

Estudio de Rediseño Del Sistema de Prevención y Protección de Incendios para una Fábrica Procesadora de Alimentos

Blum, Juan; Salazar, Gabriela; Hacay Alywin
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
JuanCarlos.Blum@ec.nestle.com; g_judy83@hotmail.com; ahacay@hotmail.com

Resumen

La presente tesis consistió en realizar el rediseño de los sistemas de prevención y protección contra incendios en una empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil dedicada a la elaboración de chocolates y semielaborados de chocolate, salsas frías y culinarios deshidratados.

En el desarrollo de la tesis se describirán los potenciales riesgos de incendio existentes en la empresa según el método de Gretener y se rediseñará el sistema hidráulico de defensa contra incendios considerando el método de extinción recomendado en cada área de la empresa según estándares internacionales de las normas emitidas por la Asociación Nacional de Protección del Fuego - NFPA por sus siglas en inglés.

Después del rediseño se analizarán los resultados obtenidos donde se determinará el costo de inversión necesario para el nuevo sistema de prevención y protección, se detallará la forma más idónea de prevenir los riesgos de incendio mejorando los métodos utilizados actualmente por la empresa para precautelar la seguridad de sus instalaciones en caso de que se dé un incendio. Por último se determinarán conclusiones y recomendaciones.

Palabras Claves: *Riesgo de incendio, Gretener, sistema hidráulico, prevención, protección.*

Abstract

The following thesis consisted in redesigning the fire prevention and fire protection systems in a factory located in Guayaquil that produces chocolates, cocoa sub products, cold sauces and dehydrated culinary.

The fire risks will be assessed according to Gretener's method, and the hydraulic fire fighting system will be redesigned considering the appropriate extinction method in each area of the factory according to international standards ruled by the National Fire Protection Association - NFPA.

After the system has been redesigned the results will be analyzed and the cost of the implementation of the new fire prevention and fire protection systems will be determined; also, there will be a detailed plan to prevent fire risks improving current methods used in the factory to prevent safety of its installations in case of fire. At last, conclusions and recommendations will be provided.

Key words: *Fire risk, Gretener, hydraulic system, prevention, protection.*

1. Generalidades

La fábrica en estudio inicialmente dedicada a la fabricación de chocolates y semielaborados de cacao tiene más de medio siglo de antigüedad y está ubicada en la ciudad de Guayaquil. En la actualidad, está también dedicada a la elaboración de culinarios deshidratados, salsas frías y empaque de café.

Con la intención de proteger el patrimonio físico y humano de la empresa, la voluntad de cumplir normas legales dispuestas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y a fin de precautelar la continuidad del negocio, este trabajo se realiza por la necesidad de identificar los riesgos de incendio, el requerimiento de rediseñar el sistema de prevención y protección de incendios y el costo de la inversión que implicaría la implementación de dicho sistema.

El objetivo general de la tesis es evaluar el riesgo de incendio en la fábrica y rediseñar el sistema de prevención y protección de incendios en cumplimiento de las normas NFPA correspondientes, la Ley de Defensa Contra Incendios vigente, y su reglamento de aplicación.

2. Situación Actual

Las instalaciones están ubicadas en un terreno con área aproximada de 43.000 m² de los cuales solamente 13.850 m² son utilizados para sus edificaciones tanto de producción, almacenamiento, mantenimiento y administración; el resto del área es utilizada como estacionamientos, patios de maniobra y áreas verdes.

Los procesos son los siguientes:

Tabla 1. Procesamiento de Salsas Frías

SALSAS FRÍAS		
No.	Procesos	Equipos / Subprocesos
1	Elaboración de Salsas de tomate, Mayonesa y Mostaza	- Molidora de semillas - Tanques de almacenamiento - Homogenizador - Mezcladora - Pasteurizadora - Llenadora y empaquetadora

Tabla 2. Procesamiento de Culinarios Deshidratados

CULINARIOS DESHIDRATADOS		
No.	Procesos	Equipos / Subprocesos
1	Culinarios Deshidratados en cubitos	- Mezcladora - Llenadora - Empacadora

Tabla 3. Procesamiento de cacao y café

CACAO Y CAFÉ		
No.	Procesos	Equipos / Subprocesos
1	Elaboración de semielaborados de cacao	- Pretostador - Descascaradora - Tostador - Premoladora gruesa - Alcalinizador / Solubilizador - Molidora fina - Pulverizador
2	Elaboración de chocolates y bombones	- Mezcladora - Temporador - Moldeador - Enfriador
3	Llenado de café y chocolate en polvo	- Llenadoras automáticas

El procedimiento actual de manejo de emergencias provocadas por incendios no ha sido probado con simulacros desde hace 4 años ya que los simulacros anuales realizados han sido únicamente para medición de tiempos de evacuación y respuesta de servicios de traslado ambulatorio provistas en acuerdo con una clínica privada.

3. Evaluación de Riesgos de Incendio

Conceptos generales.

El incendio es el fuego no deseado ni controlado que al adquirir grandes proporciones puede causar grandes daños a personas y bienes. La exposición a un incendio puede producir la muerte, ya sea por inhalación de humo o por quemaduras graves.

El fuego es una combustión que se caracteriza por la emisión de calor acompañada de humo, llamas, o de ambos. Para que exista presencia de fuego es necesario la existencia de:

Combustible: Es la sustancia o material con capacidad de arder.

Comburente: Es el medio por el cual se propaga el fuego y hace la función de elemento oxidante, generalmente el oxígeno del aire.

Energía de Activación: Es la mínima cantidad de energía a aportar para iniciar el fuego cuando existe un combustible y comburente. El origen de dicha energía de activación puede ser térmico, eléctrico, mecánico y químico.

Reacción en cadena: Es el proceso químico mediante el cual progresa la reacción de combustión donde existe una mezcla de combustible y comburente, una vez que se ha retirado la energía de activación que inició la combustión.

Según el tipo de material en combustión, el fuego se clasifica de la siguiente manera:

Fuego clase A: Fuego que involucra materiales combustibles sólidos ordinarios cuya combustión deja ceniza y residuos sólidos al quemarse, tales como madera, papel, textiles, cartón y plástico.

Fuego clase B: Fuego que involucra combustibles líquidos o gaseosos, principalmente hidrocarburos como gasolinas, aceites, petróleo, disolventes.

Fuego clase C: Son los que se producen en equipos eléctricos conectados o energizados.

Fuego clase D: Fuego que involucra combustibles metálicos químicamente muy activos, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio, capaces de desplazar al hidrógeno del agua o de otros compuestos, originando explosiones por la combustión de este.

Fuegos de Clase K: Fuegos en aparatos de cocina que involucra combustibles como los aceites vegetales o grasas animales.

Método de Gretener.

Permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio así como la seguridad contra incendios que existe en establecimientos públicos con gran densidad de ocupación, industrias, artesanías y comercios. El Método de Gretener permitirá definir si una construcción puede clasificarse como segura contra un incendio.

Factores a evaluar en el método de Gretener.

Riesgo de incendio: Es la probabilidad de que ocurra un daño a la salud o fatalidad, mediante la producción de un incendio.

Exposición al riesgo de incendio: Se define como la relación entre los peligros potenciales y las medidas de protección tomadas.

Seguridad contra el Incendio: Se considera cuando el riesgo de incendio existente no sobrepasa el que se considera como aceptable.

Compartimentos cortafuegos: Se denomina a una parte del edificio que se encuentra separada del conjunto por medio de paredes, suelos y techos resistentes al fuego, para que en caso de un incendio éste quede limitado y no se propague a los edificios vecinos.

Célula cortafuegos: Son compartimentos cuya superficie no excede de 200 m². y tiene una resistencia al fuego de al menos F30 T30.

Carga de incendio mobiliario Q_m: (factor q): La carga de incendio mobiliaria Q_m se determina para cada compartimento cortafuego, y comprende la cantidad total de calor desprendida en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, dividida por la superficie del suelo del compartimento cortafuego (unidad: MJ/m²).

Combustibilidad – grado de peligro Fe: (factor c): Cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión de las materias combustibles.

Peligro de humos Fu: (Factor r): Este término se refiere a las materias que arden desarrollando un humo intenso.

Peligro de corrosión o de toxicidad Co: (Factor k): Este término hace referencia a las materias que al arder producen cantidades grandes de gases corrosivos o tóxicos.

Carga térmica inmobiliaria Qi: (factor i): Este término se refiere a la parte combustible contenida en los diferentes elementos de la construcción (estructura, techos, suelos y fachadas) y su influencia en la propagación del incendio.

Nivel de la planta, respecto a la altura útil de edificio E: (factor e): Para el caso de inmuebles de varios pisos, este término se cuantifica, en función de la dificultad que tienen las personas que habitan el establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de bomberos.

Dimensión de la superficie del compartimento: (factor g): Este término cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio, ya que cuanto más grandes son las dimensiones de un compartimento cortafuego (AB) más adversas son las condiciones de lucha contra el fuego.

Medidas normales N; (factores n₁,...n₅): Las condiciones existentes en cuanto a las medidas generales de protección se evalúan por medio de los factores n₁ a n₅.

Medidas especiales S: (factores s1,... s6): Los factores s1 a s6 permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección establecidas con perspectivas a la detección y lucha contra el fuego.

Medidas de protección inherentes a la construcción F: Las medidas constructivas se evalúan por medio de los factores f1, f2, f3, f4. El factor global F, producto de los factores fi, representa la resistencia al fuego, propiamente dicha, del inmueble.

Exposición al riesgo de las personas p: Para los establecimientos de pública concurrencia la exposición al riesgo de las personas se clasifica como p1, p2 y p3.

Peligro de activación A: El peligro de activación cuantifica la probabilidad de que un incendio se pueda producir. Se analizan las posibles fuentes de iniciación cuya energía calorífica puede permitir que comience un proceso de combustión.

Riesgo de incendio aceptado: El riesgo de incendio aceptable debe definirse para todos los edificios ya que el nivel de riesgo admisible no puede ser el mismo para cada uno de ellos.

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E} = \text{riesgo de incendio aceptado}$$

$$R_n = 1,3 = \text{riesgo de incendio normal}$$

$P_{H,E}$ = Factor de corrección del riesgo normal, en función del número de personas y el nivel de la planta a que se aplique el método.

Los edificios que presentan un peligro de personas elevado son:

Tabla 4. Clasificación de Edificios

En función del gran número de personas	*edificios administrativos *hoteles
En función del riesgo de pánico	*grandes almacenes *teatros y cines *museos *exposiciones
En función de las dificultades de evacuación por la edad o situación de los ocupantes	*hospitales *asilos *similares
En función de las dificultades inherentes a la construcción y a la organización	*establecimientos penitenciarios
En función de las dificultades de evacuación inherentes al uso particular	*parking subterráneos de varias plantas *edificios de gran altura

Seguridad contra el incendio: Para la verificación del nivel de seguridad contra incendios de un edificio, se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo R , con el riesgo de incendio aceptado R_u .

Si $R_u < R$, y por tanto $\gamma < 1$, el edificio o el compartimento cortafuego está insuficientemente protegido contra el incendio.

Tipos de edificaciones: Se clasifica en tres tipos de edificaciones según su influencia en la propagación del fuego:

Tipo Z: Construcción en células cortafuegos que dificultan y limitan la propagación horizontal y vertical del fuego.

Tipo G: Construcción de gran superficie que permite y facilita la propagación horizontal pero no la vertical del fuego.

Tipo V: Construcción de gran volumen que favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego.

Desarrollo de la metodología

La fábrica tiene un área total de construcción de aproximadamente 13.850 m². incluida el área de oficinas administrativas.

En la inspección del lugar, se detectó que la empresa tiene un reservorio de agua con capacidad total de 160 m³. de los cuales 40 m³. son para servicios generales y 120 m³. para el sistema contra incendios.

Tabla 5. Clasificación de Riesgos de Incendio por Área

Tipos de Riesgo	Riesgo Bajo	Riesgo Moderado	Riesgo Alto
Áreas de la Empresa			
Administrativa	X		
Producción Culinarios		X	
Producción Salsas Frías		X	
Producción Chocolatería			X
Bodega de Producto Terminado			X
Bodega de Embalaje			X
Bodega de Inflamables			X
Bodega de Limpieza de Cacao			X
Generador de Emergencia y Subestación Eléctrica			X

Luego de aplicar el Método de Gretener en las diferentes área de la fábrica se obtiene que la seguridad contra incendio es:

Chocolatería: Seguridad contra incendios 0,6.

Bodega de Inflamables: 0,6.

Producción Salsas Frías: 0,56.

Subestación Eléctrica: 0,56.

Bodega de Producto Terminado: 0,77.

Bodega de Embalaje: 0,80.

Administración: 0,83.

Bodega de Limpieza de Cacao: 1,02.

Producción de Culinarios: 1,41.

De estos resultados, se obtiene que solo en las áreas de bodega de limpieza de cacao y producción de culinarios la seguridad contra incendio es adecuada.

4. Sistema de Protección de Incendios

De acuerdo a los requerimientos legales y de normas de seguridad contra incendios, los principales parámetros técnicos requeridos son:

Salidas de emergencia: La distancia máxima a recorrer desde un conducto de gradas hasta una puerta de salida al exterior será de 25 m.

La distancia máxima de recorrido desde el interior de una edificación hasta alcanzar la vía de evacuación será de 25 m.; los medios de egreso de gran longitud se dividirán en tramos de 25 m. mediante puertas resistentes al fuego que tengan una resistencia de al menos 45 minutos.

Las puertas ubicadas en las vías de evacuación deben ser de apertura hacia el exterior con giro sobre eje vertical mínimo de 90 grados y con mecanismos de apertura rápida, las cerraduras no requerirán del uso de llaves desde el interior.

Los elementos en las rutas de evacuación como pasillos, puertas, gradas deben construirse en material incombustible.

Iluminación: Todas las puertas de emergencia y rutas de evacuación deben poseer iluminación de emergencia. La iluminación de emergencia se activará automáticamente con el fallo del alumbrado general o cuando la tensión sea menor a un 70% de lo normal y debe ser capaz de proveer iluminación por al menos una hora. La iluminación de

emergencia debe ser alimentada por fuentes propias de energía que pueden ser exclusivas para la iluminación o parte de un sistema de generación de energía.

Señalización: Se colocarán señales indicativas de peligro en fuentes eléctricas, áreas de almacenamiento de químicos y combustible, partes de máquinas que generen riesgos de accidentes.

Extintores portátiles contra incendios: Se debe contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales utilizados y a la clase de peligro.

Sistema hidráulico de defensa contra incendios: Debe existir hidrantes con una presión mínima de 70 PSI en el punto más desfavorable de la red, usando mangueras contra incendio de mínimo 15 m. de largo por 1 ½" de diámetro conectada a un pitón.

Se colocarán rociadores automáticos en las áreas de alto riesgo y en función de recomendaciones del cuerpo de bomberos.

Debe haber una reserva de agua exclusiva para el uso del sistema hidráulico de defensa contra incendios, que irá de acuerdo al cálculo de agua necesaria para sofocar un posible flagelo en función de la carga de combustible.

El equipo de bombeo del sistema hidráulico de defensa contra incendios debe tener doble fuente energética (normal y de emergencia).

Se incluirá una siamesa o boca de incendio a la entrada de la edificación o en un sitio de fácil acceso para el cuerpo de bomberos; dicha válvula será de 2.5" y estará ubicada a 90 cm. de altura con sus respectivas tapas de protección.

Se colocarán válvulas seccionadoras en los puntos de bifurcación del anillo principal de la tubería para prever futuras ampliaciones de la red.

Paredes y muros cortafuegos: Se colocarán estructuras que tienen el objetivo de aislar el fuego confinando un área donde se pueda originar un incendio.

Sistemas automáticos de detección: Son sistemas de detección de humo o calor que cuentan con tablero central, fuente de alimentación eléctrica, equipos de detección, alarmas manuales, difusores de sonido y sistemas de alarma sonora y visual.

Equipos de protección personal: Además de los equipos de protección personal utilizados para los riesgos específicos de las actividades del trabajo, se requieren equipos de protección para el brigadista en el manejo de emergencias.

De acuerdo a estos requerimientos se rediseña el sistema hidráulico de defensa contra incendios de la siguiente manera:

Tabla 7. Accesorios de tubería utilizados en el recorrido al punto más lejano

Descripción	Cantidad
Codos de 90°	11
Codos de 45°	2
Tees	2
Longitud de tubería	446 m.

Según tablas de ingeniería se tienen los siguientes valores de longitud equivalente de accesorios en ft. de tubería:

Tabla 8. Longitud equivalente de accesorios a ft. de tubería

Descripción	Para 4"	Para 6"	Para 8"
Codos de 90°	10	14	18
Codos de 45°	4	7	9
Tees	20	15	35

La longitud equivalente en ft. de tubería calculada es la siguiente:

Tabla 9. Longitud equivalente de accesorios a ft. de tubería

Descripción	Para 4"	Para 6"	Para 8"
Codos de 90°	110	154	198
Codos de 45°	8	14	18
Tees	40	30	70
Longitud de tubería	1663 ft.	1663 ft.	1663 ft.
Longitud equivalente	1621 ft.	1661 ft.	1749 ft.

La pérdida de presión resultante es:

Tabla 10. Pérdida de presión por dimensión de tubería

Descripción	Para 4"	Para 6"	Para 8"
Longitud equivalente	1621 ft.	1661 ft.	1749 ft.
Factor de pérdida de presión por cada 100 ft. de tubería a 500 GPM	15	2	0.5
Pérdida de presión en ft. de agua	243.2 ft.	33.2 ft.	8.8 ft.
Pérdida de presión en PSI	105.4 PSI	14.4 PSI	3.8 PSI

La tubería de menor diámetro que genera valores de pérdida de presión aceptables es la de 6" siendo escogida como la opción para el anillo principal de tuberías.

Según NFPA 24 el caudal requerido es de 250 GPM en los dos tomas de agua del hidrante más alejadas, por lo que el caudal requerido para los sistemas de bombeo es de 500 GPM.

Según la NFPA 24 la cobertura debe mantenerse por al menos 60 minutos por lo tanto el volumen requerido será:

$$60 \text{ minutos} \times 500 \text{ GPM} \times 3.785 \text{ litro/galón} \times 0.001 \text{ m}^3/\text{litro} = 113.55 \text{ m}^3$$

Considerando un margen de seguridad del 5% el caudal requerido será de 120 m³.

Por lo tanto el sistema de bombeo debe ser reemplazado por uno de 500 GPM a 115 PSI y ya que la cisterna tiene 160 m³, se requiere que de esta 120 m³ sean exclusivos para la red hidráulica de defensa contra incendios.

5. Sistema de Prevención de Incendios

Se deben formar las siguientes brigadas:

Brigada contra incendios y materiales peligrosos: Personal capacitado en prevención y combate de fuego y en gestión de derrames de combustibles, químicos, o fugas de gases.

Brigada de primeros auxilios: Personal de la empresa capacitado en primeros auxilios.

Brigada de evacuación: Personal capacitado en evacuación, traslado, búsqueda y rescate.

BRIGADA DE EMERGENCIAS				
Grupo	Coordinadores de emergencias	Brigada de Primeros Auxilios	Brigada contra incendios / materiales peligrosos	Brigada de Evacuación y Traslado
Turno 1 (07h00-15h00)	Coordinador Turno 1	Líder de brigada	Líder de brigada	Líder de brigada
		Primer brigadista	Primer brigadista	Primer brigadista
		Segundo brigadista	Segundo brigadista	Segundo brigadista
		Tercer brigadista	Tercer brigadista	Tercer brigadista
		Cuarto brigadista		
Turno 2 (15h00-23h00)	Coordinador Turno 2	Líder de brigada	Líder de brigada	Líder de brigada
		Primer brigadista	Primer brigadista	Primer brigadista
		Segundo brigadista	Segundo brigadista	Segundo brigadista
		Tercer brigadista	Tercer brigadista	Tercer brigadista
		Cuarto brigadista		
Turno 3 (23h00-07h00)	Coordinador Turno 3	Líder de brigada	Líder de brigada	Líder de brigada
		Primer brigadista	Primer brigadista	Primer brigadista
		Segundo brigadista	Segundo brigadista	Segundo brigadista
		Tercer brigadista	Tercer brigadista	Tercer brigadista
		Cuarto brigadista		

Figura 1. Brigadas de Emergencias

Para asegurar la correcta operación de la brigada en una evacuación se debe conformar un comité de crisis de acuerdo a la figura 2:

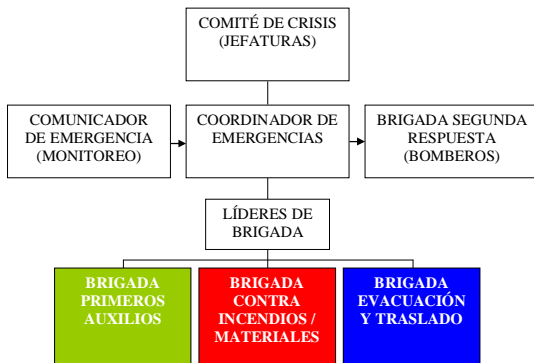


Figura 2. Comité de Crisis

En la empresa existe señalización para indicar riesgos, prohibiciones, rutas de evacuación, etc., sin embargo esta no es homogénea ni se ajusta a los requerimientos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 439 Señales y Símbolos de Seguridad, para lo cual se requiere establecer un sistema de señalización de acuerdo a la figura 3:

COLOR	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	LOGOTIPO	EJEMPLOS DE USO
Rojo	Alto Prohibición	Fondo blanco Círculo y barra inclinada rojos Logotipo negro		Prohibido fumar
Rojo	Equipos contra incendios	Fondo rojo Logotipo blanco		Extintores Alarma de incendios
Amarelo	Atención Cuidado, Peligro	Fondo amarillo Logotipo y franja triangular negra		Peligro, alta tensión Peligro, maquinaria en movimiento
Verde	Seguridad	Fondo verde Logotipo o texto blanco		Ruta de evacuación Salidas de emergencia
Azul	Acción obligada información	Fondo azul Logotipo o texto de seguridad blanco		Uso obligatorio de casco Uso obligatorio de guantes Uso obligatorio de equipo respiratorio

Figura 3. Sistema de Señalización

Se requiere garantizar el mantenimiento de los equipos de emergencia de acuerdo a un plan de mantenimiento preventivo establecido.

Los sistemas de emergencia deben ser revisados y las emergencias potenciales establecidas en un procedimiento de reacción ante emergencias que contemple los escenarios probables de incendio; estos sistemas se deben probar en simulacros periódicos al menos dos veces al año.

La inversión total del proyecto está estimada en \$312.222,95 como se observa en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen de Inversión del Proyecto

RESUMEN DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	
Cuarto de bombas y equipos de bombeo	\$91.977,10
Anillo principal de tuberías, área administrativa y exteriores	\$70.400,58
Red de tuberías, hidrantes y bocas de incendio equipadas para bodegas, culinarios y área de salsas	\$15.193,01
Red de tuberías, hidrantes y bocas de incendio equipadas para elaborados de cacao	\$11.305,08
Sistema de inundación para área de amoniac	\$6.927,18
Adecuación de la cisterna	\$4.500,00
Montaje	\$65.000,00
Sistema de prevención	\$46.920,00
TOTAL	\$312.222,95

La inversión se recupera en 8,69 días de operación promedio de la fábrica como se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Costos de protección

COSTO DE PROTECCIÓN	
Valor de Activos	\$46.000.000,00
Facturación anual de la fábrica	\$80.000.000,00
Rentabilidad anual (considerando 14%)	\$11.200.000,00
Costo de inversión vs. Valor de activos	0,68%
Costo de inversión vs. Facturación anual	0,39%
Costo de inversión vs. Rentabilidad anual	2,79%
Recuperación de la inversión (en días de operación)	8,69 días

6. Conclusiones

Las áreas de mayor riesgo de incendio son las áreas de producción de chocolatería, bodega de inflamables, producción de salsas frías y subestación eléctrica.

Se evidenció que el sistema hidráulico de defensa contra incendios que disponía la empresa era insuficiente en toda la planta, al igual que el número de extintores en ciertas áreas.

El personal de brigadas no estaba debidamente capacitado.

El costo de prevención y protección resultante del estudio equivale al 0,68% de los activos protegidos y el 0,39% de la facturación anual.

Considerando una rentabilidad del 14%, la inversión del rediseño del Sistema de Prevención y Protección Contra Incendios equivale a la ganancia generada por la empresa en 8.69 días de operación de la fábrica.

Se hizo una simulación en el área de chocolatería de la evaluación del riesgo contra incendios una vez que se implementen las recomendaciones del estudio y este subiría de 0,6 a 3,06

7. Agradecimiento

Al Ing. Alywin Hacay por su invaluable ayuda, a la Escuela Superior Politécnica y a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

8. Bibliografía y Referencias

1. NFPA 10, Extintores Portátiles, Edición 2007.
2. NFPA 11, Sistemas de Espuma de Baja Expansión y Combinados, Edición 2005.
3. NFPA 13, Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2007.
4. NFPA 14, Instalación de Sistemas de Columna Seca y Manguera, Edición 2007.
5. NFPA 20, Instalación de Bombas Centrífugas, Edición 2003.
6. NFPA 24, Servicio del Fuego Privado y sus Pertenencias, Edición 2002.
7. NFPA 30, Codificación de los Líquidos y Combustibles Inflamables, Edición 2008.
8. NFPA 101, Código de Seguridad Humana, Edición 2006.
9. NFPA 230, Almacenamiento en General, Edición 2003.
10. NFPA 1600, Estándar para la Administración de Emergencias, Desastres y Programas para la Continuidad del Negocio, Edición 2006.
11. ING. MARIO MOYA R., Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto de Investigación y Postgrados, Diplomado en Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, Protección Contra Incendios, Guayaquil, Octubre 2006.
12. MINISTERIO DE INCLUSIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL, Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2 Abril 2009.
13. CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Ley de Defensa Contra Incendios, 19 Abril 1979
14. CONGRESO NACIONAL DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Reglamento General para la Aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios, 17 Mayo 1979.
15. “_____”<http://www.monografias.com/trabajos23/incendios/incendios.shtml#etapas>, Septiembre 2006.
16. “_____”http://es.wikipedia.org/wiki/Agente_extintor_de_incendios, Marzo 2011.
17. “_____”http://www.reliablesprinkler.com/valves_products.php?cid=17, Febrero 2010.
18. “_____”<http://www.reliablesprinkler.com/sprinklers.php>, Febrero 2010.
19. “_____”<http://www.pokfire.com/foamequipment.htm>, Febrero 2010.