una herramienta que proporcionará a la planta de producción de Pinturas Supercolor y sus trabajadores, las condiciones de seguridad que necesitan para prevenir un incendio, o evitar la propagación del mismo.

La prevención es más importante, que la respuesta a accidentes con fuego.

#### **1.1.1 Elementos que lo componen**

Un programa de prevención de incendios debe de incluir los siguientes elementos:

- Extintores adecuados,
- Robots,
- Detectores de incendio,
- Sistemas de alarma,
- Hidrantes,
- Rociadores automáticos,
- Salidas de emergencia,
- Rutas de emergencia,

## **1.2 Incendios**

Se ha comprobado que basta con la unión de tres elementos básicos, juntos en el momento adecuado y en cantidades proporcionales para que surja el fuego. Dichos elementos son:

- Oxígeno
- Fuente de calor
- Material combustible

Juntos forman lo que históricamente se ha representado como el triángulo del fuego, figura geométrica que se ha incorporado de esta forma para la comprensión de lo que en realidad significa esta reacción química.

Una vez que da inicio esta reacción química, se incorpora el cuarto elemento que comúnmente está presente, el denominado reacción en cadena.

### **1.2.1 Clasificación de incendios**

#### **1.2.1.1 Tipo A “fuego seco”**

Son fuegos originados por combustibles ordinarios o materiales fibrosos, tales como madera, papel, tela, gomas y ciertos plásticos. Para este fuego el componente más eficaz es el agua.

#### **1.2.1.2 Tipo B “fuego hidrocarburos”**

Son fuegos provocados por hidrocarburos y líquidos inflamables o combustibles tales como la gasolina, pintura, aditivos y propano.

El agua es generalmente ineficaz para este tipo de fuego. Se tienen que usar componentes tales como emulsión, polvo seco, CO<sub>2</sub>. El agua pulverizada es más eficaz sobre los hidrocarburos pesados como el aceite.

### **1.2.1.3 Tipo C “ fuegos eléctricos”**

Son fuegos provocados por equipos eléctricos energizados, tales como electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles y herramientas eléctricas. Requieren de la utilización de elementos de extinción no conductores de la electricidad. Generalmente, se utiliza el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

### **1.2.1.4 Tipo D “ fuegos especiales”**

Se trata de fuegos poco comunes donde intervienen metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio o fuegos contra los cuales todavía no existen elementos de extinción realmente específicos.

### **1.2.1.5 Métodos de extinción del fuego**

#### **1.2.1.5.1 Eliminación del material combustible**

Es bastante efectiva, pero a veces no es práctica ni posible. En el caso de los líquidos, se puede cerrar la fuente que provee del líquido, o quitar partes no quemadas, o impregnadas de líquido derramado. Otra forma es la dilución del líquido que está ardiendo, normalmente se hace con agua, siempre y cuando el líquido sea soluble en agua. Los líquidos que no son solubles, pueden ser diluidos con un agente que produce una emulsión ( suspensión dentro de otro líquido) al mezclarse con la capa superior del líquido inflamable con el fin de detener la vaporización. Las espumas y otros agentes que actúan sobre superficies pueden contener los vapores inflamables y así eliminar combustible de áreas de combustión.

### **1.2.1.5.2 Enfriamiento**

Un método ampliamente usado en la extinción de incendios es el enfriamiento o inmersión. El control de temperatura involucra la absorción de calor que resulta en el enfriamiento del combustible hasta un punto en que cesa de liberar la cantidad necesaria de vapores para mantener una mezcla inflamable. De todos los agentes extintores, el agua absorbe más calor por volumen que cualquier otro agente.

### **1.2.1.5.3 Eliminación del oxígeno**

El proceso de sofocar o cubrir extinguirá los incendios al separar el oxígeno de los otros elementos que causan el fuego. Como ejemplo está el tirar un chorro de neblina a un cuarto donde hay fuego, esto creará vapor que obligará a salir al oxígeno, haciendo una concentración muy baja y extinguendo las llamas. Hay excepciones como los materiales que tienen su propia fuente de oxígeno y en estos casos es muy difícil sofocarlos, requiriéndole un método especial de extinción o control.

## **1.2.2 Extintores**

### **1.2.2.1 ¿Qué es un extintor?**

El extinguidor o extintor es un aparato portátil, que sirve para apagar un incendio o principio de fuego; éste equipo está diseñado para eliminar el oxígeno o disminuir la temperatura del material incendiado. El tiempo máximo que debe permanecer un extinguidor, sin ser recargado es un año, pues el contenido tiene una vida limitada, en cuanto a su efectividad, un extinguidor puede pesar de cinco a veinte libras.

El extintor esta compuesto por cuatro partes:

- Un cilindro, que contiene el producto químico a presión.
- Una válvula, que regula la salida del producto.
- Una manguera, que permite ubicar la aplicación.
- Un manómetro, que indica la presión del contenido.

### **1.2.2.2 Clasificación de los extintores**

De acuerdo al combustible que provoca el fuego, existe una clasificación de fuego que los denomina tipo A, B, o C; de igual manera, hay extintores manuales cargados con producto, contra ese tipo de fuego, en las siguientes categorías:

#### **Extintor tipo A**

Este tipo de extintor contiene agua, y se utiliza para incendio Tipo A, en el que el material combustible puede ser, papel, cartón, madera, tela, etc. Se encarga de extinguir el fuego enfriando el combustible incendiado, y de esta forma disminuye el calor.

#### **Extintor tipo B**

Es aquel que contiene polvo químico seco, dióxido de carbono, es útil para combatir incendios originados por combustibles inflamables.

#### **Extintor tipo C**

Está cargado con materiales no conductores tales como, el dióxido de carbono, el químico seco común, y se utiliza para apagar fuegos tipo C.

## **Extintor tipo A, B,C**

Este extintor se conoce como multi – propósito o universal; y se utiliza para apagar todo tipo de incendios, por lo que una persona que no conozca el origen del fuego puede usarlos indistintamente.

### **1.2.2.3 ¿Cómo se usa un extintor?**

El usuario de un extintor de incendios, para conseguir una utilización del mismo, debe tener en cuenta que su duración es aproximadamente de 8 a 60 segundos según tipo y capacidad del extintor, tendría que haber sido formado previamente sobre los conocimientos básicos del fuego y de forma completa lo más práctica posible, sobre las instrucciones de funcionamiento, los peligros de utilización y las reglas concretas de uso de cada extintor.

- Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta o asa fija que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.
- En caso de que el extintor posea manguera, asirla por la boquilla para evitar la salida incontrolada del agente extintor. En caso de que el extintor fuese de CO<sub>2</sub> llevar cuidado especial de asir la boquilla por la parte aislada destinada para ello y no dirigirla hacia las personas.
- Comprobar en caso de que exista válvula o disco de seguridad que estén en posición sin peligro de proyección de fluido hacia el usuario.
- Quitar el pasador de seguridad tirando de su anilla.
- Acercarse al fuego dejando como mínimo un metro de distancia hasta él. En caso de espacios abiertos acercarse en la dirección del viento.
- Apretar la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.

- Dirigir el chorro a la base de las llamas.
- En el caso de incendios de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar el derrame incontrolado del producto en combustión. Avanzar gradualmente desde los extremos.

#### **1.2.2.4 ¿ Qué es un robot?**

Es un aparato que sirve para apagar un incendio, tiene las mismas funciones que un extintor solo que con mas capacidad que el mismo, es mas grande y se puede cargar de cien a doscientos cincuenta libras.

### **1.3 Señalización cromática**

Es la señalización a base de colores, formas y símbolos representativos de seguridad, con el propósito de lograr una estandarización y uniformidad de la señalización que permita a las personas, mayor familiaridad con los símbolos representativos de seguridad, con base a las normativas internacionales existentes y así fomentar la cultura en prevención de desastres.

### **1.4 Sistemas de alarma**

#### **1.4.1 ¿Qué es un sistema de alarma?**

Es un dispositivo que se utiliza para detectar un fuego en sus etapas de inicio por medio de un detector de humo, está ligado a un tablero de control que al recibir una señal de los detectores de humo envía una señal para que se active la alarma y las luces.

## **1.5 Sensores de humo**

### **1.5.1 ¿Qué es un sensor de humo?**

Es un dispositivo que detecta humo mandando una señal al tablero de control.

## **1.6 Hidrantes**

### **1.6.1 ¿Qué es un hidrante?**

Es un dispositivo para ataque de incendios, que está compuesto por una manguera de cincuenta, setenta y cinco o cien pies de largo, por una válvula de control y una boquilla en el extremo de la manguera para graduar el tipo de chorro, ya sea directo o en forma de abanico.

Los hidrantes se colocan generalmente en las áreas de salida, y van de una y media pulgadas a dos y media pulgadas de diámetro, arrojan agua de cien galones por minuto con una presión de sesenta y cinco PSI a doscientos cincuenta galones por minuto con una presión de cien PSI .

### **1.6.2 ¿Para qué se utiliza un hidrante?**

Para apagar un fuego de dimensiones grandes, cuando los extinguidores o robots no tienen la capacidad suficiente para poder apagarlos.

### **1.7 ¿Qué es un rociador automático?**

Es un dispositivo de control o extinción de incendios que se opera en forma automática al detectar mucho calor , están conectados a una tubería de agua a



cien PSI y arrojan veinticinco galones por minuto de agua, van ubicados en el techo. Tienen una capacidad de cubrir un área de oficinas de cuatro punto seis por cuatro punto seis metros y en un área de bodegas de tres punto seis por tres punto seis metros.

# **1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURAS SUPERCOLOR**

## **2.1 Descripción del método simplificado de evaluación del riesgo de incendio (MESERI)**

En este método se conjugan, de forma sencilla, las características propias de las instalaciones y los medios de protección, para obtener una calificación del riesgo ponderada por ambos factores. Ágil y de fácil comprensión, el método permite realizar una evaluación rápida durante la inspección y efectuar, de forma casi instantánea, las recomendaciones oportunas para disminuir la peligrosidad del riesgo de incendio.

Con frecuencia, las inspecciones llevadas a cabo por los gerentes de riesgos exigen de bastante tiempo y de un análisis extenso de datos que posibiliten una adecuada evaluación de los riesgos. En este sentido, disponer de un método simplificado de evaluación de riesgos puede ser francamente útil a este propósito.

El estudio de un riesgo, en cuanto al peligro de incendio, ofrece para el técnico algunas dificultades que en muchos casos disminuyen la eficacia de su actuación.

Hay que considerar, en primer lugar, que la opinión sobre la bondad o no del riesgo es subjetiva, dependiendo, naturalmente, de la experiencia del que tiene que darla. En muchos casos esto obliga a utilizar con profusión la colaboración de los técnicos expertos, que son pocos, dejando a los que comienzan en un período de rodaje que resulta demasiado largo y costoso.

En un segundo paso, a la hora de tomar decisiones para mejorar las deficiencias que se han observado, el responsable se encuentra con un amplio abanico de posibilidades, entre las cuales tiene que elegir atendiendo a la efectividad de los resultados en cuanto a protección y al coste de las instalaciones. Es necesario enfrentar todas esas posibilidades de forma que de un golpe de vista se pueda ver la influencia de cada una en la mejora del riesgo, observando con facilidad cómo influye cada medida en el resto de las posibles a adoptar. Es decir, es preciso una clasificación y estructuración de los datos recabados en la inspección.

En resumen, existen suficientes argumentos para utilizar un método de evaluación del riesgo de incendio, que partiendo de la información suficiente consiga una calificación de riesgo.

El método (MESERI) contempla dos bloques diferenciados de factores, los cuales son: factores propios de las instalaciones y factores de protección; estos a su vez, se subdividen tomando en cuenta los aspectos a considerar más importantes. A cada uno de ellos se aplica un coeficiente, dependiendo de que propicien o no el riesgo de incendio, desde cero en el caso más desfavorable, hasta diez en el caso más favorable.

## **2.2 Factores propios de la instalación**

### **2.2.1 Construcción**

### 2.2.1.1 Altura del edificio

Se entenderá por altura de un edificio la diferencia de cotas entre piso de la planta baja o último sótano y el forjado o cerchas que soportan la cubierta.

**Figura 1. Altura del edificio**

Número de pisos	Altura	Coefficiente
1 o 2	Menor que 6 m	3
3,4 o 5	entre 6 y 12 m	2
6,7,8 o 9	entre 15 y 20 m	1
10 o más	más de 30 m	0

**Fuente: Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa. Página 2**

Entre el coeficiente correspondiente del número de pisos y de la altura del edificio se tomará el menor.

Si el edificio tiene distintas alturas y la parte más alta ocupa más del 25% de la superficie en planta de todo el conjunto se tomara el coeficiente a esta altura. Si es inferior al 25% se tomará el del resto del edificio.

La planta de producción de Pinturas Supercolor cuenta con dos alturas diferentes una de 6 metros y la otra de 4 metros. Tiene una superficie en planta de 450 metros cuadrados y 160 metros cuadrados respectivamente. Tomando en cuenta todo lo anterior se toma la altura del edificio coeficiente 2.

### 2.2.1.2 Mayor sector de incendio

Se entiende por sector de incendio la zona del edificio limitada por elementos resistentes al fuego, 120 minutos. Si en caso de que sea un edificio aislado se tomará su superficie total.

**Figura 2. Mayor sector de incendio**

Superficie mayor Sector de incendio	Coefficiente
De 0 a 500 m <sup>2</sup>	5
De 501 a 1,500 m <sup>2</sup>	4
De 1,501 a 2,500 m <sup>2</sup>	3
De 2,501 a 3,500 m <sup>2</sup>	2
De 3,501 a 4,500 m <sup>2</sup>	1
Más de 4,500 m <sup>2</sup>	0

Fuente. **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa. Página 2**

La estructura del edificio es de acero estructural y no cuenta con ningún revestimiento, por lo que en el edificio no existe un área que soporte el fuego durante 120 minutos; por lo tanto se tomará el coeficiente igual a 0.

### 2.2.1.3 Resistencia al fuego

Se refiere a la estructura del edificio. Se entenderá como resistente al fuego, una estructura de hormigón. Una estructura metálica será considerada como no combustible y, finalmente, combustible si es distinta de las dos anteriores. Si la estructura es mixta se tomará un coeficiente intermedio entre los dos dados en la tabla.

**Figura 3. Resistencia al fuego**

Resistencia del fuego	Coficiente
Resistencia al fuego (hormigón)	10
No combustible	5
Combustible	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos Seguridad en la Empresa. Página 3**

La estructura del edificio está formada por concreto y lamina de aluzinc, por lo tanto se tomará un coeficiente intermedio igual a 7.

#### **2.2.1.4 Falsos techos**

Se entiende como tal a los recubrimientos de la parte superior de la estructura, especialmente en naves industriales, colocados como aislante térmico, acústico o decoración.

**Figura 4. Falso techo**

Falsos techos	Coficiente
Sin falsos techos	5
Con falsos techos incombustibles	3
Con falsos techos combustibles	0

Fuente: **Seminario Gerencia De Riesgos y Seguridad en la Empresa. Pagina 3**

El techo de la planta de producción y las bodegas es de lamina de aluzinc, por esta razón se tomará el coeficiente igual 5.

## 2.3 Factores de situación

Son los que dependen de la ubicación del edificio. Se consideran dos:

### 2.3.1 Distancia de los bomberos

Se tomará el coeficiente correspondiente al tiempo de respuesta de los bomberos.

**Figura 5. Distancia de los bomberos**

Distancia	Tiempo	Coeficiente
Menor de 5 Km	5 minutos	10
Entre 5 y 10 Km	5 y 10 minutos	8
Entre 10 y 25 Km	10 y 15 minutos	6
Entre 15 y 25 Km	15 y 25 minutos	2
Más de 25 Km	25 minutos	0

Fuente: **Seminario de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 3

La ubicación de la planta es en el kilómetro 18 ½ los Alamos Villa Canales, y la estación de bomberos más cercana, es la de los bomberos municipales en el kilómetro 15, con un tiempo de respuesta en horas pico del tráfico de 10 a 15 minutos. Se tomará el coeficiente 6.

### 2.3.2 Accesibilidad del edificio

Se clasificarán de acuerdo con la anchura de la vía de acceso, siempre que cumpla una de las otras dos condiciones de la misma fila o superior. Si no, se rebajará al inmediato inferior.

**Figura 6. Accesibilidad del edificio**

Accesibilidad del edificio	Anchura de puertas	Fachadas	Distancia entre puertas
Buena	> 4 m	3	< 25 m
Media	2 – 4 m	2	< 25 m
Mala	< 2 m	1	> 25 m
Muy mala	No existe	0	> 25 m

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 4

**Figura 7. Accesibilidad del edificio**

Accesibilidad del edificio	Coficiente
Buena	5
Media	3
Mala	1
Muy mala	0

La planta de producción cuenta con cuatro puertas y dos fachadas, en el área de producción y bodega de producto terminado hay 3 puertas con un ancho de 3 y 1.20 metros y una distancia entre puertas de 7.5 y 9 metros, el área de materia prima cuenta con un portón corredizo de 5 metros de ancho.

Por las dos fachadas del edificio la accesibilidad al mismo se tomará como media. Se tomará el coeficiente 3.



## **2.4 Procesos**

Deben recogerse las características propias de los procesos de fabricación que se realizan y los productos utilizados.

### **2.4.1 Maquinaria**

En la planta de producción de Pinturas Supercolor se fabrica todo tipo de pintura; pintura de agua, aceite, sintética, acrílica, lacas, anticorrosiva y fondos. El proceso de fabricación es intermitente, y se utilizan molinos de arena para moler los diferentes pigmentos que se utilizan en el proceso de fabricación, dichos molinos utilizan un sistema de bombeo eléctrico para poder succionar los pigmentos disueltos en solventes y resinas, los molinos arrancan a través de un motor y por medio de una caja arrancadora, dichas cajas arrancadoras no están cerradas debidamente, sino que se encuentran al descubierto, por lo que existe un riesgo muy grande de que suceda un incendio a la hora de caer una chispa dentro del tonel donde se encuentra el pigmento ya disuelto en resinas y solventes, ya que también los toneles no están tapados debidamente.

En el proceso de fabricación también utilizan máquinas mezcladoras, para batir y mezclar la pasta de pigmento ya molido con las demás materias primas que se utilizan en la pintura.

### **2.4.2 Materiales**

En la fabricación de pintura se utilizan diferentes tipos de materiales inflamables como, el tolueno, xileno, thinner, pigmentos y varios aditivos, los materiales de empaque que se utilizan son recipientes de metal y de plástico, cajas de cartón etc.

Por lo anterior, es evidente el riesgo de incendio que existe en la planta por el tipo de materiales que se utilizan, si no se toman las medidas necesarias para evitarlo.

### **2.4.3 Peligro de explosión**

En la planta de producción existe un riesgo de explosión debido las materias primas que se manejan en el proceso de fabricación, por ejemplo la nitrocelulosa, que es un material explosivo que se utiliza para darle cierto espesor a las pinturas lacas y fondos, y que para su seguridad debe de estar almacenada bajo tierra dentro de un polvorín de con un mínimo de 5 metros de profundidad y en su alrededor debe de estar rodeado de tierra, por otro lado la nitrocelulosa debe de estar estrictamente tapada para evitar que se seque ya que esto podría provocar una reacción que terminaría en una explosión.

### **2.4.4 Peligro de activación**

Intenta recoger la posibilidad del inicio de un incendio. Hay que considerar fundamentalmente el factor humano, que con imprudencia puede activar la combustión de algunos productos.

Otros factores son los relativos a las fuentes de energía de riesgo, en la planta de producción se tomarán estas fuentes como, instalación eléctrica, mantenimiento de las instalaciones, iluminación inadecuada.

**Figura 8. Peligro de activación**

Peligro de activación	Coficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la empresa.**

**Página 4**

En la planta de producción no se hacen trabajos de soldadura, pero las cajas arrancadoras están al descubierto sin ninguna protección, y las lamparas de iluminación son candelas de gas neón que no son las más apropiadas por el tipo de proceso de producción.

Por lo anterior se tomará el coeficiente igual a 0.

**2.4.5 Combustibilidad**

Se entenderá como combustibilidad la facilidad con que los materiales se clasifican de M 0 a M 5, siendo M 0 los menos reactivos y M 5 los más reactivos.

Cuando las materias primas o productos acabados sean M 0 y M 1 la combustibilidad se considerará baja. Si son M 2 y M 3, media y si son M 4 y M 5, alta.

**Figura 9. Combustibilidad**

Combustibilidad	Coeficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa. Página 5**

La mayoría de los materiales que intervienen en el proceso de fabricación de la pintura son inflamables, como por ejemplo el tolueno, xileno, acetona, por lo tanto se tomará el coeficiente 0.

### 2.4.6 Orden y limpieza

El criterio para la aplicación de este coeficiente debe ser crecientemente subjetivo.

Se entenderá alto cuando existan y se respeten las zonas delimitadas para almacenamiento, los productos estén apilados correctamente en lugar adecuado, no exista suciedad, ni desperdicios o recortes repartidos por la nave indiscriminadamente.

**Figura 10. Orden y limpieza**

Orden y limpieza	Coeficiente
Bajo	0
Media	5
Alto	10

**Fuente: Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa. Página 5**

En la planta de producción no hay desperdicios, pero si hay suciedad, algunos waipes tirados, las bodegas de almacenaje se respetan, y los galones de pintura están aplilados correctamente en estanterías de metal en la bodega de producto terminado, en la bodega de materia prima se encuentran almacenados los toneles de líquidos inflamables en el suelo debidamente tapados, y hay estanterías de madera donde se colocan las cargas como dióxido de titanio, carbonato de calcio, talco, y la nitrocelulosa también es almacenada en esta bodega.

Por lo anterior tomaremos el coeficiente 5.

### 2.4.7 Almacenamiento en altura

Aquí se hace una simplificación en el factor de almacenamiento, considerándose únicamente la altura, por entenderse que una mala distribución en superficie puede asumirse como falta de orden en el apartado anterior.

Si la altura del almacenamiento es menor de 2 metros, el coeficiente es 3; si está comprendida entre 2 y 4 metros, el coeficiente es 2; para más de 4 metros le corresponde 0.

**Figura 11. Almacenamiento en altura**

Almacenamiento en altura	Coeficiente
Menor de 2 metros	3
Entre 2 y 4 metros	2
Más de 4 metros	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 5

El producto terminado que son galones de pintura, se almacena en estanterías de metal a una altura de 3 metros, en la bodega de producto terminado, las materias primas como el talco y el dióxido de titanio se almacenan en estanterías de madera a una altura de 3 metros, por lo tanto se tomará el coeficiente igual 2.

### 2.4.8 Disponibilidad de agua

Este coeficiente se tomará de acuerdo a la cantidad en galones de agua con que cuente el edificio, tomando en cuenta que un hidrante que es un dispositivo de extinción de incendios, cuando los extintores no se dan abasto, tiene un consumo que va desde 100 gl / min, hasta 250 gl / min , se debe tomar en cuenta que la planta debe de contar con una disponibilidad de agua de por lo menos 30 minutos.

**Figura 12. Disponibilidad de agua**

Disponibilidad de agua	Coficiente
Baja	0
Media	5
Alta	10

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa.** Página 5

La fábrica cuenta con una disponibilidad de agua de 18,000 galones, y tomando en cuenta que el consumo de un hidrante de 1 ½ pulgadas es de 100 gl / min a una presión de 65 psi, y que la planta debe de tener por lo menos para un consumo de 30 minutos, es importante considerar que la planta cuenta con una bomba eléctrica de pozo tipo turbina vertical de 200 galones por minuto y 100 psi lo cual se considera como aceptable , tomaremos el coeficiente igual a 5.

### **2.5 Factores de concentración**

Representa el valor en quetzales/m<sup>2</sup> del contenido de las instalaciones a evaluar. Es necesario tenerlo en cuenta ya que las protecciones deben ser superiores en caso de concentraciones altas de capital.

**Figura 13. Factores de concentración**

Factor de concentración	Coficiente
Menor de Q 350.00/m <sup>2</sup>	3

Entre Q 350.00/m <sup>2</sup> y Q 1,350.00/m <sup>2</sup>	2
Mas de Q 1,350.00/m <sup>2</sup>	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa.** Página 5

Entre la maquinaria, equipo y materiales de la planta de producción se sobrepasa el valor con coeficiente igual a 0, por esta razón tomaremos este coeficiente.

### 2.5.1 Propagabilidad

Se entenderá como tal la facilidad para propagarse el fuego, dentro del sector de incendio. Es necesario tener en cuenta la disposición de los productos y existencias, la forma de almacenamiento y los espacios libres de productos combustibles.

#### 2.5.1.1 En vertical

Se reflejará la posible transmisión del fuego entre pisos, atendiendo a una adecuada separación y distribución.

**Figura 14. Propagabilidad en vertical**

En vertical	Coeficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa.** Página 6

El área de producción es de un nivel, la bodega de inflamables es de un nivel, y la bodega de producto terminado es de dos niveles, en el segundo nivel se encuentra la oficina del ingeniero de planta y una bodega donde almacenan material de empaque, por lo que tomaremos el coeficiente igual a 3.

### 2.5.1.2 En horizontal

Se medirá la propagación del fuego en horizontal, atendiendo también a la calidad y distribución de los materiales.

**Figura 15. Propagabilidad en horizontal**

En horizontal	Coeficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 6

El producto terminado y la materia prima, se encuentran debidamente tapados en sus recipientes, y en sus estanterías, y a la hora de necesitar solventes para el proceso de fabricación se utiliza un sistema de bombeo para sacar el solvente de los recipientes, esto con el propósito de obtener únicamente el material que se necesita, y que no ocurran derrames, tomando en cuenta la distribución de estos materiales, y que en la planta de producción hay muy poco derrame de solvente a la hora de agregarlo a las máquinas mezcladoras, tomaremos el coeficiente igual a 3.



## 2.5.2 Destructibilidad

Se estudiará la influencia de los efectos producidos en un incendio, sobre las mercancías y maquinaria existentes. Si el efecto es francamente negativo se aplica el coeficiente mínimo. Si no afecta al contenido se aplicará el máximo.

### 2.5.2.1 Calor

Refleja el aumento de la temperatura en el mobiliario y equipo. El coeficiente que se dará difícilmente será 10, ya que el calor afecta generalmente al contenido de las instalaciones.

**Figura 16. Destructibilidad por calor**

Calor	Coeficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 6

Si en dado caso se produjera un incendio dentro de las instalaciones de la fábrica, este llegaría a tal temperatura que destruiría todo el mobiliario y equipo de la planta, conteniendo este información muy valiosa, por lo tanto tomaremos el coeficiente igual a 0.

### 2.5.2.2 Humo

Se estudiarán los daños por humo al personal, maquinaria y existencias.

**Figura 17. Destructibilidad por humo**

Humo	Coeficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 7

En caso de que surgiera un incendio dentro de las instalaciones de la planta, el humo afectaría principalmente a las personas, causándoles intoxicaciones, sobre la materia prima, mobiliario y equipo, los daños serían menores, por lo anterior tomaremos el coeficiente igual a 5.

### 2.5.2.3 Corrosión

Se toma en cuenta la destrucción del edificio, maquinaria y existencias a consecuencia de gases oxidantes desprendidos en la combustión. Un producto que debe tenerse en cuenta es el CIH producido en la descomposición del PVC.

**Figura 18. Destructibilidad por corrosión**

Corrosión	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa.** Página 7

En la fábrica de producción, las instalaciones de agua potable y aguas negras, es de tubería PVC. Los circuitos eléctricos están entubados en PVC y la estructura del edificio es metálica. Al quemarse el PVC de las tuberías y circuitos, produciría gases que causarían una corrosión a la estructura del edificio, ocasionando que dicha estructura pueda fallar; además puede causar oxidación a los circuitos electrónicos de los equipos de cómputo. Por lo anterior tomaremos el coeficiente con un valor intermedio igual a 3.

#### **2.5.2.4 Agua**

Es importante considerar la destructibilidad por agua, ya que será el elemento fundamental para conseguir la extinción del incendio, cuanto ya no sea posible con extintores.

**Figura 19. Destructibilidad por agua**

Agua	Coefficiente
Alta	0
Media	5
Baja	10

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa.** Página 7

De utilizar agua para extinguir un incendio, la planta sufriría daños en el equipo de cómputo, así como en algunos archivos de papel, dañarían las etiquetas del material de empaque, así como cajas de cartón que se utilizan para empacar los galones de pintura. Por lo anterior tomaremos un coeficiente igual a 5.

## **2.6 Factores de protección**

La existencia de medios de protección adecuados se consideran en este método de evaluación fundamentalmente para la clasificación del riesgo. Tanto es así que, con una protección total, la calificación nunca sería inferior a 5. Naturalmente, un método simplificado en el que se pretende gran agilidad, debe reducir la amplia gama de medidas de protección de incendios al mínimo imprescindible, por lo que únicamente se consideran los más usuales.

Los coeficientes a aplicar se han calculado de acuerdo con las medidas de protección existentes o no de vigilancia permanente. Se entiende como vigilancia la operativa permanente de una persona durante los siete días de la semana a lo

largo de todo el año. Este vigilante debe de estar convenientemente adiestrado en el manejo del material de extinción y disponer de un plan de alarma.

### **2.6.1 Extinguidores (EXT) y robots**

La planta de producción cuenta únicamente con 5 extintores de polvo químico seco ABC de 10 libras cada uno.

### **2.6.2 Sensores de humo y alarmas (SH)**

No hay ningún sensor de humo ni sistema de alarma en el edificio únicamente hay sensores de personas dentro de la planta de producción.

### **2.6.3 Rociadores automáticos (RA)**

No hay ninguno dentro de la planta de producción.

### **2.6.4 Hidrantes (H)**

No existe dentro de la fábrica.

### **2.6.5 Brigada de emergencia (BE)**

No existe en la planta.

### **2.6.6 Señalización cromática (SC)**

En la planta de producción únicamente se encuentran señalizados los lugares donde están ubicados los extintores, y señales de no fumar.

### **2.6.6 Instalaciones físicas especiales (IFE)**

Se considerarán aquellas instalaciones fijas distintas de las anteriores que protejan las partes más peligrosas del proceso de fabricación o la totalidad de las instalaciones. Ejemplo: el sistema fijo de CO<sub>2</sub> y sistema fijo de espuma de alta expansión. Ninguno de estos existe en la fábrica.

El coeficiente a aplicar será 2 sin vigilancia y 4 con vigilancia permanente.

Evaluación de los coeficientes de los medios e protección:

**Figura 20. Medios de protección**

Medio de protección	Sin protección	Con protección	Coefficiente a tomar
EXT	1	2	1
SH	0	4	0
RA	5	8	5
H	2	4	2
SC	2	4	2
IFE	2	4	2

Fuente: **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa**. Página 8

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

$$P = \frac{5x}{129} + \frac{5y}{22} + (1,BCI)$$

Donde:

X = a la suma de los coeficientes en los que aún no se han considerado los factores de protección. El resultado da un total de 54.

Y = a la suma de los coeficientes que corresponden a los factores de protección. Lo cual da como resultado un valor de 12.

En caso de existir brigada contra incendios (BCI) se le sumará un punto al resultado obtenido anteriormente.

El riesgo se considera aceptable cuando  $P > 5$ .

Sustituyendo los valores de X y Y en la fórmula dada obtenemos el siguiente resultado:

$$P = \frac{5(54)}{129} + \frac{5(12)}{22}$$

$$\text{entonces } P = 2.09 + 2.73$$

$$P = 4.82$$

Como no existe brigada contra incendio al resultado P no se le agregó el valor de 1. El riesgo de incendio de la fábrica es: 4.82

Como el riesgo fue menor que 5 el riesgo se considera no aceptable.

## **2.7 Evaluación de salidas de emergencia**

En la planta de producción y bodegas, existen 4 puertas de las cuales solo una permanece abierta de 8:00 a 5:30 , en el área de producción únicamente una puerta sirve como salida directa hacia el exterior de la planta, ya que la otra salida esta obstruida con algunos toneles de materia prima, en la bodega de producto terminado, la cual colinda con el área de producción hay una puerta por la cual se llega al exterior del edificio y se abre únicamente cuando se va entregar producto a los transportistas, en la bodega de materia prima existe un portón corredizo, por el cual se puede salir directamente al exterior del edificio, pero se abre únicamente cuando en el área de producción necesitan materia prima, y después permanece cerrada.

## **2.8 Evaluación de rutas de evacuación**

En la planta de producción existen dos rutas de evacuación, las cuales no están señalizadas, en la planta no existe un programa de evacuación en caso de darse un incendio.

### **3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

#### **3.1 Eliminación de causas de incendios**

La mayoría de las causas de incendios se dan por el factor humano, y estas son las causas que se van a poder eliminar, pero es muy importante mencionar que no se podrán eliminar en un 100%, ya que aquí puede participar también la naturaleza.

##### **3.1.1 Educación de trabajadores con respecto a los riesgos**

Es muy importante hacer una conciencia en los trabajadores de la planta, sobre el peligro que se puede correr en los siguientes aspectos:

- **Líquidos inflamables.** Es importante educar a los trabajadores en cuanto a los peligros relacionados con incendio, que pueden provocar los líquidos inflamables, por tal razón es conveniente que se les capacite en cuanto a la utilización del sistema de bombeo en los envases, para evitar derrames de estos líquidos, y que únicamente se utilice lo que se necesita.
- **Fumar en la planta.** Está claro que dentro de las instalaciones de la planta debe estar prohibida la práctica de fumar, y que debe de estar señalizada su prohibición, ya que las consecuencias que pueden traer los restos de un cigarro que haya sido mal apagado puede significar el inicio de un incendio. Es muy conveniente que se apliquen sanciones



a los trabajadores que fumen dentro del área de trabajo, para que se pueda evitar este problema.

- **Reglamento.** Es necesario que los trabajadores respeten las normas y reglamentos con respecto a seguridad contra incendios. Por ejemplo que los trabajadores de mantenimiento mantengan siempre tapadas las cajas arrancadores, después de cambiarles fusibles, y que nunca permanezcan al descubierto, que los trabajadores siempre utilicen las bombas para sacar solventes de los toneles, para evitar derrames.

### **3.1.2 Capacitación de los trabajadores en cuanto al uso de los equipos (extintores, rociadores, robots, hidrantes, etc.)**

La capacitación debe ser impartida a los trabajadores, por personal especializado en cada una de las áreas. Las áreas que deben ser enfocadas para la capacitación, son las siguientes:

- Uso y manejo de equipo contra incendio. Debe consistir en teoría y práctica.  
El contenido de la teoría debe ser: tipos de fuego, tamaño de extinguidores, contenido del extinguidor, diferentes tipos de extinguidor para diferentes tipos de fuego. La parte práctica debe consistir en saber determinar el extinguidor a utilizar, cómo atacar el fuego, formas de utilizar el extinguidor de acuerdo al tamaño, utilización de manguera contra incendio, uso de alarmas.
- Conocimiento de plan de evacuación. Definitivamente deberá existir un plan para evacuar la planta de producción en caso se produzca un incendio; esto se podrá dar después, de que se realice una señalización adecuada de la ruta de salida, así también como que esta, se encuentre totalmente despejada.

### **3.1.3 Capacitación de la brigada de emergencia**

Una brigada de emergencia es un grupo de empleados encargados de la seguridad en cuanto a incendios dentro de la empresa. Dicha brigada debe de ser capacitada por personal especializado. Entre las funciones principales de la brigada de emergencia se encuentran:

- Reportar acciones negligentes por parte de los trabajadores, que puedan ocasionar un incendio.
- Tener identificados en un 100% la localización de hidrantes, flipones, extinguidores, robots, alarmas de incendio, y salidas de emergencia.
- Conocer la localización, instalación y manejo de la bomba que alimenta la red de hidrantes.
- Acudir al llamado inmediatamente, en caso de incendio.
- Evaluar la magnitud del siniestro, para decidir si pide ayuda a los bomberos ajenos a la empresa.
- Si decide que puede controlar la situación en la planta, debe seguir las normas establecidas para combatir el fuego.
- Informar a los gerentes, si ocurriera el incendio en ausencia de ellos.
- Conocer las salidas de emergencia de cada área, las cuales deben de estar perfectamente señalizadas.
- Encargarse de dirigir la evacuación ordenada del personal hacia el área de parqueo.
- Verificar por medio de un listado, que todos los trabajadores hayan salido del área de riesgo.

La capacitación de la brigada de emergencia debe realizarse en forma periódica, tratando de mostrarle a cada miembro de la misma como debe de actuar en determinada situación.

La capacitación debe de formar una conciencia en el trabajador para que tome una actitud positiva hacia el mejor desempeño de sus actividades cotidianas.

Un curso de capacitación debe de cumplir las siguientes áreas:

- Relaciones humanas
- Combustión
- Extintores
- Hidrantes
- Sistema de bombeo
- Equipos de respiración
- Principios de electricidad

#### **3.1.4 Capacitación de los trabajadores en cuanto a señalización cromática.**

A los trabajadores de la planta de producción se les debe de impartir capacitación sobre señalización, para que ellos puedan familiarizarse con los símbolos representativos de seguridad, con base a las normativas internacionales existentes y así fomentar la cultura en prevención de desastres.

El curso debe de incluir lo siguiente:

#### **Clasificación**

La clasificación de las señales se basa en el significado siguiente:

#### **Señales informativas**

Son las que se utilizan para guiar al usuario y proporcionar ciertas recomendaciones que se deben observar.

### **Señales preventivas**

Son las que tienen por objeto advertir al usuario de la existencia y naturaleza de un riesgo.

### **Señales prohibitivas o restrictivas**

Son las que se tienen por objeto indicar las acciones que no se deben ejecutar.

### **Señales de obligación**

Son las que se utilizan para imponer la ejecución de una acción determinada, a partir del lugar en donde se encuentra la señal y el momento de visualizarla.

Para que las señales y avisos sean entendibles y persevere su función de información, prevención, prohibición, obligación, y se mantenga la uniformidad en la simbología, se debe tomar en cuenta:

- Entendibles para cualquier persona
- Evitar el uso de textos extensos
- Evitar el exceso de señales
- Realizar permanentemente simulaciones y simulacros

**Figura 21. Significado de los colores de seguridad**

Rojo	Alto, Prohibición Identifica equipo contra incendio
Amarillo	Precaución, Riesgo
Verde	Condición Segura Primeros auxilios
Azul	Obligación Información

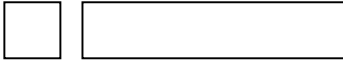
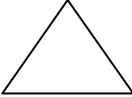
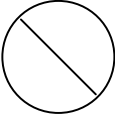
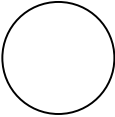
Fuente: Folleto Comité Nacional de Emergencia, Guatemala, C.A. Página 6

**Figura 22. Colores de contraste**

Colores de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Verde	Blanco
Azul	Blanco

Fuente: Folleto Comité Nacional de Emergencia, Guatemala, C.A. Página 8

**Figura 23. Formas geométricas**

Señal de	Forma Geométrica	Significado
Información		<b>Proporciona Información</b>
Prevención		<b>Advierte un peligro</b>
Prohibición		Prohíbe una acción susceptible de provocar un riesgo
Obligación		Exige una acción determinada

Fuente: Folleto Comité nacional de Emergencia, Guatemala, C.A. Página 8

### **3.1.5 Capacitación de los trabajadores en cuanto a técnicas de evacuación**

Se capacitará a los trabajadores de la fábrica, en cuanto a técnicas de evacuación, esta capacitación será impartida por personal capacitado, y que se derive de un estudio arquitectónico de las

Instalaciones, debiendo considerar la distribución de ambientes, el mapa de riesgos empresarial, y que las puertas, pasillos y escaleras cumplan con las especificaciones técnicas establecidas en estándares y códigos de seguridad.

Para garantizar la total, rápida y segura evacuación de las instalaciones de la empresa la evacuación en caso de incendio será dirigida por la brigada de emergencia.

La capacitación sobre técnicas de evacuación deberá incluir aspectos importantes tales como:

- Un plan de acción de emergencia
- Como evacuar el edificio

#### **Plan de acción de emergencia**

- El plan debe tener información sobre la evacuación del edificio, incluyendo quien está encargado de dirigir la evacuación.
- Las rutas de escape primarias y secundarias deben estar indicadas para cada área del edificio. Las escaleras no deben de ser utilizadas para ningún tipo de almacenamiento.
- La brigada de emergencia debe tener responsabilidades específicas tales como verificar que todos los trabajadores hayan sido evacuados.

- A los empleados con problemas médicos tales como enfermedades del corazón o epilepsia, se les debe de asignar un líder de emergencia que debe llevarlos a un lugar seguro.

### **Como evacuar el edificio**

- Hacer sonar la alarma en el área donde ocurre el siniestro
- La brigada de emergencia debe de girar instrucciones de evacuación en el momento de escuchar la alarma, y debe de evaluar la posibilidad de apagar el fuego, así mismo avisar a los bomberos.
- Los trabajadores deben de evacuar el edificio de forma ordenada hacia la ruta más despejada y directa, si es necesario manténgase cerca al piso para evitar el humo y los gases tóxicos. El mejor aire se encuentra cerca del piso.
- Una vez afuera es necesario que la brigada de emergencia realice un recuento del personal para verificar que estén todos a salvo.

### **3.2 Equipo contra incendio**

En este caso, se da una propuesta de equipo contra incendio en la fábrica, de acuerdo a las necesidades evaluadas en el capítulo anterior.

#### **3.2.1 Tipos de rociadores automáticos**

Existen varias empresas que pueden proporcionarnos el tipo de rociador que más se adecue a la fábrica, en este caso seleccionamos rociadores que cubren un área de 3.6 m X 3.6 m.

#### **3.2.1.1 Presión necesaria**

Actualmente la fábrica cuenta con una bomba de suministro de 200 galones por minuto a una presión de 100 psi, y se debe de asegurar que tenga la capacidad y el volumen para mantener el flujo máximo por un período no menor a 30 minutos.

#### **3.2.1.2 Tubería de suministro**

La tubería de agua de la planta de la empresa esta hecha de PVC , por lo que debe de ser substituida por una tubería galvanizada, ya que a la hora de ocurrir un incendio este tipo de tubería puede soportar por mayor tiempo el fuego que la tubería de PVC.

#### **3.2.1.3 Depósitos**

La planta de producción cuenta actualmente con un pozo de agua, ubicado a unos 20 metros del área de producción, con una disponibilidad de agua de 18, 000 galones, que fue construido, en caso de incendio, y para cumplir con la producción de pintura de agua.

#### **3.2.1.4 Ubicación**

De acuerdo a las necesidades de la planta se deben ubicar 79 rociadores automáticos, distribuidos en el área de producción, bodega de producto terminado, bodega de materia prima, bodega de material de empaque y área de



oficina. Es importante mencionar que estos dispositivos deben de ubicarse generalmente en los techos de las instalaciones.

### **3.2.2 Hidrantes**

Actualmente la empresa no cuenta con hidrantes, por lo que se recomienda la ubicación de 3 hidrantes, uno que cubra el área de producción, otro la bodega de producto terminado y el último la bodega de materia prima. Existen varias empresas que proporcionan este tipo de dispositivo, y de acuerdo a las necesidades de la fábrica seleccionamos dos hidrantes de 1 ½ " de diámetro, 30 m de largo, con un consumo de agua de 100 galones por minuto y una presión de 65 psi, es importante mencionar que se debe de abastecer de agua estos dispositivos durante un tiempo no menor a 30 minutos, por lo que se debe de contar con esa disponibilidad de agua, en este caso la empresa no tiene ningún problema en cuanto a disponibilidad de agua.

Estos dispositivos se ubican generalmente en las áreas de salida, por lo tanto los ubicaremos uno en la salida de 3m del área de producción, y el otro en la salida de 5 m de la bodega de materia prima.

### **3.2.3 Sistemas de alarma**

Se debe de implementar un sistema de alarma que cubra el área de producción de la fábrica, bodega de producto terminado, bodega de materia prima, bodega de material de empaque y oficina de producción. Este sistema debe de contar con un tablero central que pueda monitorear todo lo que pasa en el edificio: sirenas de sonido y de luces, detectores de humo y calor y pulsadores manuales en cada área. Existen en el mercado varias empresas que ofrecen el servicio e instalación del sistema completo, y que pueden dar las recomendaciones más apropiadas de acuerdo a las necesidades de cada empresa. En la planta de producción se deben de ubicar 7 sirenas con luces, 9 pulsadores o estaciones manuales y un tablero de control, todos ellos distribuidos

en el área de producción, bodega de materia prima, bodega de producto terminado, bodega de material de empaque y oficina de producción. La ubicación de las serenas y luces se debe de hacer en el techo de las instalaciones según especificaciones del las empresas especializadas.

### **3.2.4 Sensores de humo y/o calor**

Estos dispositivos deben tener la capacidad de detectar humo y calor en sus etapas de inicio y avisar al tablero central, al mismo tiempo sonar las sirenas de sonido y luces que están distribuidas en toda la planta. Se deben de ubicar 22 detectores de humo y calor, distribuidos en toda la planta de producción . La ubicación de estos sensores se debe realizar en la parte central del techo de las diferentes áreas de la planta, dependiendo del área a cubrir y según especificaciones de las empresas especializadas. Es importante mencionar que cada sensor cubre un área de 9 metros.

### **3.2.5 Tipos de extintores**

#### **3.2.5.1 Area de producción**

3 extintores de polvo químico seco ABC de 20 libras

#### **3.2.5.2 Bodega de producto terminado**

2 extintores de polvo químico seco ABC de 20 libras

#### **3.2.5.3 Bodega de materia prima**

3 extintores de polvo químico seco ABC de 20 libras

#### **3.2.5.4 Bodega de material de empaque**

1 extintores de polvo químico seco ABC de 20 libras

#### **3.2.5.5 Oficina**

1 extintor Cleanguard Anzul de 4.75 libras

#### **3.2.6 Robots**

##### **3.2.6.1 Area de producción**

1 de polvo químico seco ABC de 150 libras

##### **3.2.6.2 Bodega de materia prima**

1 de polvo químico seco ABC de 150 libras

#### **3.3 Rutas de evacuación**

##### **3.3.1 Tipos de puertas para salidas de emergencia**

Las puertas de salida de emergencia deben ser amplias, estar señalizadas de acuerdo a normas internacionales , las cuales son en el fondo de color rojo, y con una rotulación de color blanco, estas puertas deben de ser de por lo menos cuatro metros de ancho, y deben de estar libres de obstáculos, las dos puertas de el área de producción deben cambiarse por puertas más amplias, ya que una es de 3 metros y la otra de 1.20 metros, y con su respectiva señalización, la puerta de la bodega de producto terminado debe ser cambiada por una puerta de 4 metros y contar con su señalización, la puerta de la bodega de materia prima es de 5 metros pero es de lamina acanalada, por lo tanto debe cambiarse por otra

puerta , las puertas deben contar con una barra antipánicos, la cual es un dispositivo que asegura se apertura en cualquier situación, al tocarla suavemente en cualquier punto, estas puertas deben estar conectadas al tablero central de alarma, ya que si se da una falsa alarma y estas puertas se abren, la brigada de emergencia debe proceder a apagar la alarma y cerrar la puerta.

### **3.3.2 Plano de señalización de salidas de emergencia**

(Ver apéndice figura 24).

### **3.3.3 Plano de señalización de rutas de emergencia**

(Ver apéndice figura 25).

### **3.4 Programa de señalización cromática**

En toda la planta de producción se debe de señalar todos los riesgos de incendio que existen en la misma, así como los equipos contra incendios, rutas y salidas de evacuación.

- Avisos de no fumar
- Avisos de material inflamable y explosivo
- Señalización de rutas de evacuación
- Señalización de salidas de emergencia
- Señalización de sistemas de alarmas
- Señalización de sensores de humo
- Señalización de tablero de control
- Señalización de ubicación de extintores
- Señalización de ubicación de robots
- Señalización de hidrantes
- Señalización de rociadores automáticos

## **4.EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

### **4.1 Creación de formatos**

#### **4.1.1 Control de mantenimiento de los extintores**

Es importante que los miembros de la brigada de emergencia sepan como inspeccionar un extintor, ya que con esto puede aconsejar y justificar su compra e instalación, con su utilidad y accesibilidad.

Para una adecuada inspección, se deben de incluir los siguientes pasos:

- Revisar la accesibilidad y posición apropiada del extintor
- Revisar la etiqueta por la fecha de la última recarga o inspección
- Revisar la boquilla por obstrucciones y operación del mismo
- Examinarlo por daños mecánicos
- Revisar el seguro y el sello
- Revise el indicador de presión y revise el peso del extintor
- Examinar la condición de la manguera y la conexión de la misma
- Revisar la boquilla de fisuras, mugre o acumulaciones de grasa
- La fecha de la inspección y las iniciales del inspector deben de estar puestas sobre la etiqueta.

Después de realizar la inspección se puede determinar que el extintor está dañado, oxidado o con fugas. Si esto sucede hay que desecharlos o regresarlos al fabricante. No se deben de tratar de reparar , si los daños son leves se pueden probar para determinar si se pueden usar en casos de emergencia. Si los daños

los tiene en mangueras, empaques, boquillas o cámaras interiores, pueden ser reparados por bomberos. Los anexos 1, 2, 3, Y 4 muestran los formatos a utilizar para el mantenimiento de los equipos.

#### **4.1.2 Control de mantenimiento de los sistemas de alarma y sensores de humo**

Es importante asegurarse de tener detectores de humo y sistemas de alarma que funcionen, para ello es necesario revisarlos cada mes, ya que han demostrado que salvan vidas.

Para inspeccionar estos dispositivos es necesario realizar simulacros, provocando humo para verificar que los sensores de humo logran detectarlo y mandar la señal al tablero de control, y al mismo tiempo verificar que se activen alarmas y luces de emergencia

Si el encargado de la inspección mensual del equipo concluye que están en mal estado, es necesario reportarlo a la empresa que vendió e instaló el equipo para su adecuada revisión y posterior reparación o sustitución.

#### **4.1.3 Control de eficiencia de los trabajadores en cuanto al uso de los equipos**

Es necesario evaluar la eficiencia de los trabajadores en cuanto al uso de extintores, y su selección de acuerdo al material que inicio el fuego, la evaluación de la eficiencia con respecto al tiempo de apagar un incendio en sus

inicios se puede hacer en el momento en que la empresa seleccionada este realizando la capacitación a los empleados en cuanto al uso de los mismos.

También es necesario evaluar el uso de hidrantes, y esto se puede llevar a cabo en el momento de la capacitación impartida por personal capacitado, la evaluación de estos dispositivos debe de incluir el uso de la boquilla para graduar el tipo de chorro que se necesita ya sea directo o en forma de abanico. El anexo 5 muestra el cuestionario que se puede utilizar para llevar este control.

#### **4.1.4 Evaluación de los operarios en cuanto a la comprensión de la señalización cromática**

Es muy importante que los operarios tomen el curso de capacitación con la seriedad del caso, para su adecuada comprensión, se debe de evaluar por medio de un cuestionario que sea capaz de medir la fácil comprensión de los trabajadores en cuanto a símbolos, colores, señales y avisos de prevención contra incendios. En anexo 6 muestra el formulario que se puede impartir para evaluar el aprendizaje de los trabajadores en relación a la señalización cromática.

#### **4.1.5 Evaluación de tiempos de evacuación por las rutas y salidas de emergencia**

Se debe de evaluar el tiempo que se tardan los operarios en salir del edificio en caso de incendio, así como el observar si el personal sigue la ruta establecida de acuerdo con la señalización instalada y atiende las instrucciones del personal encargado de la evacuación. Además debe de realizarse con la seriedad del caso. El anexo 7 muestra el formulario que se puede implementar para este tipo de evaluación.

Para esta evaluación es necesario realizar una prueba piloto de evacuación.

#### 4.1.6 Evaluación de daños

En caso de ocurrir un incendio, es necesario implementar una medida que pueda evaluar los daños que ocasiono el siniestro, en caso de que no se haya podido controlar en su totalidad, estos daños van desde bienes materiales hasta lesiones de trabajadores. El anexo 8 Y 9 muestra el formato para la recopilación de la información.

#### 4.2 Evaluación de costos

##### 4.2.1 Evaluación del costo de los equipos por instalar

Antes de implementar un programa de prevención de incendios, se deben estimar todos aquellos costos en que se incide para poner a funcionar el mismo.

A continuación se presenta una propuesta del costo de los equipos:

**Figura 26. Costo de los equipos**

	Precio unitario	Cantidad	Total
<b>Rociadores</b>	Q 1,600.00	79	Q 126,400.00
<b>* Sistema de Alarma completo</b>	Q 29,600.00	1	Q 29,600.00
<b>Extintores</b>	Q 352.00	11	Q 3,872.00
<b>Robots</b>	Q4,800.00	2	Q 9,600.00
<b>Hidrantes</b>	Q21,066.00	3	Q 63,198.00
<b>Total</b>			<b>Q 232,670.00</b>



\* El sistema de alarma completo incluye: 1 tablero de control, 9 estaciones manuales o pulsadores, 22 detectores de humo y calor y siete sirenas con luces.

#### 4.2.2 Evaluación del costo de la señalización cromática y salidas de emergencia

Figura 27. Costo de la señalización cromática y salidas de emergencia.

	<b>Precio unitario</b>	<b>Unidades</b>	<b>Total</b>
<b>Puertas de salida de emergencia con barras anti – pánico</b>	Q 6,000.00	4	Q 24,000.00
<b>Señalización cromática rótulos, avisos, etc.</b>			Q 3,500.00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 27,500.00</b>

#### 4.2.3 Evaluación del costo de capacitación.

Figura 28. Costo de capacitación

	<b>HORAS</b>	<b>COSTO H/HOMBRE</b>	<b>HOMB RES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Creación brigada</b>				
<b>Tiempo invertido</b>	20	Q 60.00	5	Q 6,000.00
<b>Pago instructor</b>	20	Q 40.00	2	Q 1,600.00
<b>Capitación señalización</b>	5	Q 60.00	15	Q 4,500.00
<b>Instructor señalización</b>	5	Q 80.00	1	Q 400.00
<b>Capitación técnica de evacuación</b>	5	Q 60.00	15	Q 4,500.00
<b>Pago instructor evacuación</b>	5	Q 80.00	1	Q 400.00
<b>TOTAL</b>				Q 17,400.00

## **5. SEGUIMIENTO DE PROPUESTAS Y MEJORAS**

A la implementación de un programa de prevención de incendios, se le debe dar seguimiento para obtener los resultados deseados, si el programa no está cumpliendo con los objetivos, se deben de tomar las medidas necesarias para su eficaz funcionamiento.

### **5.1 Formularios a implementar cada 6 meses para retroalimentación**

Cada 6 meses se debe de implementar un formulario que obtenga toda la información que se necesita, para evaluar que el programa este logrando los objetivos deseados, y de esta manera podremos mejorar lo que tengamos implementado, tratando de estar al día con la tecnología, para que el programa se mantenga siempre actualizado, con las últimas normas internacionales. El anexo 10 muestra el formulario a utilizar para la recopilación de los datos.

### **5.2 Análisis de la información**

Después de obtener la información requerida en el formulario del paso anterior, se procede a analizar los datos, y de acuerdo a los resultados, se concluye si se deben o no tomar medidas correctivas en el programa implementado.

### **5.3 Medidas a tomar**

Las medidas a tomar, van a depender de los resultados que se obtengan cada 6 meses, y estas pueden ir desde:

- cambio de extintores
- remodelación de salidas de emergencia
- cambios en la señalización
- cambio de bomba de suministro
- remodelación de oficina de producción

## CONCLUSIONES

1. La evaluación del riesgo de incendio dio un resultado no aceptable, lo que significa que se deben de tomar medidas inmediatas para mejorar las condiciones de la planta relacionadas con riesgos de incendio, para obtener un resultado aceptable.
2. Dentro de la planta de producción, ninguna persona tiene conciencia de la importancia del uso del equipo contra incendio. Asimismo, las salidas de emergencia no son las más apropiadas debido a que no son amplias y no se abren automáticamente en caso de incendio.
3. Por ser una planta con un resultado no aceptable en cuanto al riesgo del incendio, el costo por pérdida sería muy elevado debido a que se dañarían las instalaciones, la maquinaria, la materia prima y lo que sería más lamentable la mano de obra. Este costo ascendería a dos millones de dólares aproximadamente.
4. Las cajas fliponeras de la planta de producción, son uno de los factores con más riesgo de incendio que se encontró dentro de las instalaciones, debido a que por negligencia en un cien por ciento están totalmente descubiertas. La ubicación de estas cajas fliponeras es muy cercana a las máquinas mezcladoras de pintura, las cuales no tienen ninguna protección y al entrar en contacto esta mezcla de pintura con una chispa de las ya mencionadas se produciría un incendio.

## RECOMENDACIONES

1. Formación de una brigada de emergencia.
2. Capacitación de todo el personal en el uso del equipo contra incendio y señalización.
3. Señalización de toda la planta de producción, en lo que respecta a equipo contra incendio, rutas y salidas de emergencia, avisos de no fumar, avisos de almacenamiento de líquidos inflamables.
4. Instalar un sistema de alarma en toda la planta de producción, que incluya un tablero de control, sirenas con luces, detectores de humo y calor, rociadores automáticos y estaciones manuales.
5. Instalar equipo contra incendio adecuado, hidrantes, robots y extintores.
6. Crear un plan de evacuación y realizar simulacros periódicamente.
7. Crear una cultura de seguridad contra incendio basada en la participación directa de todos los trabajadores en los aspectos de seguridad contra incendio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Empresa Eléctrica de Guatemala. **Folleto Plan de Emergencia.**  
Guatemala, 1995.
2. Empresa Eléctrica de Guatemala. **Folleto Prevención de Incendios.**  
Editorial Coastal, sin fecha.
3. Empresa Eléctrica de Guatemala. **Folleto Seguridad en caso de Fuego.**  
Guatemala, 1995.
4. Gautier Adrica, Michel Teucilide. **Seminario Administración y Prevención de Riesgos.** INDE. Guatemala, 1995.
5. INDE. **Seminario Gerencia de Riesgos y Seguridad en la Empresa.**  
Guatemala 1,998.
6. Oto Werner Molina Arana. Propuesta de un programa de seguridad e Higiene Industrial en la Planta de Producción de Vecesa zona 12. Tesis Facultad de Ingeniería, USAC, 1999.
7. Ramírez Cavassa. Manual de Seguridad Industrial. México: Editorial Limusa, S.A. 1993.