ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Rediseño Del Sistema De Prevención Y Protección De Incendios Para Una Fábrica Procesadora De Alimentos".

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentada por:

Juan Carlos Blum De la Paz

Gabriela Judith Salazar Núñez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia en especial a mis padres, Julio y Delfa, por su apoyo incondicional; a mis profesores por los conocimientos impartidos con infinita paciencia y generosidad y a todos mis amigos que han sido compañeros y cómplices en esta etapa de mi vida.

Gabriela Salazar N.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia en especial a mis padres y esposa, por su apoyo incondicional; a mis profesores por los conocimientos impartidos con infinita paciencia y generosidad y a todos mis amigos que han sido compañeros y cómplices en esta etapa de mi vida.

Juan Carlos Blum D.

DEDICATORIA

A mis padres quienes con infinito amor y constancia me educaron y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron con la elaboración de esta tesis.

Gabriela Salazar N.

DEDICATORIA

A mis padres y esposa quienes con infinito amor y constancia me educaron y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron con la elaboración de esta tesis.

Juan Carlos Blum D.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Alywin Hacay C.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Mario Moya R.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

Juan Carlos Blum De la Paz

_____

Gabriela Judith Salazar Núñez

RESUMEN

La presente tesis consiste en realizar el rediseño de un sistema hidráulico de defensa 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.

Con el propósito de proteger el patrimonio humano y físico de la empresa, la voluntad de cumplir normas legales dispuestas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y a fin precautelar la continuidad del negocio, este trabajo se realiza por la necesidad de identificar los potenciales riesgos de incendio existente en las diferentes áreas de la fábrica, aplicando el Método de Gretener y según estándares internacionales de las normas emitidas por la Asociación Nacional de Protección del Fuego (NFPA), lo que permitió identificar los problemas existentes en el actual sistema hidráulico de defensa contra incendios para el combate de siniestros.

En el desarrollo de la evaluación del riesgo de incendios se obtuvo que las áreas de chocolatería, bodega de inflamables, administración, bodega de producto terminado, salsas frías y subestación eléctrica y generador de emergencia la seguridad contra incendio es insuficiente, ya que no cumple con sistemas de protección adecuados para el combate contra incendios.

Luego de identificar las áreas donde la seguridad contra incendio es insuficiente se identificaron las necesidades de rediseño y se estimó el costo de la inversión que implicaría la implementación de dicho sistema.

Con el rediseño concluido se analizaron los resultados obtenidos donde se determinó el costo de inversión necesario para una futura implementación de este sistema, se detalla la forma más idónea de prevenir los riesgos de incendio, contrastando con los métodos utilizados actualmente por la empresa para precautelar la seguridad de sus instalaciones en caso de que se dé este tipo de siniestro.

ÍNDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN…… II

ÍNDICE GENERAL…….. IV

ABREVIATURAS……. IX

SIMBOLOGÍA…….. X

ÍNDICE DE FIGURAS……. XII

ÍNDICE DE TABLAS…… XIV

ÍNDICE DE PLANOS…….. XVI

INTRODUCCIÓN……. 1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES…… 3

1.1 Antecedentes……..…… 3

.

1.2 Planteamiento del problema.....…….. 4

1.3 Objetivos de la tesis.....……... 5

1.3.1 Objetivo general……..... 5

1.3.2 Objetivos específicos……..... 5

1.4 Metodología de la tesis……... 6

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL…… 9

2.1 Situación general de la empresa……..... 10

2.2 Descripción de los procesos…….. 10

2.3 Entorno……..…… 14

2.4 Productos y mercado……..…… 15

2.5 Estructura organizacional…….. 15

2.6 Sistema de gestión integrado……... 17

2.6.1 Gestión de seguridad y protección contra incendios…. 18

2.6.2 Procedimiento actual en caso de incendio…….. 21

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO……. 24

3.1 Marco legal..…….…… 25

3.2 Marco teórico…… 25

3.2.1 Conceptos básicos sobre incendios……. 25

3.2.2 Origen de los incendios…….. 27

3.2.3 Etapas en el desarrollo de los incendios……. 28

3.2.4 Clasificación del fuego según el material combustible.. 29

3.2.5 Metodologías existentes para el análisis de riesgo de

incendio……. 31

3.2.6 Método de Gretener…… 34

3.3 Desarrollo de la metodología……..……... 47

3.3.1 Área administrativa……..... 49

3.3.2 Área de producción……. 58

3.3.3 Área de almacenamiento……... 85

3.3.4 Otras áreas……... 121

3.4 Conclusiones……... 130

CAPÍTULO 4

4. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE INCENDIOS…….…... 132

4.1 Marco legal..…… 132

4.2 Marco teórico…… 138

4.2.1 Agentes para combatir el fuego…… 138

4.2.2 Norma NFPA aplicables……. 140

4.2.3 Cálculos hidráulicos…… 143

4.3 Rediseño de la red hidráulico contra incendios…….. 143

4.3.1 Tipo de sistema a rediseñar…….. 144

4.3.2 Método de funcionamiento……. 148

4.3.3 Disposición de recorrido de tuberías…… 150

4.3.4 Dimensión de las tuberías……..…… 150

4.3.5 Cálculos de presión, caudal y volumen de almacenamiento de agua para el sistema de bombeo…..…… 153

4.3.6 Requerimiento de materiales……. 155

4.4 Especificaciones técnicas del rediseño…….…..…… 158

4.4.1 Cuarto de equipos de bombeo……..... 158

4.4.2 Instalación de tuberías aéreas……..…….. 161

4.4.3 Pintura de tuberías……..…… 163

4.4.4 Válvulas y accesorios……. 163

4.4.5 Pruebas hidrostáticas……. 167

4.5 Costos estimados del sistema hidráulico..……..... 168

CAPÍTULO 5

5. SISTEMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS…… 169

5.1 Formación, capacitación y toma de conciencia……..……... 169

5.1.1 Programa de inducción general de riesgos……. 170

5.1.2 Formación de brigadas industriales……. 172

5.2 Sistema de señalización……..……... 178

5.3 Programas de mantenimiento preventivo…… 187

5.4 Plan de emergencia para combate de incendios…..…….. 188

5.5 Costos estimados del sistema de prevención de incendios…. 192

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…… 195

6.1 Conclusiones.....…… 195

6.2 Recomendaciones.....…….. 200

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURA

℃	Grados Celsius
℉	Grados Fahrenheit
ASME	American Society of Mechanical Engineer (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
AWS	American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadores)
cm.	Centímetro
cm^2.	Centímetro cuadrado
ft.	Pie
GPM	Galón por minuto
hr	Hora
Kg.	Kilogramo
Km.	Kilómetro
l.	Litro
m.	Metro
m^2.	Metro cuadrado
m^3.	Metro cúbico
min.	Minuto
mín.	Mínimo
mm.	Milímetro
MJ	Mega-Joule
NFPA	National Fire Protection Asociation (Asociación Nacional de Protección del Fuego americana)
NPT	National Pipe Thread (Rosca de Tubería Nacional americana)
PSI	Libra por pulgada cuadrada
PQS	Polvo químico seco
Sch #	Cédula número
SP	Bomberos comunales
SPE	Bomberos de empresa

SIMBOLOGÍA

γ	Seguridad contra el incendio
”	Pulgada
°	Grados
^	Elevado
A	Peligro de activación
AB	Superficie de un compartimento cortafuego
AF	Superficie vidriada
AZ	Superficie de una célula cortafuego
b	Anchura del compartimento cortafuego
B	Exposición al fuego
c	Factor de combustibilidad
Co	Indicación del peligro de corrosión de protección
CO_2	Dióxido de carbono
e	Factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del
E	Nivel de la planta respecto a la altura útil de un local
F	Resistencia al fuego
Fe	Grado de combustibilidad
Fu	Indicación del peligro de humo
F	Período de resistencia al fuego
G	Construcción de gran superficie
g	Factor de dimensión de la superficie del compartimento
H	Número de Personas
j	Factor de la carga térmica inmobiliaria
J	Joule
k	Factor de peligro de corrosión y toxicidad local
M	Producto de todas las medidas de protección
n	Factor de medidas normales
N	Factor que incluye las medidas normales de protección
p	Exposición al riesgo de las personas
P	Peligro potencial
$P_{H, E}$	Situación de peligro para las personas
Q	Carga de incendio
q	Factor de la carga térmica mobiliaria
Qi	Carga térmica inmobiliaria
Q_m	Carga térmica mobiliaria
r	Factor del peligro de humo
R	Riesgo de incendio efectivo

Rn	Riesgo de incendio normal
S	Factor que reúne el conjunto de las medidas especiales
s	Factor de las medidas especiales
Tx	Indicación del peligro de toxicidad
V	Construcción de gran volumen
Z	Construcción celular

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.1	Metodología utilizada en el presente trabajo……..	7
Figura 2.1	Ubicación de la Fábrica en Estudio……..	14
Figura 2.2	Estructura Organizacional actual……..	16
Figura 2.3	Ciclo de Mejoramiento del Sistema Integrado de Gestión……..	17
Figura 2.4	Riesgos principales de la fábrica……	18
Figura 4.1	Paneles de control para las bombas…….	146
Figura 4.2	Tuberías……....	147
Figura 4.3	Sistema de rociadores…….	147
Figura 4.4	Equipos proporcionadores de espuma…….	148
Figura 4.5	Cuarto de equipos de bombeos…….	159
Figura 4.6	Válvula antirretorno……..	164
Figura 4.7	Válvula de compuerta……..	164
Figura 4.8	Válvula de inundación y diluvio……..	165
Figura 4.9	Rociador automático o sprlinklers…….	165
Figura 4.10	Válvulas de globo…….	166
Figura 4.11	Mangueras de servicio contra incendio…….	166
Figura 4.12	Siamesa……..	167
Figura 5.1	Estructura sistema de prevención……..	169
Figura 5.2	Comité de crisis…….	175
Figura 5.3	Señalización de zona segura……..	180
Figura 5.4	Señalización de punto de reunión……..	180
Figura 5.5	Señalización para vías de evacuación……..	180
Figura 5.6	Señalización para salidas de emergencia……	181
Figura 5.7	Señalización para botiquín de primeros auxilios….	181
Figura 5.8	Señalización para implementos de combate en emergencia……	182
Figura 5.9	Señalización para teléfono de emergencia……..	182
Figura 5.10	Señalización para refugio temporal……..	183
Figura 5.11	Señalización para comando de crisis……	183
Figura 5.12	Señalización para extintores de PQS y CO2……...	184
Figura 5.13	Señalización para sistema de alarma……	184
Figura 5.14	Señalización para materiales inflamables……	185
Figura 5.15	Señalización para riesgo eléctrico…….	185
Figura 5.16	Señalización para químicos peligrosos…….	186
Figura 5.17	Señalización para equipos de protección personal.	186

Figura 5.18 Señalización para indicar prohibido fumar……. 187

ÍNDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1	Procesamiento de cacao y café……	11
Tabla 2	Procesamiento de salsas frías…….……..	12
Tabla 3	Procesamiento de culinarios deshidratados……...	12
Tabla 4	Procesos auxiliares y complementarios……..……	13
Tabla 5	Sistemas contra incendios actuales…….…	20
Tabla 6	Carga térmica inmobiliaria……..……..…	37
Tabla 7	Nivel de la planta o altura útil del local……	38
Tabla 8	Tamaño del compartimento corta fuego……...….	39
Tabla 9	Medidas normales de protección……..……..….	40
Tabla 10	Medidas especiales de protección……..….	41
Tabla 11	Medidas constructivas de protección……..…	42
Tabla 12	Exposición al riesgo de las personas……..…	43
Tabla 13	Clasificación de edificios…….……..…	45
Tabla 14	Peligro de activación…..…….……..….	45
Tabla 15	Tipo de edificaciones……..……..…	47
Tabla 16	Clasificación de riesgos de incendio por áreas…….….	49
Tabla 17	Evaluación de Gretener: área administrativa…….	57
Tabla 18	Evaluación de Gretener: producción culinarios…….	66
Tabla 19	Evaluación de Gretener: producción salsas frías…….….	75
Tabla 20	Evaluación de Gretener: producción chocolatería…….	84
Tabla 21	Evaluación de Gretener: bodega producto terminado…..	93
Tabla 22	Evaluación de Gretener: bodega de inflamables……...	102
Tabla 23	Evaluación de Gretener: bodega de limpieza de cacao...	111
Tabla 24	Evaluación de Gretener: bodega de embalaje……...	120
Tabla 25	Evaluación de Gretener: generador de emergencia y subestación eléctrica……..……..……	129
Tabla 26	Accesorios de tuberías rediseñadas en el recorrido al punto más distante…….	151
Tabla 27	Longitud equivalente de accesorio a ft. de tubería…..…..	151
Tabla 28	Longitud equivalente de tubería en pies……...…..…	152
Tabla 29	Cálculo de pérdida de presión por dimensión de tubería.	152
Tabla 30	Resumen de costos del sistema de protección…….	168
Tabla 31	Brigadas de emergencia…..……..	173
Tabla 32	Sistema de señalización……....	179
Tabla 33	Plan de mantenimiento preventivo equipos de defensa contra incendio……	188

Tabla 34 Resumen del sistema de prevención y detección……. 192
Tabla 35 Resumen de inversión del proyecto…..……..…… 193
Tabla 36 Costos de protección…...……...……... 194
Tabla 37 Evaluación de Gretener: producción chocolatería luego de rediseño…….. 199

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Plano de la Empresa
Plano 2 Sistema de Protección Contra Incendios Actual
Plano 3 Rediseño del Sistema Hidráulico Contra Incendios en Isométrico
Plano 4 Rediseño del Sistema Hidráulico Contra Incendios

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objeto efectuar la evaluación del riesgo de incendio en una fábrica dedicada a la elaboración de chocolates y semielaborados de chocolate, salsas frías y culinarios y en función del riesgo, rediseñar el sistema hidráulico de defensa contra incendios en cumplimiento de las leyes vigentes y normas de seguridad industrial.

Para lograr este objetivo principal se determinará mediante el método de Gretener si las condiciones de seguridad contra incendio son las suficientes, ya que la fábrica en estudio cuenta con varios factores de riesgo de incendio debido a que existe manipuleo de materiales combustibles e inflamables y está localizada en una zona residencial de la ciudad, donde ya no se emiten permisos para nuevas instalaciones fabriles.

Luego de la aplicación del método de Gretener para la evaluación del riesgo de incendio, se determinarán las mejores maneras de controlar y disminuir los riesgos de incendio en base a normas NFPA, se determinará mediante cálculos hidráulicos las pérdidas de presión, el tamaño o capacidad de los equipos de bombeo y la reserva de agua necesaria para el abastecimiento del sistema hidráulico de defensa contra incendios que según

recomendaciones de NFPA sea necesario para las instalaciones, determinando el costo aproximado de inversión y generando recomendaciones de seguridad para el manejo de situaciones de emergencia.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

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 el sector de la vía a la costa. Fue comprada en 1970 por una compañía multinacional y en la actualidad, está también dedicada a la elaboración de deshidratados y 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.

1.2 Planteamiento del problema

La fábrica en estudio cuenta con varios peligros de incendio ya que almacena material combustible como granos y semielaborados de cacao, palets y cartón para embalar , diesel para el uso en el área de fabricación y calderas; conjuntamente está ubicada en un sector residencial de la urbe en el cual ya no se otorgan permisos para montajes de fábricas, pero por su antigüedad se les ha concedido un permiso de excepción con la condición de que sean buenos vecinos del sector; lo que implica no generar contaminación visual, auditiva, ambiental, de aguas servidas y mucho menos generar riesgos en el sector como lo sería un incendio a gran escala. Ya que en la fábrica coexisten varios factores de riesgo por el tipo de producto que procesa y almacena, se hace imperativo evaluar la necesidad de contar con un sistema hidráulico de defensa contra incendios que brinde la seguridad de combatir un incendio de forma eficiente y oportuna hasta la llegada de los miembros del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.

En vista de que además de existir concurrencia de diversos factores de riesgo de incendio, existen normas que regulan el tipo de sistema hidráulico de defensa contra incendios dispuestas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil que están amparadas por la Ley, se plantea un estudio de riesgo de incendios y el rediseño del

sistema de prevención y protección de incendios actual en función de la evaluación del riesgo.

1.3 Objetivos de la tesis

1.3.1 Objetivo General

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.

1.3.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

- Determinar si las condiciones de seguridad contra incendio son las suficientes, mediante la aplicación de un método de evaluación de riesgo de incendios.
- Determinar las mejores maneras de controlar y disminuir los riesgos de incendio.
- Determinar mediante cálculos hidráulicos las pérdidas de presión, el tamaño o capacidad de los equipos de bombeo y la reserva de agua necesaria.
- Determinar el costo aproximado de inversión del rediseño del sistema de prevención y combate contra incendios.

- Determinar recomendaciones de seguridad al manejo de situaciones de emergencia.

1.4 Metodología de la tesis

La metodología empleada en el presente trabajo es la siguiente: Aplicar el método de Gretener para calcular el riesgo de incendio en la fábrica obteniendo datos mediante inspección física del lugar y utilizando los valores de las tablas, determinando los riesgos de incendio en las diferentes áreas de la fábrica (almacenamiento, producción, administración) y establecer la forma tanto de minimizar esos riesgos como de combatirlos; luego establecer la mejor ubicación de los equipos y accesorios necesarios para el sistema de combate contra incendios considerando tanto el riesgo como factores estéticos y de facilidad de tránsito y operación; posteriormente elaborar el recorrido de tuberías y realizar el rediseño del sistema dimensionando todos los equipos necesarios a través de cálculos hidráulicos; luego hacer presupuesto tanto por adquisición de equipos y accesorios como obras civiles necesarias; por último elaborar recomendaciones adicionales de seguridad contra incendios.

La metodología utilizada se resume en el siguiente diagrama de bloques:

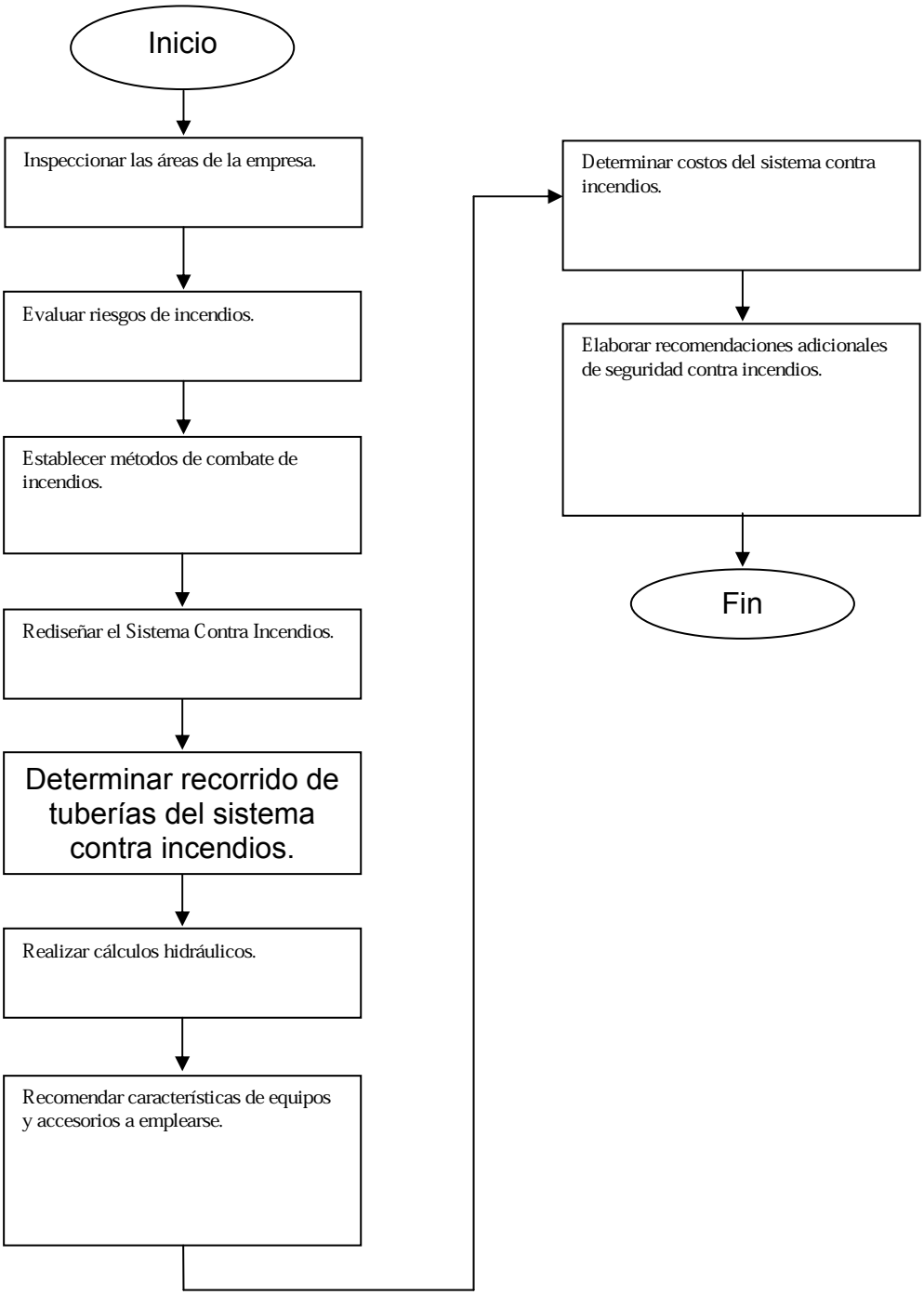

FIGURA 1.1 – METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL PRESENTE TRABAJO

Fuente: Empresa Alimenticia

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL

Con el fin de poder determinar el plan de acción más adecuado, este capítulo tiene como finalidad presentar la situación actual de la empresa e identificar lugares donde existe riesgo de que se inicie un incendio en la fábrica. Primero se desarrollará un resumen de los antecedentes y entorno de la empresa, se detallaran sus productos, mercado, la estructura organizacional y de seguridad industrial; se indican las herramientas con las que actualmente cuenta la empresa para minimizar el peligro de un flagelo y para responder ante tal amenaza; también se describirán las áreas de la empresa indicando la carga de combustible, las protecciones que tiene la empresa en las áreas donde exista mayor riesgo de incendio según evaluación que se realizará por el método de Gretener en el siguiente capítulo.

2.1 Situación general de la empresa

La fábrica en estudio está dedicada a la elaboración de productos culinarios deshidratados, salsas frías y elaboración de productos derivados del cacao, siendo líder en el mercado en los productos que comercializa.

Las instalaciones fabriles están ubicadas al norte de Guayaquil en un terreno con área aproximada de 43.000 m^2 de los cuales solamente 13.850 m^2 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.

2.2 Descripción de los procesos

Los procesos generales son:

TABLA 1

PROCESAMIENTO DE CACAO Y CAFÉ

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

Fuente: Empresa Alimenticia

En esta área se procesa la semilla de cacao como materia prima para obtener los semielaborados de cacao, chocolates y bombones. Además en esta área se hace un reenvasado de café y envasado de chocolate en polvo.

TABLA 2

PROCESAMIENTO DE SALSAS FRÍAS

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

Fuente: Empresa Alimenticia

En esta área se procesan las salsas de tomate, mayonesa y mostaza a partir de la mezcla de sus ingredientes principales y envasándolas en recipientes de vidrio, recipientes plásticos y sachets.

TABLA 3

PROCESAMIENTO DE CULINARIOS DESHIDRATADOS

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

Fuente: Empresa Alimenticia

En esta área se mezclan las diferentes materias primas previamente deshidratadas para formar productos en forma de cubitos de uso culinario para caldos y similares.

TABLA 4

PROCESOS AUXILIARES Y COMPLEMENTARIOS

PROCESOS AUXILIARES		
No.	**Procesos**	**Equipos / Subprocesos**
1	Generación de Vapor	- Alimentación - Combustible - Alimentación de agua - Generación de vapor - Retorno de condensado - Ablandador
2	Generación de aire Comprimido	- Compresor de aire - Secado de aire
3	Agua potable	- Bombeo principal - Pozo profundo - Bombeo a oficinas - Bombeo a planta
4	Energía eléctrica	- Subestación eléctrica - Tableros de distribución y fuerza - Generación de emergencia
5	Sistema hidráulico contra incendios	- Bomba contra incendios
6	Tratamiento de agua	- Trampas de grasa - Planta de tratamiento de aguas residuales
7	Sistema de enfriamiento	- Sistema de amoniaco - Manejadoras de aire - Acondicionadores de aire
8	Equipos menores de mantenimiento	- Torno, fresadora - Taller de contratistas
9	Almacenamiento	- Bodega general (racks) - Bodega de embalaje (racks) - Bodega de materiales (racks) - Almacenamiento y limpieza de semillas de cacao - Torre de cascarilla de cacao - Tanque de almacenamiento de combustibles
10	Administración	- Computadoras - Muebles y enseres de oficina

Fuente: Empresa Alimenticia

2.3 Entorno

La fábrica está ubicada en un sector residencial al norte de Guayaquil y debido a que en este sector ya no se otorgan permisos de instalación de industrias el Municipio de Guayaquil ha extendido el permiso para la permanencia de la fábrica con la condición de ser buenos vecinos del sector. La fábrica colinda con oficinas de una empresa constructora al norte, al sur se encuentra un supermercado, al este el cerro San Eduardo y al oeste la Avenida del Bombero. Siendo que está ubicada en un sector poblado y transitado de Guayaquil, la fábrica debe tomar todas las precauciones para evitar una emergencia a gran escala como podría ser un incendio general en las instalaciones o fugas de amoniaco.

FIGURA 2.1 UBICACIÓN DE LA FÁBRICA EN ESTUDIO
Fuente: Google map

2.4 Productos y mercado

Al ser una empresa dedicada a la elaboración de productos culinarios y derivados del cacao, sus clientes directos son supermercados, autoservicios, pastelerías, tiendas de abarrotes y demás distribuidores, sin embargo el consumidor final es el ciudadano común y cada producto atiende un segmento diferente de la población. Entre sus productos se tienen:

- Culinarios deshidratados.
- Salsa de tomate en diferentes presentaciones.
- Mayonesa en diferentes presentaciones.
- Mostaza en diferentes presentaciones.
- Café instantáneo en sachet.
- Chocolates y bombones en diferentes presentaciones.
- Manteca de cacao.
- Licor de cacao.
- Polvo de cacao.
- Cobertura de chocolate.

2.5 Estructura organizacional

El esquema organizacional de la empresa es el siguiente:

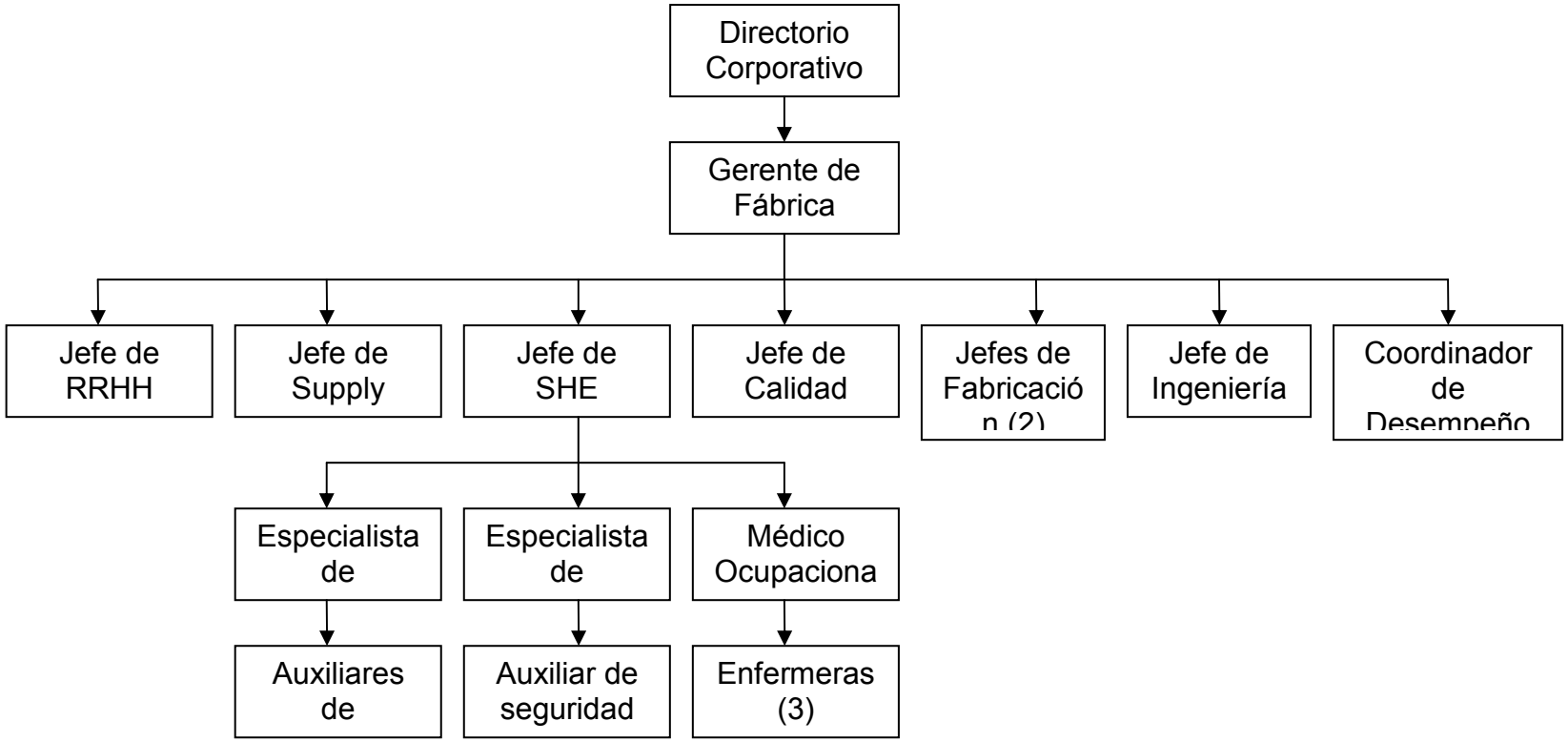

FIGURA 2.2 – ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ACTUAL
Fuente: Empresa Alimenticia

2.6 Sistema de gestión integrado

La fábrica en estudio maneja un sistema integrado de gestión en Seguridad, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental alineado a las normas ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 avalado por una certificadora de renombre a nivel internacional. El nivel de madurez del sistema todavía se encuentra en una etapa primaria con énfasis en los controles operacionales de menores costos y no en aquellos que involucran cambios en los sistemas de ingeniería, como modernización.

El sistema integrado de gestión se basa en un ciclo de mejora continua en el cual, se planea la estrategia para corregir los gaps en las oportunidades de mejora identificadas con el fin de minimizar los riesgos. El ciclo de mejora va descrito en la siguiente figura:

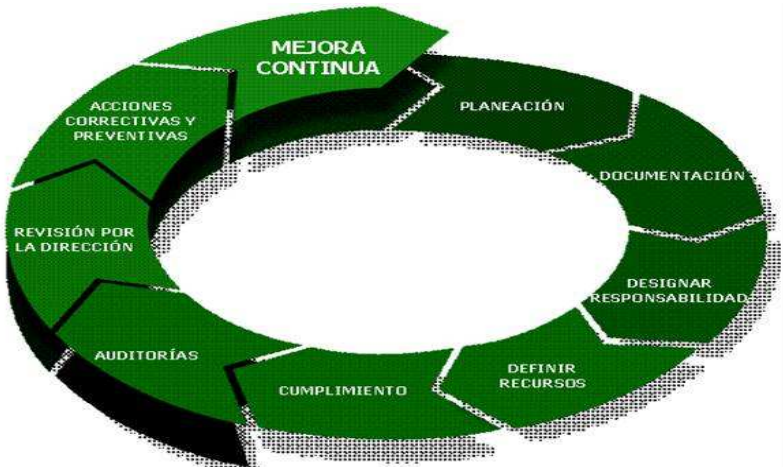

FIGURA 2.3 – CICLO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN
Fuente: Empresa Alimenticia

El líder del Sistema Integrado de Gestión a nivel de todos los centros de trabajo de la corporación es el Jefe de SHE; siendo el Especialista de Seguridad, Especialista de Ambiente y Médico Ocupacional los responsables directos del sistema dentro de la fábrica.

2.6.1 Gestión de seguridad y protección contra incendios

Para la implementación y consolidación del Sistema Integrado de Gestión de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental de la fábrica en estudio, se dio énfasis en los controles operacionales de los riesgos para las personas tanto en accidentes como de enfermedades ocupacionales y en los impactos ambientales generados por la operación normal de la fábrica; como se ve en el dibujo a continuación:

FIGURA 2.4 – RIESGOS PRINCIPALES DE LA FÁBRICA
Fuente: Empresa Alimenticia

Como parte del mejoramiento continuo del Sistema Integrado de Gestión y a sabiendas de que el sistema hidráulico de defensa contra incendios no cumple con normas nacionales ni mejores prácticas internacionales establecidas, se ha propuesto implementar mejoras en los controles operacionales de actividades que puedan suscitarse a través de probables emergencias; para esto, se detallarán los sistemas de protección existentes y a través de una evaluación según el método de Gretener se determinará el nivel de riesgo de incendios en las instalaciones y se propondrán las mejoras tanto en rediseño del sistema de prevención y combate contra incendios como en actividades de control para minimizar el riesgo.

A continuación se detalla la cantidad de sistemas de detección, extinción y protección que se encuentran en la planta:

TABLA 5

SISTEMAS CONTRA INCENDIOS ACTUALES

Área	Detalle	Cantidad	Capacidad
Garita	Extintor de PQS	1	20 Lbs.
Administración	Extintor de PQS	3	20 Lbs.
	Extintor de CO2	1	5 Lbs.
	Extintor de CO2	3	20 Lbs.
Bodega de Producto Terminado	Extintor de PQS	8	20 Lbs.
	Extintor de CO2	2	5 Lbs.
	Extintor de CO2	2	15 Lbs.
	Extintor de CO2	1	20 Lbs.
	Extintor de H20	1	10 Lts.
	Sensores de Humo	26	___
Bodega de Materia Prima	Extintor de PQS	3	20 Lbs.
	Extintor de PQS	1	100 Lbs.
	Sensores de Humo	16	___
Salsas Frías	Extintor de PQS	1	20 Lbs.
	Extintor de CO2	1	15 Lbs.
Culinarios y Deshidratados	Extintor de PQS	5	20 Lbs.
	Extintor de CO2	5	15 Lbs.
	Extintor de CO2	1	20 Lbs.
Chocolatería	Extintor de PQS	8	20 Lbs.
	Extintor de PQS	1	10 Lbs.
	Extintor de CO2	1	5 Lbs.
	Extintor de CO2	9	15 Lbs.
	Extintor de CO2	8	20 Lbs.
	Extintor de CO2	5	30 Lbs.
	Extintor de CO2	1	50 Lbs.
	Extintor de CO2	5	100 Lbs.
	Extintor de H20	2	10 Lbs.
Generador de Emergencia y Sub-Estación Eléctrica	Extintor de CO2	1	20 Lbs.
	Extintor de CO2	1	15 Lbs.
Taller de Soldadura	Extintor de PQS	1	20 Lbs.
	Sensores de Humo	2	____
Caldero	Extintor de PQS	1	20 Lbs.
	Extintor de CO2	2	15 Lbs.
Bodega de Inflamables	Extintor de PQS	1	10 Lbs.
Bodega y Limpieza de Cacao	Extintor de PQS	1	20 Lbs.
	Extintor de CO2	2	20 Lbs.
	Extintor de H20	1	10 Lts.
Planta	BIE	16	30 m.

Fuente: Empresa Alimenticia

2.6.2 Procedimiento actual en caso de incendio

En la fábrica existe una brigada de emergencias, sin embargo esta no ha sido capacitada ni entrenada desde hace aproximadamente 3 años en manejo de emergencias (exceptuando emergencias de primeros auxilios donde existe entrenamiento anual); además de los brigadistas, el personal clave de cada área tiene roles específicos en función de la generación de una posible emergencia, pero esta definición de funciones no ha sido difundida al personal de la fábrica ya que la rotación desde el último periodo de capacitación en manejo de emergencias generó un movimiento de personal de aproximadamente el 80% a nivel de jefaturas.

La persona que identifica la presencia de fuego difícil de controlar, accionará la alarma que advertirá a seguridad física sobre la ubicación del incendio. Inmediatamente informarán al jefe de brigada de turno, para que junto a los brigadistas controlen la emergencia.

En función del lugar donde se presente el fuego, los brigadistas utilizan los equipos de combate de incendio como extintores, bocas de incendio equipadas, camillas para evacuar posibles heridos, etc.

Además, en caso de presencia de fuego, el personal de la fábrica que no pertenece a la brigada de incendios tiene las siguientes instrucciones:

a) Evalúe la situación, si se trata de amenaza controlable, use los extintores más cercanos para controlar y extinguir el incendio.

b) No luche con el fuego si las siguientes condiciones existen:

- No sabe lo que se esta quemando.
- El fuego se extiende rápidamente.
- No tiene el equipo apropiado.
- El fuego podría bloquear sus vías de escape.
- Podría inhalar humo tóxico.
- Sus instintos le dicen que no lo haga.

c) Conjuntamente con lo anterior los técnicos eléctrico y mecánico de servicios industriales que estén de turno desconectan la alimentación eléctrica a todas las dependencias y se cierran los conductos de gas.

d) Si se encuentra con una víctima, analice la situación y proceda según conocimientos impartidos en cursos de Brigadas de Primeros Auxilios. Si procede, retirarla hasta un lugar seguro.

e) Si a juicio del Jefe y del brigadista líder del incidente es necesario evacuar, son ellos quienes se encargan de dar aviso de evacuación.
f) De afrontar un incendio declarado, toque la alarma y avise a un brigadista para que proceda a tocar el pito de evacuación de las áreas.

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.

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO

En este capítulo se tiene como finalidad definir diversos factores necesarios para la realización de la presente tesis y su fácil comprensión como lo son el marco legal bajo el cual se sustenta lo realizado en la presente tesis, luego detallar conceptos básicos como el origen de los incendios, clasificación y forma de combatirlos según su clase, detallar los agentes extintores de incendios y su forma de actuar, explicar el método de Gretener utilizado en esta tesis para hacer la valoración de riesgo de incendio y finalmente hacer una síntesis de las normas de seguridad a tomar en cuenta en el sistema hidráulico de defensa contra incendios.

3.1 Marco Legal

Para la elaboración del análisis de riesgos de incendio, se consideraran las siguientes normativas, reglamentos y leyes:

- Constitución Política del Ecuador del 2008, artículo 389.
- Código de Trabajo, Título IV De los Riesgos del Trabajo.
- Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el Registro Oficial 565 de noviembre 17 de 1986.
- Ley de Defensa Contra Incendios, promulgada en el Registro Oficial No. 815 de abril 19 de 1979.
- Reglamento General para la aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios, publicada en el Registro Oficial No. 834 de mayo 17 de 1979.
- Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2 de abril del 2009.
- Norma NFPA 101 Código de Seguridad Humana.

3.2 Marco Teórico

3.2.1 Conceptos básicos sobre incendios

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.

3.2.2 Origen de los incendios

Un incendio se origina de las siguientes maneras:

- Cigarrillos mal apagados, a menudo tirados en tachos de basura.
- Cortocircuitos eléctricos en instalaciones mal construidas o descuidadas, explosión de bombillos eléctricos, cables eléctricos expuestos.
- Fugas de gases inflamables.
- Equipos eléctricos y cuadro de mandos descuidados o mal mantenidos.
- Falta de aterrizaje en los circuitos eléctricos.
- Manipulación incorrecta de líquidos inflamables o combustibles.
- Áreas de transferencia de fluidos inflamables con diseño deficiente.
- Procesos de soldaduras sin tomar precauciones de seguridad.
- Amontonamiento de basura en áreas de descuidadas o abandonadas.
- Sistemas de aire acondicionado o calefacción con mantenimiento deficiente.

- Deterioro en tuberías y válvulas controladoras de gas.
- Procesos de pintura sin seguridades respectivas.
- Inflamación de los materiales combustibles por fricción con un elemento giratorio en movimiento.
- Uso de teléfonos celulares o aparatos electrónicos en ambientes saturados de gas inflamable.
- La falta de orden y limpieza
- Actos vandálicos

3.2.3 Etapas en el desarrollo de los incendios

No todos los incendios se desarrollan de la misma forma, aunque todos pueden pasar por cuatro etapas de desarrollo, si no se interrumpen a tiempo, estas etapas son:

Etapa incipiente: Se caracteriza porque no hay llamas, hay poco humo, la temperatura es baja; se genera gran cantidad de partículas de combustión. Estas partículas son invisibles y se comportan como gases, subiéndose hacia el techo. Esta etapa puede durar días, semanas y años.

Etapa latente: Aún no hay llama o calor significativo; comienza a aumentar la cantidad de partículas hasta hacerse visibles; ahora las partículas se llaman humo. La duración de esta etapa también es variable.

Etapa de llama: Según se desarrolla el incendio, se alcanza el punto de ignición y comienzan las llamas. Disminuye la cantidad de humo y aumenta el calor. Su duración puede variar, pero generalmente se desarrolla la cuarta etapa en cuestión de segundos.

Etapa de calor: En esta etapa se genera gran cantidad de calor, llamas, humo y gases tóxicos.

3.2.4 Clasificación del fuego según el material combustible

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.

El agua es utilizada para efectos del enfriamiento a fin de reducir la temperatura de los materiales incendiados por debajo de su temperatura de ignición.

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

El efecto de sofocación por exclusión del oxigeno es el más efectivo. Otro método de extinción incluye la remoción del combustible y reducción de temperatura.

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

Este tipo de fuego puede ser controlado por medio de un agente extintor no conductor. El procedimiento de seguridad es el de tratar de desenergizar los circuitos y tratarlo como un incendio clase A o B, dependiendo del combustible involucrado.

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.

El efecto de sofocación por exclusión del oxigeno es el más efectivo, utilizando extintores de polvo especiales que dependen del tipo de metal que se está quemando.

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

Son extinguidos por agentes extintores que produzca un agente refrigerante y que reaccione con el aceite produciendo un efecto de aislamiento de la superficie del aceite o grasa en combustión del oxígeno del aire. Estos agentes extintores son conocidos como químicos húmedos (wet chemical); en menores proporciones, también es efectivo el CO2.

3.2.5 Metodologías existentes para el Análisis de Riesgos de Incendios

Existen dos tipos de métodos para la evaluación de riesgos de incendios:

Métodos de Evaluación Cualitativos:

Este método es empleado para locales pequeños, donde el riesgo de incendio es mínimo. Es un método subjetivo donde no existen cálculos matemáticos para su estimación.

Métodos de Evaluación Cuantitativo:

Se ponderan los factores de riesgo y a través de fórmulas matemáticas se obtienen resultados numéricos que por medio

de tablas se puede establecer el nivel de riesgo. Entre ellos se tiene:

- Método de coeficiente k
- Métodos de los factores alfa
- Método Edwin E. Smith
- Método GA Herpol
- Método del Riesgo Intrínseco
- Método Meseri
- Método Gustav Purt
- Método Gretener
- Método Eric
- Método Frame

La finalidad del Coeficiente k y los factores alfa es calcular la resistencia al fuego de los elementos constructivos de una edificación, más no el riesgo existente en área.

El Métodos de Edwin E. Smith tiene como objetivo investigar la evolución de la peligrosidad de un incendio en un compartimento.

Para la aplicación del método del profesor Herpol existen dificultades por la inexistencia de tablas concretas, ya que el profesor murió antes de terminar con su investigación.

El Método del Riesgo Intrínseco calcula la carga térmica en un sector, edificio o establecimiento con su respectiva actividad.

El Método de Meseri es sencillo y rápido que se lo realiza en pocos minutos en situ en la zona de riesgo, el mismo que se lo hace de forma visual y permite evaluar el riesgo global de un compartimento. Solo se lo puede aplicar para pequeñas empresas donde el riesgo no sea alto para la vida humana.

El Método de Gustav Purt es una derivación simplificada del Método de Gretener, donde evalúa las medidas existentes de protección contra incendios en edificios y en su contenido.

El Método de Gretener es considerado el padre de todos los métodos y se ha convertido en referente de cualquier otro método de evaluación de incendios. Gretener se basa en comparar el resultado del cálculo del riesgo potencial de incendio efectivo con el riesgo potencial admisible.

El Método de E.R.I.C calcula el riesgo de las personas y de los bienes en edificios, industrias, vivienda y oficinas. Este método tiene similitudes con el del Dr. Gustav Purt.

De la anterior evaluación de todos los métodos existen para la valoración del riesgo de incendio en locales industriales, se concluye que el método de Gretener es el que reúne los factores principales a evaluar para el análisis de riesgo de incendio en un compartimento, ya que considera el riesgo de las personas y el patrimonio ante un incendio y si las medidas normales como son los extintores portátiles, hidrantes y reservorio de agua son los suficientes.

3.2.6 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.

Conceptos y fórmulas utilizados en 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.

Peligros inherentes al contenido

Carga de incendio mobiliario Qm: (factor q): La carga de incendio mobiliaria Qm 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.

Peligros inherentes al edificio

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.

TABLA 6

CARGA TÉRMICA INMOBILIARIA

Carga térmica inmobiliaria Qi. (Factor i)				
	Elementos de fachadas	**Hormigón, ladrillo, metal**	**Componentes de fachadas multicapas con capas exteriores incombustibles**	**Maderas, materias sintéticas**
Estructura portante		Incombustible	Combustible protegida	Combustible
Hormigón, ladrillo, acero, otros	Incombustible	1	1,05	1,1
Construción en madera				
*Revestida combustible	combustible	1,1	1,15	1,2
*Contrachapada protegida	protegida			
*Maciza combustible	combustible			
Construción en madera				
*Ligera combustible	combustible	1,2	1,25	1,3

Fuente: Método Gretener

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.

En caso de edificios de una única planta, este término cuantifica, en función de la altura útil del local, las dificultades a las que los equipos de bomberos se han de enfrentar para desarrollar los trabajos de extinción.

TABLA 7

NIVEL DE LA PLANTA O ALTURA ÚTIL DEL LOCAL

Nivel de la planta o altura útil del local (Factor e)			
Edificios de un solo nivel			
Altura del Local E	e		
	Qm. pequeño	Qm. mediano	Qm. grande
mas de 10 m.	1	1,25	1,5
hasta 10 m.	1	1,15	1,3
hasta 7 m.	1	1	1

Pequeño : Qm <= 200 (MJ/m^2)
Mediano : Qm <= 1000 (MJ/m^2)
Grande : Qm >= 1000 (MJ/m^2)

Fuente: Método Gretener

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.

TABLA 8

TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO

Tamaño del compartimiento cortafuego (Factor g) l:b Relación longitud /anchura del compartimiento cortafuego								
8;1	7;1	6;1	5;1	4;1	3;1	2;1	1;1	g
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1200	1150	1090	1030	950	870	760	600	0,5
1600	1530	1450	1370	1270	1150	1010	800	0,6
2000	1900	1800	1700	1600	1450	1250	1000	0,8
2400	2300	2200	2050	1900	1750	1500	1200	1,0
4000	3800	3600	3400	3200	2900	2500	2000	1,2
6000	5700	5500	5100	4800	4300	3800	3000	1,4
8000	7700	7300	6800	6300	5800	5000	4000	1,6
10000	9600	9100	8500	7900	7200	6300	5000	1,8
12000	11500	10900	10300	9500	8700	7600	6000	2,0
14000	13400	12700	12000	11100	10100	8800	7000	2,2
16000	15300	14500	13700	12700	11500	10100	8000	2,4
18000	17200	16400	15400	14300	13000	11300	9000	2,6
20000	19100	18200	17100	15900	14400	12600	10000	2,8
22000	21000	20000	18800	17500	15900	13900	11000	3,0
24000	23000	21800	20500	19000	17300	15100	12000	3,2
26000	24900	23600	22200	20600	18700	16400	13000	3,4
28000	26800	25400	23900	22200	20200	17600	14000	3,6
32000	30600	29100	27400	25400	23100	20200	16000	3,8
36000	34400	32700	30800	28600	26000	22700	18000	4,0
40000	38300	36300	35300	31700	28800	25200	20000	4,2
44000	42100	40000	37600	34900	31700	27700	22000	4,4
52000	49800	47200	44500	41300	37500	32800	26000	4,6
60000	57400	54500	51300	47600	43300	37800	30000	4,8
68000	65000	61800	58100	54000	49000	42800	34000	5,0

Fuente: Método Gretener

Medidas de protección adoptadas

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.

TABLA 9

MEDIDAS NORMALES DE PROTECCIÓN

Medidas normales de protección (Factores n1...n5)					
MEDIDAS NORMALES			n		
n1	10	**Extintores portatiles**			
	11	Suficientes	1		
	12	Insuficientes o inexsistentes	0,9		
n2	20	**Hidrantes interiores (BIE)**			
	21	Suficientes	1		
	22	Insuficientes o inexsistentes	0,8		
n3	30	**Fiabilidad de la aportación de agua *****			
		Condiciones mínimas de caudal*	Reserva de agua**		
		Riesgo alto/ más de 3600 l/min.	mín. 480 m^3	120	
		Riesgo medio/ más de 1800 l/min.	mín. 240 m^3		
		Riesgo bajo/ más de 900 l/min.	mín. 120 m^3		
			Presión-Hidrante		
	31	Depósito elevado con reserva de agua para extinción o bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica, con depósito.	Menos de 2 bar: 0,7	Más de 2 bar: 0,85	Más de 4 bar: 1
	32	Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica.	0,65	0,75	0,9
	33	Bomba de capa subterránea independiente de la red, sin reserva.	0,6	0,7	0,85
	34	Bomba de capa subterránea dependiente de la red, sin reserva.	0,5	0,6	0,7
	35	Aguas naturales con sistema de impulsión	0,5	0,55	0,6
n4	40	**Longitud de la manguera de aportación de agua**			
	41	Longitud del conducto < 70 metros			1
	42	Longitud del conducto 70 - 100 metros (distancia entre el hidrante y la entrada del edificio)			0,95
	43	Longitud del conducto > 100 metros			0,8
n5	50	**Personal instruido**			
	51	Disponible y formado			1
	52	Inexsistentes			0,8

*Cuando el caudal sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 300 l/min. de menos.
**Cuando la reserva de agua es menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 36 m3 de menos.

Fuente: Método Gretener

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.

TABLA 10

MEDIDAS ESPECIALES DE PROTECCIÓN

Medidas especiales de protección (Factores s1... s6)							
MEDIDAS ESPECIALES							S
s1	10	**Detección del fuego**					
	11	Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche, y los días festivos rondas cada 2 horas.					1,05
	12	Instalación de detección: automática					1,1
	13	Instalación de rociadores: automática					1,2
s2	20	**Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego**					
	21	Desde un puesto ocupado permanentemente (ejemplo: portería) y teléfono					1,05
	22	Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono					1,1
	23	Transmisión de la alarma automáticamente por central de detección o de rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un transmisor					1,1
	24	Transmisión de la alarma automática por central de detección o de rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante una línea telefónica vigilada permanentemente (linea reservada)					1,2
s3	30	**Cuerpo de bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE)**					
		Oficiales SP	SPE Nivel 1		SPE Nivel 2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	Sin SPE
	31	Cuerpo SP	1,2		1,3	1,4	1,5	1
	32	SP + alarma simultánea	1,3		1,4	1,5	1,6	1,15
	33	SP + alarma simultánea + TP	1,4		1,5	1,6	1,7	1,3
	34	Centro B	1,45		1,55	1,65	1,75	1,35
	35	Centro A	1,5		1,6	1,7	1,8	1,4
	36	Centro A + retén	1,55		1,65	1,75	1,85	1,45
	37	SP profesional	1,7		1,7	1,8	1,9	1,6
s4	40	**Escalones de intervención de los cuerpos locales de bomberos.**						
		Escalón Tiempo/distancia	Inst. Sprinklers cl.1-------- cl.2		SPE Nivel 1+2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	Sin SPE
	41	E1<15 min. < 5 Km.	1	1	1	1	1	1
	42	E2<30 min. > 5 Km.	1	0,95	0,9	0,95	1	0,8
	43	E3> 3 min.	0,95	0,9	0,75	0,9	0,95	0,6
s5	50	**Instalaciones de extinción**						
	51	Sprinkler cl. 1 (abastecimineto doble)						2
	52	Sprinkler cl. 2 (abastecimineto sencillo o superior) o instalado de agua pulverizada						1,7
	53	Proteción automática de extinción por gas (protección de local), etc.						1,35
s6	60	**Instalación de evacuación de humos automática o manual.**						
	61	Instalación de evacuación de humos automática o manual.						1,2

Fuente: Método Gretener

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.

TABLA 11

MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DE PROTECCIÓN

Medidas constructivas de protección (Factores f1... f4)						
MEDIDAS CONSTRUCTIVAS				f		
f1	10	Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares)				
	11	F90 y más		1,3		
	12	F30/ F60		1,2		
	13	< F30		1		
f2	20	Fachadas; Altura de las ventanas <=2/3 de la altura de la planta				
	21	F90 y más		1,15		
	22	F30/ F60		1,1		
	23	< F30		1		
f3	30	Suelos y techos **				
	Separación horizontal entre niveles		Número de pisos	Aberturas verticales		
				Z + G	V	V
				ninguna u obturadas	protegidas (*)	no protegidas
	31	F90	<= 2	1,2	1,1	1
			> 2	1,3	1,15	1
	32	F30/ F60	<= 2	1,15	1,05	1
			> 2	1,2	1,1	1
	33	< F30	<= 2	1,05	1	1
			> 2	1,1	1,05	1
f4	40	Superficie de células				
	Cortafuegos provistos de tabiques F30 puertas cortafuegos T30.		>= 10%	< 10%	< 5%	
	41	AZ < 50 m^2	1,4	1,3	1,2	
	42	AZ < 100 m^2	1,3	1,2	1,1	
	43	AZ < 200 m^2	1,2	1,1	1	

Fuente: Método Gretener

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. ANEXO 12.

El factor de corrección de establecimientos para los usos no mencionados $P_{H,E}$ = 1,0.

TABLA 12

EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS

Factor de corrección para el riesgo alto de las personas													
CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS													
1					2				3				Valor de PH, E
Situación del compartimiento C.F. considerado					Situación del compartimiento C.F. considerado				Situación del compartimiento C.F. considerado				
Plana Baja + 1er piso		Pisos 2 - 4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Plana Baja + 1er piso	Pisos 2 - 4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Plana Baja + 1er piso	Pisos 2 - 4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	
Numero de personas admitidas en el compartimento cortafuego considerado	>1000	≤ 30	.....	.....	>1000	.....	.....	.....	>1000	.....	.....	.....	1,00
	.....	≤ 100	.....	.....	.....	≤ 30	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,95
	.....	≤ 300	.....	.....	.....	≤ 100	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,90
	.....	≤1000	≤ 30	.....	.....	≤ 300	.....	.....	.....	≤ 30	.....	.....	0,85
	.....	>1000	≤ 100	.....	.....	≤1000	≤ 30	.....	.....	≤ 100	.....	.....	0,80
	.....	.....	≤ 300	.....	.....	>1000	≤ 100	.....	.....	≤ 300	.....	.....	0,75
	.....	.....	≤1000	≤ 30	.....	.....	≤ 300	.....	.....	≤1000	≤ 30		0,70
	.....	.....	>1000	≤ 100	.....	.....	≤1000	≤ 30	.....	>1000	≤ 100		0,65
	.....	.....	.....	≤ 300	.....	.....	>1000	≤ 100	.....	.....	≤ 300		0,60
	.....	.....	.....	≤1000	.....	.....	.....	≤ 300	.....	.....	≤1000	≤ 30	0,55
	.....	.....	.....	>1000	.....	.....	.....	≤1000	.....	.....	>1000	≤ 100	0,50
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	>1000	.....	.....	.....	≤ 300	0,45
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	≤1000	0,45
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	>1000	0,40

Fuente: Método Gretener

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.

El método recomienda fijar el valor límite aceptado, partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

$Ru = Rn \cdot P_{H,E}$ = riesgo de incendio aceptado

Rn = 1,3 = 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.

< 1 para peligro de personas elevado

$P_{H,\ E}$ = 1 para peligro de personas normal

> 1 para peligro de personas bajo

Los edificios que presentan un peligro de personas elevado son:

TABLA 13

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

Fuente: Método Gretener

TABLA 14

PELIGRO DE ACTIVACIÓN

FACTOR A	PELIGRO DE ACTIVACIÓN	EJEMPLOS
0,85	Débil	Museos
1	Normal	Apartamentos, hoteles, fabricación de papel
1,2	Medio	Fabricación de maquinaria y aparatos
1,45	Alto	Laboratorios químicos, talleres de pintura
1,8	Muy Elevado	Fabricación de fuegos artificiales, fabricación de barnices y pinturas

Fuente: Método Gretener

Las edificios industriales se consideran generalmente que presentan un peligro normal para las persona, mientras que los edificios donde el acceso de la personas es muy limitado, presentan un peligro mínimo para las personas.

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 Ru.

La seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado.

$$\text{Si } R \leq Ru$$

Si Ru < 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.

TABLA 15

TIPOS DE EDIFICACIONES

El compartimiento cortafuego engloba así a todos los pisos unidos entre sí sin compartimentar adecuadamente.					
Compartimento	Tipo de Construcción				
	A Maciza (Resistencia al fuego)	B Mixta (Resistencia al fuego variable)			C Combustible (Escasa resistencia al fuego)
Células-Locales (30 - 200 m2)	Z	Z1	G2	V3	V
Grandes superficies - Plantas separadas entre ellas y >200 m2	G	G2	V3		V
Grandes vólumenes - Conjunto de edificios, varias plantas unidas	V	V			V

Fuente: Método Gretener

3.3 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 m^3. de los cuales 40 m^3. son para servicios generales y 120 m^3. para el sistema contra incendios.

El Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios clasifica el riesgo de incendio de la siguiente manera: “riesgo leve (bajo)”, de “riesgo ordinario (moderado)” y “riesgo extra (alto)”.

Riesgo bajo: Son los lugares donde el total de material combustible de clase A, como muebles, decoraciones, etc., es de menor cantidad. También pueden estar presente pequeñas cantidades de materiales inflamables clase B.

Riesgo moderado: Lugares en donde la cantidad total de materiales de clase A y de clase B están presentes en mayor proporción que en lugares de riesgo bajo; por ejemplo lugares de manufactura ligera.

Riesgo alto: Son lugares en donde la cantidad total de materiales de clase A y de clase B están presentes, en almacenamiento, en producción o bodegas de productos terminados están en cantidades por encima de lo considerado como riesgo moderado. Por ejemplo, talleres de carpintería, bodegas de materiales, procesos de fabricación, etc.

Según la clasificación de riesgos de incendios establecidos en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, a continuación la fábrica presenta la siguiente clasificación de riesgos:

TABLA 16

CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO POR ÁREAS

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

Fuente: Empresa Alimenticia

3.3.1 Área Administrativa

Aplicando el método de Gretener en el área administrativa que cuenta con una superficie de 600 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área administrativa tiene una edificación tipo Z, ya que el área engloba a varias células de superficies menores a 200 m².
2. El área administrativa se definió como tipo de actividad Oficina Comercial para calcular la carga térmica Qm obteniendo como resultado 800 MJ/m²., de esta misma

clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 1,4, factor de combustibilidad 1,2, factor de peligro de humos 1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores de cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está construido con ladrillos, cemento y acero. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1 ya que es un edificio de un solo nivel con una carga térmica menor a 1000 MJ/m². Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 2 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 0,67 que es peligro potencial para el área administrativa.

3. Para calcular las medidas normales del área administrativa se considera lo siguiente:
   - n1: Existen 7 extintores portátiles en el área administrativa los mismos que se encuentran distribuido cada 15 y 22 m., ya que los extintores se clasifican en 10ª y 20ª, los mismos que resultan suficientes ya que

ésta área se clasificada como riesgo bajo de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios.

- n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.
- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de

50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales se obtiene un total de 0,23.

4. Las medidas especiales de protección que existen en el área administrativa son:
    - s1: El área administrativa no cuenta con detectores de de humo que permitan transmitir automáticamente la

alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia externa quien realiza rondas de control tanto en el día como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita dará aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias, por lo descrito se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa

(SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales se obtiene un total de 1,16.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área administrativa son:

- f1: La estructura portante del área administrativa tiene dimensiones de 300 x 300 mm., su material de construcción es concreto y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f2: Las paredes internas y externas del área administrativa cuentan con un espesor de 200 mm., el material de construcción es bloque, cemento y acero, las puertas son de aluminio, por lo tanto se da la calificación de 1 ya que la resistencia al fuego no está definida. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: El área administrativa cuenta con tumbado de yeso de espesor 2 cm. y cubierta metálica, posee un único piso y se clasifica tipo de edificio Z, la resistencia al fuego no está definida, por lo tanto se da la calificación 1,05. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: El área administrativa cuenta con una superficie vidriada de 10,5 m², ya que cuenta con 7 ventanas de 1,5 m. X 1 m. Calculando la relación AF/AZ se obtiene un total de 0,17% de superficie vidriada, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.

- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,37.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 1,57. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.
7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para uso de oficinas comerciales, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.
8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,83 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área administrativa, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 17

EVALUACIÓN DE GRETENER: ÁREA ADMINISTRATIVA

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Aministración		**CALLE:** Vía a la Costa
Parte del Edificio: Administración		**VARIANTE**		
Compartimento: Catorce		**l =**	**30**	**b =** **20**
Tipo de Edificio: Tipo Z		**AB =**	**600 m²**	
		l/b =	1,5	
TIPO	**CONCEPTO**			
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	800	1,4
c	Combustibilidad			1,2
r	Peligro de humos			1
k	Peligro de corrosión			1
i	Carga térmica inmobiliaria			1
e	Nivel de la planta			1
g	Superficie del compartimento			0,4
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		0,67
n1	Extintores portátiles			1
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45
n4	Conductos transporte agua			0,8
n5	Personal instruido en extinción			0,8
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,23
s1	Detección de fuego			1,05
s2	Transmisión de alarma			1,1
s3	Disponibilidad de bomberos			1
s4	Tiempo para intervención			1
s5	Instalación de extinción			1
s6	Instalación Evacuación de humo			1
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16
f1	Estructura portante	F<30	F90 y más	1,3
f2	Fachadas	F<30	<F30	1
f3	Forjados	F<30	<F30	1,05
	*Separación de plantas			
	*Comunicaciones verticales			
f4	Dimensiones de las células	AZ =	600	1
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0,17%	
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,37
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		1,85
A	Peligro de activación			0,85
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		1,57
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1
		p =		
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,83**

3.3.2 Área de Producción

Producción Culinarios

Aplicando el Método de Gretener en el área de Producción Culinarios que cuenta con una superficie de 1197 m^2. se identifican las siguientes condiciones:

1. El área de Producción Culinarios tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera y a sectores de gran superficie de la misma. La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento.
2. El área de Producción Culinarios se definió como tipo de actividad fabricación de especias para calcular la carga térmica Qm obteniendo como resultado 40 MJ/m²., de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 0,6, factor de combustibilidad 1,2, factor de peligro de humos 1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores se cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de

la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está construido con hormigón, ladrillo, cemento y acero. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1 ya que es un edificio de un solo nivel con una carga térmica menor a 200 MJ/m². Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 3 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 0,29 que es peligro potencial para el área de Producción Culinarios.

3. Para calcular las medidas normales del área de Producción Culinarios se considera lo siguiente:

- n1: Existen en total 11 extintores portátiles los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan insuficientes ya que ésta área se clasificada como riesgo moderado de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios. Se evidencia sectores que a más de 20 metros no se encuentran disponibles extintores, lo que genera áreas

desprotegidas, por lo tanto se le asigna una calificación de 0,9.

- n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.
- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya

que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,21.

4. Las medidas especiales de protección que existen en el área de Producción Culinarios son:
   - s1: El área no cuenta con detectores de de humo que permitan transmitir automáticamente la alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia

externa quien realiza rondas de control tanto en el día como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más

cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,16.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Producción Culinarios son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 400 mm. x 400 mm., su material de

construcción es cemento armado y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f2: La fachada del área de Producción Culinarios tiene un espesor de 200 mm., la estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento, la resistencia al fuego no está definida en las paredes interiores por lo tanto se da la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: El área de Producción Culinarios cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: El área de Producción Culinarios no cuenta con una superficie vidriada tanto en el interior como en el exterior de la estructura, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,3.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 0,93. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.
7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para la fabricación de especias, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.
8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 1,41 siendo este mayor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es suficiente para el área de Producción Culinarios.

TABLA 18

EVALUACIÓN DE GRETENER: PRODUCCIÓN CULINARIOS

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Producción		**CALLE:** Vía a la Costa
Parte del Edificio: Producción Culinarios		**VARIANTE**		
Compartimento: Diez		**l =**	**57**	**b =** **21**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**1197 m²**	
		l/b =	3	
TIPO	**CONCEPTO**			
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	40	0,6
c	Combustibilidad			1,2
r	Peligro de humos			1
k	Peligro de corrosión			1
i	Carga térmica inmobiliaria			1
e	Nivel de la planta			1
g	Superficie del compartimento			0,4
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		0,29
n1	Extintores portátiles			0,9
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45
n4	Conductos transporte agua			0,8
n5	Personal instruido en extinción			0,8
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,21
s1	Detección de fuego			1,05
s2	Transmisión de alarma			1,1
s3	Disponibilidad de bomberos			1
s4	Tiempo para intervención			1
s5	Instalación de extinción			1
s6	Instalación Evacuación de humo			1
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16
f1	Estructura portante	F<	F90 y +	1,3
f2	Fachadas	F<	< F30	1
f3	Forjados	F<	< F30	1
	*Separación de plantas			
	*Comunicaciones verticales			
f4	Dimensiones de las células	AZ =	1197 m²	1
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%	
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,3
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		0,93
A	Peligro de activación			1
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		0,93
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1
		p =		
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**1,41**

Producción Salsas frías

Aplicando el Método de Gretener en el área de Producción Salsas Frías que cuenta con una superficie de 660 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área de Producción Salsas Frías tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera y sectores de gran superficie de la misma. La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento.
2. El área de Producción Salsas Frías se definió como tipo de actividad fabricación de mostaza, ya que no hay una que se defina como salsas, en esta área se fabrica además de mostaza, mayonesa y salsa de tomate, de esta clasificación se obtiene una carga térmica Qm de 400 MJ/m²., de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 1,2, factor de combustibilidad 1, factor de peligro de humos 1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores se cada factor se obtienen del

Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está construido con hormigón, ladrillo, cemento y acero. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1,25 ya que es un edificio de un solo nivel con una carga térmica menor a 1000 MJ/m². y la altura del local es de 11 m. Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 2 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 0,60 que es peligro potencial para el área de Producción Salsas Frías.

3. Para calcular las medidas normales del área de Producción Salsas Frías se considera lo siguiente:

   - n1: Existen en total 2 extintores portátiles con clasificación 20ª y 10^b, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan insuficientes ya que ésta área se clasificada como riesgo moderado de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios. Se evidencia sectores

que a más de 20 metros no se encuentran disponibles extintores, lo que genera áreas desprotegidos.

- n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.
- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya

que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,21.

4. Las medidas especiales de protección que existen en el área de Producción Salsas Frías son:
   - s1: El área no cuenta con detectores de humo que permitan transmitir automáticamente la alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia

externa quien realiza rondas de control tanto en el día como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más

cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,16.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Producción Salsas Frías son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 400 mm. x 400 mm., su material de

construcción es cemento armado y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f2: La fachada del área de Producción Culinarios tiene un espesor de 200 mm., la estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento, por lo tanto se da la calificación de 1 ya que la resistencia al fuego en las paredes interiores no está definida. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: El área de Producción Salsas Frías cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: El área de Producción Salsas Frías no cuenta con una superficie vidriada tanto en el interior como en el exterior de la estructura, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,3.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 2,31. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.
7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para la fabricación de salsas, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.
8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,56 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Producción Salsas Frías, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 19

EVALUACIÓN DE GRETENER: PRODUCCIÓN SALSAS FRÍAS

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Producción		**CALLE:** Vía a la Costa
Parte del Edificio: Producción Salsas Frías		**VARIANTE**		
Compartimento: Tres		**l =**	**33**	**b =** **20**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**660 m²**	
		l/b =	2	
TIPO	**CONCEPTO**			
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	400	1,2
c	Combustibilidad			1
r	Peligro de humos			1
k	Peligro de corrosión			1
i	Carga térmica inmobiliaria			1
e	Nivel de la planta			1,25
g	Superficie del compartimento			0,4
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		0,60
n1	Extintores portátiles			0,9
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45
n4	Conductos transporte agua			0,8
n5	Personal instruido en extinción			0,8
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,21
s1	Detección de fuego			1,05
s2	Transmisión de alarma			1,1
s3	Disponibilidad de bomberos			1
s4	Tiempo para intervención			1
s5	Instalación de extinción			1
s6	Instalación Evacuación de humo			1
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16
f1	Estructura portante	F<	F90 y más	1,3
f2	Fachadas	F<	< F30	1
f3	Forjados	F<	< F30	1
	*Separación de plantas			
	*Comunicaciones verticales			
f4	Dimensiones de las células	AZ =	660 m²	1
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%	
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,3
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		1,93
A	Peligro de activación			1,2
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		2,31
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1
		p =		
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,56**

Producción Chocolatería

Aplicando el Método de Gretener en el área de Producción Chocolatería que cuenta con una superficie de 4680 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área de Producción Chocolatería tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera y sectores de gran superficie de la misma. La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento.
2. El área de Producción Chocolatería se definió como tipo de actividad fabricación chocolates / sala de moldes para calcular la carga térmica Qm obteniendo como resultado 1000 MJ/m²., de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 1,5, factor de combustibilidad 1, factor de peligro de humos 1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores se cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como

resultado 1 ya que el edificio está construido con hormigón, ladrillo, cemento y acero. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1,25 ya que es un edificio de un solo nivel y altura del local de 11 m. con una carga térmica igual a 1000 MJ/m². Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 1 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 0,75 que es peligro potencial para el área de Producción Chocolatería.

3. Para calcular las medidas normales del área de Producción Chocolatería se considera lo siguiente:

- n1: Existen en total 40 extintores portátiles los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan insuficientes ya que ésta área se clasificada como riesgo alto de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios. Se evidencia sectores que a más de 20 metros no se encuentran disponibles extintores, lo que genera áreas

desprotegidas, por lo tanto se le asigna una calificación de 0,9.

- n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.
- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya

que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,21.

4. Las medidas especiales de protección que existen en el área de Producción Chocolatería son:
   - s1: El área no cuenta con detectores de humo que permitan transmitir automáticamente la alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia

externa quien realiza rondas de control tanto en el día como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más

cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,16.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Producción Chocolatería son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 400 mm. x 400 mm., su material de construcción es cemento armado y acero, por lo tanto

se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f2: La fachada del área de Producción Chocolatería tiene un espesor de 200 mm., la estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento, por lo tanto se da la calificación de 1, ya que la resistencia al fuego no está definida. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: El área de Producción Chocolatería cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: El área de Producción Chocolatería cuenta con células cortafuego cuyas superficies son menores a 100 m², las cuales cuenta con 19 ventanas con dimensiones de 1,5 m. X 1 m., lo que da un total de 28,5 m². de superficie vidriada, es decir el porcentaje de superficie vidriada es de 1%, por lo tanto se asigna una calificación de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 11.

- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,43.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 2,19. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.
7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para uso de fabricación chocolates, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.
8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,6 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Producción Chocolatería, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 20

EVALUACIÓN DE GRETENER: PRODUCCIÓN

CHOCOLATERÍA

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Producción		**CALLE:** Vía a la Costa
Parte del Edificio: Producción Chocolatería		**VARIANTE**		
Compartimento: Veinte		**l =**	**72**	**b =** **65**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**4680 m²**	
		l/b =	1,11	
TIPO	**CONCEPTO**			
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	1000	1,5
c	Combustibilidad			1
r	Peligro de humos			1
k	Peligro de corrosión			1
i	Carga térmica inmobiliaria			1
e	Nivel de la planta			1,25
g	Superficie del compartimento			0,4
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		0,75
n1	Extintores portátiles			0,9
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45
n4	Conductos transporte agua			0,8
n5	Personal instruido en extinción			0,8
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,21
s1	Detección de fuego			1,05
s2	Transmisión de alarma			1,1
s3	Disponibilidad de bomberos			1
s4	Tiempo para intervención			1
s5	Instalación de extinción			1
s6	Instalación Evacuación de humo			1
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16
f1	Estructura portante	F<30	F90 y más	1,3
f2	Fachadas	F<30	< F30	1
f3	Forjados	F<30	< F30	1
	*Separación de plantas			
	*Comunicaciones verticales			
f4	Dimensiones de las células	AZ =	4680	1,1
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	1%	
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,43
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		2,19
A	Peligro de activación			1
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		2,19
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1
		p =		
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,6**

3.3.3 Área de Almacenamiento

Bodega Producto Terminado

Aplicando el Método de Gretener en la Bodega de Producto Terminado que cuenta con una superficie de 2960 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera y a sectores de gran superficie de la misma. La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado.
2. En la Bodega de Producto Terminado se almacena chocolate, donde la carga térmica Qm del chocolate es de 3400 MJ/m^3, de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 1,8, combustibilidad 1, factor de peligro de humos 1,2 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores se cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está construido con cemento armado y acero. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1,5 ya que es un edificio de un solo nivel y

altura de 11 m y su carga Qm es grande. Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 2 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 1,30 que es el peligro potencial para la Bodega de Embalaje.

3. Para calcular las medidas normales de la Bodega de Producto Terminado se considera lo siguiente:
   - n1: Existen en total 14 extintores portátiles los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan suficientes para ésta área que se clasifica como riesgo alto, de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios, ya que la cantidad almacenada de material combustible clase A es representativa, por lo tanto se le asigna la calificación de 1. Los extintores de ésta área tienen una clasificación 20ª y se encuentran distribuidos correctamente.
   - n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.

- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en

caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,23.

4. Las medidas especiales de protección que existen en la Bodega de Producto Terminado son:
    - s1: El área cuenta con una instalación automática de detección de incendio o conatos de incendio y transmite la alarma de forma automática a la garita la cual está ocupada permanentemente, desde el cual los equipos alertados, intervendrán rápidamente con el fin de realizar las operaciones previstas de salvamento y de lucha contra incendio, por lo tanto se asigna una

valoración de 1,1 a este factor. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,21.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Bodega de Producto Terminado son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 400 mm. x 400 mm., su material de construcción es cemento armado y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.
   - f2: La fachada de la Bodega de Producto Terminado tiene un espesor de 200 mm., el tipo de construcción es

maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado, aunque no existen puertas corta fuego que separen los compartimentos por lo tanto se da la calificación de 1, ya que la resistencia al fuego no es definida. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f3: La Bodega de Producto Terminado cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: La Bodega de Producto Terminado no cuenta con superficies vidriadas, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,3.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resulta de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 3,04. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.

7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por

el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para bodegas de almacenamiento de chocolate, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.

8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,43 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Bodega de Producto Terminado, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 21

EVALUACIÓN DE GRETENER: BODEGA PRODUCTO TERMINADO

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Almacenamiento		**CALLE:** Vía a la Costa
Parte del Edificio: Bodega Producto Terminado		**VARIANTE**		
Compartimento: 4		**l =**	**74**	**b = 40**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**2960 m²**	
		l/b =	2	
TIPO	**CONCEPTO**			
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	3400	1,8
c	Combustibilidad			1
r	Peligro de humos			1,2
k	Peligro de corrosión			1
i	Carga térmica inmobiliaria			1
e	Nivel de la planta			1,5
g	Superficie del compartimento			0,4
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		1,30
n1	Extintores portátiles			1
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45
n4	Conductos transporte agua			0,8
n5	Personal instruido en extinción			0,8
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,23
s1	Detección de fuego			1,1
s2	Transmisión de alarma			1,1
s3	Disponibilidad de bomberos			1
s4	Tiempo para intervención			1
s5	Instalación de extinción			1
s6	Instalación Evacuación de humo			1
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,21
f1	Estructura portante	F<	F90 y +	1,3
f2	Fachadas	F<	F90 y +	1
f3	Forjados	F<		1
	*Separación de plantas			
	*Comunicaciones verticales			
f4	Dimensiones de las células	AZ =	1460 m²	1
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%	
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,3
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		3,58
A	Peligro de activación			0,85
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		3,04
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1
		p =		
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,43**

Bodega de Inflamables

Aplicando el Método de Gretener en el área de Bodega de Inflamables que cuenta con una superficie de 72 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área de Bodega de Inflamables tiene una edificación tipo Z, ya que el compartimento engloba una única planta y posee 3 célula en el interior con dimensiones menores a 200 m². La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento.
2. El área de Bodega de Inflamables se definió como tipo de almacenamiento productos químicos combustibles, para calcular la carga térmica Qm obteniendo como resultado 1000 MJ/m^3., de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 1,5, combustibilidad 1,4, factor de peligro de humos 1,1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1,1, los valores de cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1

ya que la bodega de inflamables está construida con hormigón, ladrillo, cemento, varilla y mallas metálicas. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1 ya que esta área tiene una altura útil de 4 m de alto. Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 2 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 1,02 que es peligro potencial para el área de Bodega de Inflamables.

3. Para calcular las medidas normales del área de Bodega de Inflamables se considera lo siguiente:
   - n1: Existe un extintor portátil de 10 lbs. de PQS detallado en la Tabla 5, el que resulta insuficiente para ésta área que se clasificada como riesgo alto de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios, por lo tanto se le asigna la calificación de 0,9.
   - n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.

- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en

caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,21.

4. Las medidas especiales de protección que existen en el área de Bodega de Inflamables son:
   - s1: El área no cuenta con detectores de humo que permitan transmitir automáticamente la alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia externa quien realiza rondas de control tanto en el día como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales

para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se llegara a activar una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31,

obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,16.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Bodega de Inflamables son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 300 mm. x 300 mm., su material de construcción es cemento armado y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f2: La fachada del área de Bodega de Inflamables tiene un espesor de 200 mm., la estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. Las paredes de las células que se encuentran en el interior de la estructura principal tienen un espesor de 70 mm., con un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento, debido a que la resistencia al fuego en las divisiones interiores no está definida, se asigna la calificación de 1,. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: El área de Bodega de Inflamables cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: El área de Bodega de Inflamables no cuenta con superficies vidriadas, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,3.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores

exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 3,26. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.

7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para uso de almacenamiento de productos químicos inflamables, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.

8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,4 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Bodega de Inflamables, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 22

EVALUACIÓN DE GRETENER: BODEGA DE INFLAMABLES

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Almacenamiento		**CALLE:** Vía a la Costa	
Parte del Edificio: Bodega de Inflamables		**VARIANTE**			
Compartimento: Cuatro		**l =**	**12**	**b =**	**6**
Tipo de Edificio: Tipo Z		**AB =**	**72 m²**		
		l/b =	2,00		
TIPO	**CONCEPTO**				
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	1000	1,5	
c	Combustibilidad			1,4	
r	Peligro de humos			1,1	
k	Peligro de corrosión			1,1	
i	Carga térmica inmobiliaria			1	
e	Nivel de la planta			1	
g	Superficie del compartimento			0,4	
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		1,02	
n1	Extintores portátiles			0,9	
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8	
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45	
n4	Conductos transporte agua			0,8	
n5	Personal instruido en extinción			0,8	
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,21	
s1	Detección de fuego			1,05	
s2	Transmisión de alarma			1,1	
s3	Disponibilidad de bomberos			1	
s4	Tiempo para intervención			1	
s5	Instalación de extinción			1	
s6	Instalación Evacuación de humo			1	
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16	
f1	Estructura portante	F<30	F90 y mas	1,3	
f2	Fachadas	F<30	<F30	1	
f3	Forjados	F<30	<F30	1	
	*Separación de plantas				
	*Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células	AZ =	72	1	
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%		
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,3	
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		3,26	
A	Peligro de activación			1	
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		3,26	
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1	
		p =			
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**	
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,4**	

Bodega de Limpieza Cacao.

Aplicando el Método de Gretener en el área de Bodega de Limpieza de Cacao que cuenta con una superficie de 264 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera, con una célula cortafuego en su interior. La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. La célula que se encuentran en el interior de la estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento.

2. El área de Bodega de Limpieza de Cacao se definió como tipo de almacenamiento cacao el mismo que se encuentra seco y en sacos, la carga térmica Qm del cacao es 5800 MJ/m^3., de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 2, combustibilidad 1, factor de peligro de humos 1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores se cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está construido con hormigón, ladrillo, cemento y acero.

Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1,3 ya que es un edificio de un solo nivel y altura de 8 m y su carga Qm es grande. Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 2 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 1,04 que es peligro potencial para la Bodega de Limpieza de Cacao.

3. Para calcular las medidas normales de la Bodega de Limpieza de Cacao se considera lo siguiente:
   - n1: Existen en total 4 extintores portátiles los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan suficientes para ésta área que se clasificada como riesgo alto de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios, por la cantidad de material combustible clase A, por lo tanto se le asigna la calificación de 1. Al ingreso de esta área se encuentran ubicados 3 extintores y en la parte posterior 1.

- n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.
- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de

caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,23.

4. Las medidas especiales de protección que existen en la Bodega de Limpieza de Cacao son:
   - s1: El área no cuenta con detectores de humo que permitan transmitir automáticamente la alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia externa quien realiza rondas de control tanto en el día

como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se

puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,16.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Bodega Limpieza de Cacao son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 300 mm. x 300 mm., su material de construcción es cemento armado y acero, por lo tanto

se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f2: La fachada de la Bodega de Limpieza de Cacao tiene un espesor de 200 mm., la estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado. La célula que se encuentra en el interior de la estructura principal tienen un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro, ladrillo y recubrimiento de cemento, por lo tanto se da la calificación de 1, ya que la resistencia al fuego no se encuentra definida. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: La Bodega de Limpieza de Cacao cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: La Bodega de Limpieza de Cacao no cuenta con superficies vidriadas, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,3.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo

(R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 2,56. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.

7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para almacenamiento de cacao, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.

8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,51 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Bodega de Limpieza de Cacao, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 23

EVALUACIÓN DE GRETENER: BODEGA DE LIMPIEZA DE CACAO

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Almacenamiento		**CALLE:** Vía a la Costa	
Parte del Edificio: Bodega Limpieza de Cacao		**VARIANTE**			
Compartimento: Dos		**l =**	**22**	**b =**	**12**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**264 m²**		
		l/b =	2		
TIPO	**CONCEPTO**				
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	5800	2	
c	Combustibilidad			1	
r	Peligro de humos			1	
k	Peligro de corrosión			1	
i	Carga térmica inmobiliaria			1	
e	Nivel de la planta			1,3	
g	Superficie del compartimento			0,4	
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		1,04	
n1	Extintores portátiles			1	
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8	
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45	
n4	Conductos transporte agua			0,8	
n5	Personal instruido en extinción			0,8	
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,23	
s1	Detección de fuego			1,05	
s2	Transmisión de alarma			1,1	
s3	Disponibilidad de bomberos			1	
s4	Tiempo para intervención			1	
s5	Instalación de extinción			1	
s6	Instalación Evacuación de humo			1	
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16	
f1	Estructura portante	F<	F90 y mas	1,3	
f2	Fachadas	F<	< F30	1	
f3	Forjados	F<	< F30	1	
	*Separación de plantas				
	*Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células	AZ =	1197 m²	1	
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%		
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,3	
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		3,01	
A	Peligro de activación			0,85	
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		2,56	
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1	
		p =			
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**	
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,51**	

Bodega de Embalaje.

Aplicando el Método de Gretener en la Bodega de Embalaje que cuenta con una superficie de 1460 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera. La estructura principal tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado.

2. La Bodega de Embalaje se definió como tipo de almacenamiento cartón ondulado, la carga térmica Qm del cartón ondulado es 1300 MJ/m^3., de esta clasificación se obtiene el factor de carga térmica mobiliaria 1,6, combustibilidad 1,2, factor de peligro de humos 1 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores de cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está construido con cemento armado y acero. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1,5 ya

que es un edificio de un solo nivel y altura de 11 m y su carga Qm es grande. Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 4 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 1,15 que es el peligro potencial para la Bodega de Embalaje.

3. Para calcular las medidas normales de la Bodega de Embalaje se considera lo siguiente:
   - n1: Existen en total 4 extintores portátiles los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan insuficientes para ésta área que se clasifica como riesgo alto, de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios, ya que la cantidad almacenada de material combustible clase A es representativa, por lo tanto se le asigna la calificación de 0,9. Los extintores de ésta área tienen una clasificación 20ª y se encuentran separados a más de 22 m. de distancia, generando áreas desprotegidas.
   - n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.

- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en

caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,21.

4. Las medidas especiales de protección que existen en la Bodega de Embalaje son:
   - s1: El área cuenta con una instalación automática de detección de incendio o conatos de incendio y transmite la alarma de forma automática a la garita la cual está ocupada permanentemente, desde el cual los equipos alertados, intervendrán rápidamente con el fin de realizar las operaciones previstas de salvamento y de lucha contra incendio, por lo tanto se asigna una

valoración de 1,1 a este factor. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 1,21.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Bodega de Embalaje son:
   - f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 400 mm. x 400 mm., su material de construcción es cemento armado y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.
   - f2: La fachada de la Bodega de Embalaje tiene un espesor de 200 mm., el tipo de construcción es maciza

ya que está constituida de hierro y cemento armado, por lo tanto se da la calificación de 1,15, ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.

- f3: La Bodega de Embalaje cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: La Bodega de Embalaje no cuenta con superficies vidriadas, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,50.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 2,61. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.

7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está

definido para bodegas de embalaje, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.

8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,50 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Bodega de Embalaje, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 24

EVALUACIÓN DE GRETENER: BODEGA DE EMBALAJE

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Almacenamiento		**CALLE:** Vía a la Costa	
Parte del Edificio: Bodega de Embalaje		**VARIANTE**			
Compartimento: Uno		**l =**	**73**	**b =**	**20**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**1460 m²**		
		l/b =	4		
TIPO	**CONCEPTO**				
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	1300	1,6	
c	Combustibilidad			1,2	
r	Peligro de humos			1	
k	Peligro de corrosión			1	
i	Carga térmica inmobiliaria			1	
e	Nivel de la planta			1,5	
g	Superficie del compartimento			0,4	
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		1,15	
n1	Extintores portátiles			0,9	
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8	
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45	
n4	Conductos transporte agua			0,8	
n5	Personal instruido en extinción			0,8	
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,21	
s1	Detección de fuego			1,1	
s2	Transmisión de alarma			1,1	
s3	Disponibilidad de bomberos			1	
s4	Tiempo para intervención			1	
s5	Instalación de extinción			1	
s6	Instalación Evacuación de humo			1	
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,21	
f1	Estructura portante	F<	F90 y +	1,3	
f2	Fachadas	F<	F90 y +	1,15	
f3	Forjados	F<		1	
	*Separación de plantas				
	*Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células	AZ =	1460 m²	1	
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%		
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,50	
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		3,07	
A	Peligro de activación			0,85	
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		2,61	
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1	
		p =			
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**	
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,50**	

3.3.4 Otras Áreas

Generador de Emergencia y Subestación Eléctrica.

Aplicando el Método de Gretener en el Generador de Emergencia y Subestación Eléctrica que cuenta con una superficie de 56 m^2., se identifican las siguientes condiciones:

1. El área tiene una edificación tipo G, ya que el compartimento cortafuego se extiende a una planta entera, que tiene una división de malla metálica. La estructura donde se encuentra ubicado el generador tiene un tipo de construcción maciza ya que está constituida de hierro y cemento armado, la subestación eléctrica no cuenta con paredes sino con una malla que encierra todo el perímetro.

2. Se definió como tipo de actividad fabricación de energía, dando como resultado una carga térmica Qm de 600 MJ/m^2., de esta clasificación se obtiene que el factor de la carga térmica mobiliaria es de 1,3, factor de combustibilidad 1, factor de peligro de humos 1,2 y el factor de peligro de corrosión y toxicidad 1, los valores se cada factor se obtienen del Apéndice A. A través de la tabla 6 se calcula el factor de la carga térmica inmobiliaria, obteniendo como resultado 1 ya que el edificio está

construido con cemento armado, acero y mallas metálicas. Por medio de la tabla 7 se calcula el factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local, obteniendo como resultado 1,15 ya que es un edificio de un solo nivel y altura de 10 m y su carga Qm es mediano. Por medio de la tabla 8 se calcula el factor de dimensión de la superficie del compartimento, obteniendo como resultado 0,4 ya que la relación longitud anchura arroja una relación de 4 a 1. El producto de todos estos factores arroja un valor de 0,72 que es el peligro potencial para la Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia.

3. Para calcular las medidas normales de la Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia se considera lo siguiente:
   - n1: Existen dos extintores portátiles los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5, los que resultan insuficientes para ésta área que se clasifica como riesgo alto, de acuerdo al Reglamento de Prevención Mitigación y Protección Contra Incendios, ya que se encuentra ubicado junto al área de fabricación chocolatería y en un sector de alto tránsito de personas, por lo tanto se le asigna la calificación de 0,9. Los

extintores existentes se encuentran ubicados junto a las dos puertas de salida.

- n2: No se cuenta con bocas de incendio equipadas en el interior del área, por lo tanto se asigna el valor de 0,8, obtenido de la Tabla 9.
- n3: Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de agua de 120 m^3. y un caudal de 100 GPM (378,5 lit/min.), para calcular la fiabilidad de la aportación de agua se define el tipo de riesgo que existe de acuerdo al número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en el edificio, así como la concentración de bienes expuestos, de acuerdo a esto se lo clasifica como riesgo medio lo que indica que las condiciones mínimas de caudal para el sistema de bombeo deben ser mínimo de 1800 l/min, con una reserva de agua mínima de 240 m^3., comparando estos valores observamos que no se cumple con las condiciones mínimas por lo que se deberá reducir el factor n31, ya que la empresa cuenta con una cisterna con reserva de agua para extinción, independiente de la red eléctrica, con una presión del equipo de bombeo de 50 PSI (3,4 bares), por lo tanto 0,85 se reduce a 0,45 ya

que la capacidad faltante de agua es de 120 m^3. y de caudal es de 1421,5 lit/min. Valor obtenido de la Tabla 9.

- n4: En la fábrica no se disponen de hidrantes que den cobertura a cada una de las áreas de la empresa, en caso de incendio, por lo tanto se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- n5: Existe personal brigadista, el cual no ha sido capacitado ni ha recibido entrenamiento desde el año 2008, en un simulacro realizado en el 2011 se evidenció que no están aptos para manejar las bocas de incendio equipadas, su rol se centra en comunicar la activación de alarmas y coordinar con seguridad física para llamar a los servicios de emergencias; por lo tanto, se obtiene un resultado de 0,8. Valor obtenido de la Tabla 9.
- Multiplicando todos los factores de las medidas normales de protección se obtiene un total de 0,21.

4. Las medidas especiales de protección que existen en la Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia son:
   - s1: El área no cuenta con detectores de humo que permitan transmitir automáticamente la alarma, actualmente se cuenta con el servicio de vigilancia

externa quien realiza rondas de control tanto en el día como en la noche cada dos horas, por lo tanto se asigna una valoración de 1,05 a este factor. Si la persona que realiza la ronda de control detecta presencia de fuego, activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen e inmediatamente se identifique el punto de emergencia en el panel ubicado en la garita de la empresa. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s2: En la garita de la empresa se encuentran dos vigilantes de seguridad física permanentemente, quienes vigilan el panel de aviso para emergencias. Si se activara una alarma, el personal de garita da aviso inmediato a través de un celular a entidades externas para el control de emergencias. Por lo descrito antes se asigna el valor de 1,1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s3: Debido a que la brigada de la fábrica no está adecuadamente capacitada para combatir un incendio y su rol se enfoca en gestionar la comunicación a los servicios de emergencia, se considera que la empresa no cuenta con un Cuerpo de Bomberos de Empresa (SPE). La estación de Cuerpo de Bomberos más

cercano cuenta con 8 personas formadas a quienes se puede localizar mediante alarma telefónica, por lo tanto se encuentran dentro de la clasificación S31, obteniendo la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.

- s4: El tiempo de intervención del Cuerpo de Bomberos es menor a 15 min., por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s5: No se cuenta con instalaciones de extinción a través de Rociadores automáticos (sprinklers), por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- s6: No se cuenta con sistemas de evacuación de humos automáticos en caso de incendio, por lo tanto se asigna la calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 10.
- Multiplicando todos los factores de las medidas especiales de protección se obtiene un total de 0,21.

5. Las medidas constructivas de protección que existen en el área de Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia son:

- f1: La estructura portante de ésta área tiene dimensiones de 400 mm. x 400 mm., su material de construcción es cemento armado y acero, por lo tanto se da la calificación de 1,3 ya que la resistencia al fuego es mayor a 90 min. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f2: La fachada de la Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia está conformada por una parte maciza constituida de hierro y cemento armado con un espesor de 100 mm. y otra parte de la construcción es de malla metálica, por lo tanto se da la calificación de 1, ya que la resistencia al fuego no está definida. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f3: La Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia cuenta con cubierta, por lo tanto se da la calificación 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- f4: La Sub-Estación Eléctrica y Generador de emergencia no cuenta con superficies vidriadas, por lo tanto se asigna una calificación de 1. Valor obtenido de la Tabla 11.
- Multiplicando todos los factores de las medidas constructivas de protección se obtiene un total de 1,3.

6. Una vez determinadas las medidas normales, especiales y de construcción, se obtiene el Riesgo de Incendio Efectivo (R), que resultada de la multiplicación de los factores exposición al riesgo y peligro de activación, dando como resultado 2,30. El factor peligro de activación se obtiene del Apéndice A.

7. Para calcular el riesgo de incendio aceptado R(U), se multiplica la constante 1,3 riesgo de incendio normal, por el factor de corrección $P_{H,E}$ que resulta 1 ya que no está definido para Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia, dando como resultado el riesgo de incendio aceptado 1,3. Valor obtenido de la Tabla 12.

8. Para verificar si las seguridades contra incendio son suficientes, se divide el riesgo de incendio aceptado para el riesgo de incendio efectivo, dando como resultado 0,56 siendo este menor que la unidad, lo que indica que la seguridad contra incendio es insuficiente para el área de Subestación Eléctrica y Generador Eléctrico, por lo tanto se deberá reforzar elementos débiles.

TABLA 25

EVALUACIÓN DE GRETENER: GENERADOR DE EMERGENCIA Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Producción		**CALLE:** Vía a la Costa
Parte del Edificio: Sub-Estación Eléctrica y Generador de Emergencia		**VARIANTE**		
Compartimento: Dos		**l =**	**14**	**b = 4**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**56 m²**	
		l/b =	4	
TIPO	**CONCEPTO**			
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =	600	1,3
c	Combustibilidad			1
r	Peligro de humos			1,2
k	Peligro de corrosión			1
i	Carga térmica inmobiliaria			1
e	Nivel de la planta			1,15
g	Superficie del compartimento			0,4
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		0,72
n1	Extintores portátiles			0,9
n2	Hidrantes interiores. BIE			0,8
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,45
n4	Conductos transporte agua			0,8
n5	Personal instruido en extinción			0,8
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,21
s1	Detección de fuego			1,05
s2	Transmisión de alarma			1,1
s3	Disponibilidad de bomberos			1
s4	Tiempo para intervención			1
s5	Instalación de extinción			1
s6	Instalación Evacuación de humo			1
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,16
f1	Estructura portante	F<	F90 y +	1,3
f2	Fachadas	F<	< F30	1
f3	Forjados	F<		1
	*Separación de plantas			
	*Comunicaciones verticales			
f4	Dimensiones de las células	AZ =	56 m²	1
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	0%	
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCCIÓN**	(f1…f4)=		1,3
B	Exposición al riesgo	P/(N.S.F) =		2,30
A	Peligro de activación			1
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		2,30
P(H,E)	Situación de peligro para las personas	H =		1
		p =		
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**0,56**

3.4 Conclusiones

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

- Chocolatería, seguridad contra incendios 0,6.
- Bodega de Inflamables, seguridad contra incendio 0,4.
- Producción Salsas Frías, seguridad contra incendio 0,56.
- Subestación Eléctrica, seguridad contra incendio 0,56.
- Bodega de Producto Terminado, seguridad contra incendio 0,43.
- Bodega de Embalaje, seguridad contra incendio 0,5.
- Bodega de Limpieza de Cacao, seguridad contra incendio 0,51.
- Administración, seguridad contra incendio 0,83.

Los valores obtenidos se deben principalmente a que no existen las condiciones mínimas de caudal y presión de agua para responder las emergencias por incendio, así como la fiabilidad de la alimentación por cuanto el sistema de bombeo actual opera de forma manual.

Existe un mal diseño del sistema contra incendios, ya que las bocas de incendios equipadas se encuentran fuera de cada área y no existen hidrantes en el exterior de las áreas.

Las brigadas no se encuentran debidamente capacitadas, no están listas para combatir un incendio.

En el área de Bodega de Embalaje se necesitan reubicar extintores, logrando que se encuentren distribuidos en el área y evitando dejar lugares desprotegidos.

El área de Producción de Culinarios, Salsas Frías, Chocolatería, bodega de inflamables y subestación eléctrica tiene una cantidad insuficiente de extintores para el combate de conatos de acuerdo a requerimientos del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.

En la Bodega de Embalaje se necesita reubicar extintores, logrando que se encuentren distribuidos en el área y evitando dejar zonas desprotegidos.

El área donde la seguridad contra incendios es suficiente es:

- Producción de Culinarios, seguridad contra incendio 1,41.

CAPÍTULO 4

4. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE INCENDIOS

4.1 Marco Legal

Según el Artículo 53 del Capítulo VI de la Ley de Defensa Contra Incendios promulgada en el Registro Oficial del 19 de abril de 1979 “Las municipalidades no podrán aprobar los planos de establecimientos industriales, fabriles, de concentración de público y de edificaciones de más de cuatro pisos, sin haber obtenido previamente el visto bueno del Primer Jefe del Cuerpo de Bomberos de la respectiva localidad en cuanto a prevención y seguridad contra incendios.” Y según el artículo 51 del Reglamento General para la aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios promulgado en el Registro Oficial del 17 de mayo de 1979: “En caso de violación a lo dispuesto en el Artículo 53 de la Ley, el contraventor que no se sujetare a las regulaciones del Cuerpo de Bomberos será sancionado

por el jefe respectivo y el permiso de ocupación se concederá cuando se hubiere cumplido los requisitos exigidos.”

Para renovar anualmente los permisos de funcionamiento de la fábrica, es necesario cumplir con las normas dispuestas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil para la construcción y/o reconstrucción de industrias, siendo de cumplimiento mínimo lo referido en el Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo promulgado en el Registro Oficial del 17 de Noviembre de 1986, y en el Acuerdo Ministerial: Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios promulgado en el Registro Oficial del 2 de abril del 2009.

Unificando criterios de ambos cuerpos legales, los principales parámetros técnicos mínimos requeridos son los siguientes:

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. Esta fuente de energía puede ser cargada por fuentes de energía exterior.

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; se señalizarán con letreros en color rojo con blanco los extintores y equipos contra incendio; se señalizarán con letreros verdes con blanco las camillas, teléfonos de emergencia, rutas de evacuación y puertas de emergencia y en letreros azules con blanco los equipos de protección personal de uso obligatorio.

Extintores portátiles contra incendios

Se debe contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales utilizados y a la clase de peligro.

Los extintores se colgarán a una altura de 1.5 m. medidos desde el nivel del suelo hasta la parte superior del extintor.

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. La resistencia de dichas estructuras será en función del riesgo identificado para las instalaciones.

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.

Debido a que la empresa en estudio fue creada y sus instalaciones fueron edificadas antes de que se regule el cumplimiento de estas normas y por ser esta una empresa muy antigua, el sistema hidráulico de defensa contra incendios está subdimensionado. Por ser esta una inversión de alta magnitud, las autoridades respectivas se han sensibilizado y han permitido que la fábrica siga en funcionamiento mientras presente avances en sus intenciones de rediseñar el sistema hidráulico de defensa contra incendios; un primer avance es la elaboración del rediseño de este sistema hidráulico.

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.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Agentes para combatir el fuego

Son variados los agentes extintores utilizados, por lo cual, resulta también variado el grado de efectividad de cada uno de ellos y las limitaciones en cuanto a su aplicabilidad. Se pueden clasificar en:

Agua: Por su abundancia resulta el más común en las operaciones de extinción de incendios. Su acción extintora esta fundamentada en el enfriamiento de la materia en combustión. Se aplica bajo la forma de un chorro a presión, o también como un rocío muy fino sobre toda la superficie encendida.

Este agente extintor sólo puede ser aplicado en los fuegos Clase A, y en algunos casos en fuegos de Clase B, como los incendios de petróleo en donde tiene un procedimiento de aplicación.

Solución espumosa: La solución espumosa elimina el oxigeno al formar una capa que impide el paso del aire, además de efectuar un ligero enfriamiento. Se aplica en forma de una capa de agua mezclada con una solución de

espuma concentrada que cubra la superficie del líquido en combustión; es especialmente útil en la extinción de los fuegos Clase B, y en los que el efecto de sofocación del agente extintor es de gran importancia.

Dióxido de Carbono (CO2): Este gas puede almacenarse bajo presión en los extintores portátiles o en baterías paralelas de un sistema centralizado de extinción mediante CO2 y descargarse a través de una boquilla especial en el sitio donde se necesita. La característica extintora del gas carbónico, es su efecto de sofocación acompañado de un ligero enfriamiento. No debe usarse en áreas cerradas o de escasa ventilación, ya que el usuario puede ser objeto de asfixia mecánica por insuficiencia de oxigeno. Es adecuado para fuegos Clase B e ideal para fuegos Clase C.

Polvo Químico Seco: Lo constituyen mezclas incombustibles de productos finamente pulverizados, tales como Carbonatos de Sodio, Bicarbonato de Sodio, Sulfato de Sodio, Silicato de Sodio, Bentonita, etc. Actúa por ahogamiento ya que se aplica procurando formar una capa sobre la materia en combustión. De acuerdo a la composición de la mezcla, el polvo químico es adecuado para los fuegos Clase A, B, y C.

Otros Gases: Existen otros gases como los halones que han sido utilizados para combate de incendios en áreas cerradas (como salas de cómputo), sin embargo actualmente están descontinuados por su afectación a la capa de ozono; en reemplazo existen los sistemas de heptafluoropropano que no es dañino al medio ambiente, y ofrece el mismo nivel de protección que los halones pero a un costo mayor.

4.2.2 Normas NFPA aplicables

Las normas de seguridad contra incendios que se utilizarán y bajo las cuales el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil se guía son las de la Asociación Nacional de Protección del Fuego cuyas siglas en inglés son NFPA, la cual es una asociación que desarrolla, publica y difunde códigos y normas consensuadas con la intención de minimizar la posibilidad y consecuencias de incendios y otros tipos de riesgos. Las normas NFPA a utilizar en el diseño del sistema hidráulico de defensa contra incendios son:

NFPA 10: Extintores portátiles contra incendios: Este estándar cubre los requerimientos para el diseño del sistema de protección con extintores portátiles y su mantenimiento.

NFPA 11: Estándar para sistemas de espuma de baja, mediana y alta expansión: Este estándar cubre el diseño, instalación, operación, prueba y mantenimiento de sistemas de espuma de baja, mediana y alta expansión.

NFPA 13: Estándar para la instalación de rociadores automáticos: Este estándar provee los requerimientos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos y sistemas de rociadores de protección de exposiciones cubiertos en el estándar.

NFPA 14: Estándar para la instalación de tuberías verticales y accesorios para mangueras: Este estándar define los lineamientos para la instalación de las bocas de incendio equipadas.

NFPA 20: Estándar para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios: Este estándar trata sobre la selección e instalación de bombas de agua para protección contra incendios, incluye succión, descarga, equipos auxiliares, abastecimiento de energía, bombas con motor eléctrico y a diesel, pruebas de funcionamiento y operación.

NFPA 24: Estándar para la instalación de tuberías para el sistema contra incendio y sus accesorios: Este estándar cubre los requerimientos mínimos para la instalación de tuberías para el sistema contra incendios, incluyendo tuberías para la red de rociadores automáticos, sistema de espuma, hidrantes, siamesas, armarios con mangueras y monitores.

NFPA 30: Código sobre líquidos inflamables: Este código se aplica al almacenamiento, manipuleo y uso de combustibles líquidos, incluyendo líquidos de desecho. Este código no se aplica a líquidos que tienen punto de fusión igual o mayor a 37.8℃ (100℉), tampoco se aplica a la transportación de líquidos inflamables o al almacenamiento, manipuleo y uso de tanques de combustible conectados a equipos quemadores de crudo.

NFPA 230: Almacenamiento en general: Este estándar se aplica al almacenamiento y bodegas en general. Cubre los requerimientos mínimos de protección contra incendios en bodegas y centros de acopio.

NFPA 101: Código de seguridad humana: Este estándar cubre recomendaciones para precautelar la seguridad de las personas en instalaciones ante el riesgo de incendio.

NFPA 1600: Estándar para la administración de emergencias, desastres y programas para la continuidad del negocio: Este estándar cubre el diseño de planes de emergencia, contingencia y de continuidad del negocio.

4.2.3 Cálculos hidráulicos

La presión del sistema de bombeo se calcula en función de la presión requerida en el punto más alejado del sistema de bombeo, la pérdida de presión del recorrido desde la sala de bombas hasta dicho punto y la pérdida de presión por diferencial de altura. Se consideran los valores de pérdida de presión para los tramos de tuberías y todo tipo de acoples utilizados en el recorrido en función de tablas de ingeniería.

La presión requerida en las bocas de incendio equipadas están típicamente establecidas en tablas de NFPA.

4.3 Rediseño de la red hidráulica contra incendios

En función de los riesgos identificados y de criterios de diseño contenidos en las normas NFPA, se determinan los requerimientos necesarios para la construcción del sistema hidráulico, en función de la capacidad del reservorio de agua, del caudal necesario, del diámetro y recorrido de las tuberías, diseño del sistema de rociadores

automáticos para el área de compresores de amoniaco, selección de los equipos de bombeo y otros equipos de combate.

4.3.1 Tipos de sistemas a rediseñar

El código de la NFPA 13 recomienda como la mejor opción de combate de incendios un sistema de rociadores automáticos en oficinas, talleres, bodegas y galpones industriales, sin embargo al no ser un requerimiento mandatario para el tipo de instalación y para dar cumplimiento a políticas de Aseguramiento de la Calidad de la compañía, se considera como única área viable de colocación de rociadores el área de compresores del sistema de enfriamiento con amoniaco.

El sistema a rediseñar será de tipo húmedo, ya que en este tipo de sistemas cuando se da apertura a una válvula manual (como bocas de incendio equipadas) o válvula automática (como sistema de rociadores automáticos), el agua circulará haciendo que la presión en las tuberías baje lo necesario para que el presostato ubicado en el controlador del sistema de bombeo ordene que las bombas de caudal se enciendan automáticamente. Como las tuberías estarán presurizadas y siempre llenas de agua, se requiere que los equipos de

bombeo estén listos para suministrar agua en el momento que se lo requiera en posición de arranque automático.

El sistema a rediseñar consta de:

Almacenamiento de agua: El almacenamiento del agua para combate de incendios se aprovechará de una cisterna existente construida bajo el nivel del piso, se requiere determinar la capacidad de almacenamiento de agua suficiente para alimentar la red por un tiempo mínimo de 60 minutos.

Cuarto de bombas: El cuarto de bomba incluye el sistema de bombeo compuesto de una bomba centrífuga con motor eléctrico, una segunda bomba centrífuga accionada por un motor a diesel la cual sirve como respaldo en función de corte del fluido eléctrico por la emergencia, y una bomba eléctrica de presión (bomba jockey) la cual mantiene el sistema principal de tuberías presurizado; cada bomba tiene que ser diseñadas y construidas especialmente para el combate de incendios. Como complemento a los equipos de bombeo están los paneles de control para las bombas y un tablero general de supervisión del sistema.

FIGURA 4.1 PANELES DE CONTROL PARA LAS BOMBAS
Fuente: Fotografìa de instalaciones de la empresa

Tuberías y bocas de incendio equipadas: El sistema de tuberías está compuesto por un anillo principal de tuberías con diámetros que van desde 6” hasta 1 ½”, desde este anillo principal se suministra agua para los gabinetes de mangueras de 1 ½” y 2 ½”; en el anillo principal consta un tramo de tubería conectado a la válvula siamesa de 2 ½” el cual es de uso exclusivo del cuerpo de bomberos y sirve para alimentar el reservorio de agua durante un flagelo. El sistema de tuberías es complementado con un conjunto de hidrantes de 2 ½”, localizadas en el perímetro de las instalaciones para protección externa a los edificios y un conjunto de bocas de incendio equipadas de 1 ½” localizadas en los sitios de ingresos de la planta o en el interior.

FIGURA 4.2 – TUBERÍAS
Fuente: Catálogo de Reliable Sprinklers

Sistema de rociadores: El sistema de rociadores será del tipo abierto para el área de los compresores de amoniaco; estos sirven para diluir con agua la concentración de este gas en caso de una fuga. Los rociadores serán controlados por una válvula manual ubicada en los exteriores del área.

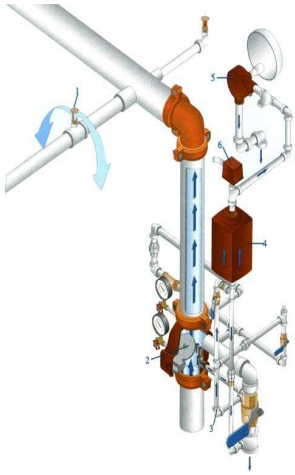

FIGURA 4.3 – SISTEMA DE ROCIADORES
Fuente: Catálogo de Reliable Sprinklers

Equipos proporcionadores de espuma: Contenedores portátiles que contienen espuma concentrada acoplados a tomas de 2 ½" y que al pasar el agua por dichos equipos la mezclan con la espuma; estos equipos estarán localizados en las zonas donde se manipule diesel.

FIGURA 4.4 – EQUIPOS PROPORCIONADORES DE ESPUMA
Fuente: Catálogo de POK

4.3.2 Método de funcionamiento

Ya que el sistema hidráulico a instalarse es siempre húmedo, cuando exista la necesidad de activar el flujo de agua solo se requiere abrir la válvula de la toma de agua de 1 ½" ó 2 ½" o rociadores del área de compresores de amoniaco para que el agua sea suministrada inmediatamente; el encendido de las bombas es regulado por los paneles de control. El flujo ocasionará que la presión baje a límites que accionarán un presostato colocado en los controladores de las bombas, esto originará el encendido automático de los equipos de bombeo.

En el caso de incendio de mediana o gran escala, la energía eléctrica es suspendida haciendo que la bomba con motor eléctrico deje de funcionar por lo cual el tablero de control dará la orden a que la bomba a diesel se active manteniendo en funcionamiento el sistema con el caudal requerido para el combate de la emergencia.

El sistema diseñado no incluye un sistema de rociadores automáticos para las áreas administrativas, fabricación, almacenamiento ni mantenimiento, por lo que cuando haya que iniciarse un proceso de combate, siempre se necesitará la presencia de una brigada para la abertura de válvulas y manipulación de mangueras. Las bombas sí se encenderán automáticamente por acción de la caída de presión como consecuencia de la abertura de válvulas.

Una vez que el incendio sea sofocado, las opciones de los controladores determinarán el método de apagado de las mismas. Para que este proceso se dé a plenitud, durante la instalación de los equipos de bombeo y paneles se deben calibrar de acuerdo a parámetros de NFPA 20.

4.3.3 Disposición de recorrido de tuberías

El recorrido del anillo principal de tuberías será en los exteriores de los edificios sin cruzar por áreas con riesgo de incendios y evitando obstaculizar el tráfico de vehículos ligeros o de transporte ni futuras ampliaciones de la edificación.

En los puntos de ingreso a los edificios las tuberías serán elevadas y soportadas en la estructura principal del edificio. En ningún caso la tubería debe ser usada para aterrizar sistemas eléctricos ni atravesar bajo los edificios. Para ver el recorrido del anillo principal de tuberías y sus ramificaciones ver el Plano 3.

4.3.4 Dimensión de las tuberías

Según la disposición de tuberías que se puede verificar en el Plano 3 en el anillo principal el recorrido desde el equipo de bombeo hasta el extremo más lejano se tienen los siguientes accesorios:

TABLA 26

ACCESORIOS DE TUBERÍA REDISEÑADA EN EL RECORRIDO AL PUNTO MÁS DISTANTE

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 27

LONGUITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIO 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

Calculamos la longitud equivalente de tubería en pies:

TABLA 28

LONGUITUD EQUIVALENTE DE TUBERÍA EN PIES

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.**

TABLA 29

CÁLCULO DE 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.	15	2	0.5

de tubería a 500 GPM			
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.

4.3.5 Cálculo de presión, caudal, y volumen de almacenamiento de agua para el sistema de bombeo

Caudal del sistema de bombeo

El caudal del sistema es la demanda crítica prevista para mantener funcionando una sección establecida del sistema hidráulico.

Según NFPA 24 para este tipo de industria con un riesgo ordinario y considerando bocas de incendio equipadas de 1 ½" e hidrantes de 2 ½" 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.

Presión del sistema de bombeo

La presión del sistema está dictada por la presión requerida en el punto más desfavorable de la red y la pérdida de presión hacia dicho punto.

Si bien es cierto, el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios indica que dicha presión será de al menos 70 PSI, esto aplica para las tomas de 1 ½". Según el estándar de la NFPA 24 para el tipo de riesgo ordinario en tomas de 2 ½" la presión será de 100 PSI, por lo cual, considerando una pérdida de presión de 14.4 PSI en el recorrido al punto más lejano de la sala de bombas y con un anillo principal de tuberías de 6", la presión mínima requerida para los equipos de bombeo será de 114.4 PSI.

Volumen de almacenamiento de agua

El volumen de almacenamiento de agua es la cantidad que se requiere para mantener la bomba operando al caudal del sistema durante un lapso de tiempo determinado.

Según la NFPA 24 para este tipo de industria con un riesgo ordinario y considerando bocas de incendio equipadas de 1 ½" e hidrantes de 2 ½" la cobertura debe mantenerse por al menos 60 minutos por lo tanto el volumen requerido será:

60 minutos × 500 GPM × 3.785 litro/galón × 0.001 m^3/litro =

113.55 m^3

Considerando un margen de seguridad del 5% el caudal requerido será de **120 m^3**.

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 m^3, se requiere que de esta 120 m^3 sean exclusivos para la red hidráulica de defensa contra incendios y 40 m^3 utilizados para el consumo de las instalaciones.

4.3.6 Requerimiento de materiales

Los materiales y equipos sugeridos en el rediseño de la red hidráulica de defensa contra incendio están listados a continuación; las cantidades, lugares de aplicación y costos estimados se encuentran descritos a continuación:

- Bomba vertical, 500 GPM @ 115 PSI con motor a diesel, con su tablero, accesorios y válvulas de alivio
- Bomba vertical, 500 GPM @ 115 PSI con motor eléctrico, con su tablero, accesorios y válvulas de alivio
- Bomba Jockey de 10 GPM @ 200 PSI máxima, eléctrica con su tablero, accesorios y válvulas de alivio

- Brazo soporte para manguera de doble chaqueta de 1½" × 30 m.
- Bridas de 6"
- Canal para tubería, con rejilla
- Codos 45º de 6"
- Codos 90º de 1"
- Codos 90º de 1¼"
- Codos 90º de 1½"
- Codos 90º de 2"
- Codos 90º de 4"
- Codos 90º de 6"
- Equipos portátiles autoeductores de espuma
- Esmalte rojo brillante
- Filtro de diesel
- Gabinete metálico 70cm. × 70cm. × 20 cm.
- Gabinetes de mampostería para mangueras de 2½"
- Hidrantes de 2½", ingreso de 6"
- Llave spanner, hacha
- Manguera de doble chaqueta y presión de servicio 300 PSI de 1½" × 30 m.
- Medidor de caudal para 500 GPM
- Neplo de bronce de 1½"

- Pintura anticorrosiva gris
- Pintura asfáltica
- Pitón doble uso, chorro y neblina
- Reducciones bushing 2" x 1½"
- Reducciones P/S 4" a 2"
- Reducciones P/S 6" a 4"
- Rociadores automáticos tipo abierto, con factor de rocío 5.6
- Siamesa 2 × 2½" × 6"
- Soportes de hormigón armado, con abrazaderas
- Soportes escuadra
- Tanque de diario
- Tapones rosca externa de 1"
- Tees de 1"
- Tees de 1½"
- Tees de 2" × ½"
- Tees de 4"
- Tees de 6"
- Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 30 de 6"
- Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 1"
- Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 1¼"
- Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 2"
- Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 4"

- Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 6"
- Unión universal de 1"
- Unión universal de 1¼"
- Unión universal de 1½"
- Válvula angular de 1½" de bronce
- Válvulas cheque de 1"
- Válvulas cheque de 1½"
- Válvulas cheque de 6"
- Válvulas de compuerta de 1½"
- Válvulas de compuerta de eje ascendente de 2", bridada
- Válvulas de compuerta de eje ascendente de 6", bridada
- Válvulas de compuerta para diesel de 1¼"
- Válvulas de globo de 1"

4.4 Especificaciones técnicas de rediseño

4.4.1 Cuarto de equipos de bombeo

El cuarto de equipos de bombeo se debe encontrar adjunto a la cisterna de almacenamiento de agua contra incendios y está compuesto por una bomba contra incendios centrífuga con motor eléctrico de 500 GPM a 115 PSI, una bomba contra incendios centrífuga con motor a diesel de 500 GPM a 115 PSI, una bomba jockey la cual es para mantener la presión en el sistema y será de 10

GPM a 115 PSI; además de un panel principal de operación y control de los equipos de bombeo.

Las bombas tanto como su motor eléctrico, motor a diesel y el panel de control deben ser certificadas para uso contra incendios por laboratorios reconocidos para tal efecto, siendo los principales y más conocidos Underwriter Laboratories (UL) y Factory Mutual (FM).

FIGURA 4.5 – CUARTO DE EQUIPOS DE BOMBEO
Fuente: Fotografia de la empresa.

Las bombas centrífugas deben ser de combate contra incendios, del tipo vertical para succionar desde una cisterna a 2 m. de profundidad con un estándar de 500 GPM a una presión de trabajo de 115 PSI. La bomba principal será impulsada por una bomba eléctrica y una segunda bomba de emergencia será impulsada por un motor a diesel.

De acuerdo a NFPA 20, la bomba deberá suministrar un caudal hasta no menos que el 150% de la capacidad de diseño a una

presión mínima no menor de 65% de la presión de diseño. La presión del sistema con la válvula cerrada no debe exceder el 40% de la presión de diseño.

Se debe colocar un manómetro con diámetro de 3.5” o mayor en la carcasa de las bombas del lado de la descarga con una válvula para manómetros de ¼” con rosca del tipo NPT. El rango de lectura del manómetro será al menos entre 0 y 200 PSI, debe ser leído en PSI con un indicador secundario en bares, pascales o Kg/cm^2.

Se debe colocar un manómetro compuesto con diámetro de 3.5” o mayor en la carcasa de las bombas del lado de la succión con una válvula para manómetros de ¼” con rosca del tipo NPT. El rango de lectura del manómetro será al menos entre 0 y 200 PSI, debe ser leído en PSI o en pulgadas de mercurio con un rango de medición entre -8 y 100 PSI.

Además, complementando el sistema de conexiones de los equipos de bombeo se requiere una válvula automática de purga de aire, no menor de ½”, con sus respectivas válvulas de bronce, una válvula de alivio para protección de la bomba de exceso de presiones ocasionada por funcionamiento de la misma cuando las válvulas estén cerradas, un codo de 90º para la válvula de alivio, un medidor de caudal para el flujo de la bomba, una tee de descarga.

La bomba y su motor deben ser montados en una base metálica común y ser unidas a través de un acople flexible, la base metálica debe estar sujeta firmemente a una fundición de hormigón.

Ambos motores deben ser adecuados para trabajar a una altitud de 4 m. sobre el nivel del mar y en el caso del motor a diesel debe tener un tanque de uso diario de combustible con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 150 galones de combustible.

El panel debe ser capaz de encender la bomba con motor eléctrico automáticamente a través de un control de presión del agua o manualmente a través de un control eléctrico respectivo, de la misma manera debe estar en capacidad de dar la orden de encendido a la bomba con motor a diesel automáticamente en caso de corte de suministro de energía o de manera manual; siempre debe mantener la carga.

4.4.2 Instalaciones de tuberías aéreas

Las tuberías a emplearse en el rediseño pueden ser tuberías de acero al carbono soldadas y sin costuras, para uso en sistemas contra incendios, que cumple con las normas ASTM A795 o ASTM A53 y diseñadas con una presión de trabajo de mínima de 150 PSI.

Según la NFPA 13, NFPA 14 y la NFPA 24, Las tuberías con diámetro de 2” ó menor el acople entre los tramos se lo realizará a través de roscas que cumplan con la norma ASME B1.20.1, las tuberías con diámetro de 3” ó mayor deberán estar acopladas por bridas aplicando procesos de soldadura. Las juntas soldadas seguirán lo establecido en la norma AWS D10.9; el proceso de soldado o de roscado debe ser efectuado en un taller designado para este efecto, no en el sitio de la instalación. Las juntas o uniones ranuradas también están permitidas. El espesor de las tuberías corresponde al de SCH # 40.

Las tuberías ubicadas tanto en la succión como en la descarga de los equipos de bombeo deben estar ajustados de tal manera que las tuberías no transmita esfuerzo a los filos o bridas de la bomba, para esto las tuberías deben estar soportadas a la estructura de la edificación y estar en capacidad de soportar cinco veces más el peso de la tubería llena de agua más un valor de 250 libras aplicado en el punto de soporte.

En el recorrido de las tuberías, estas deben estar soportadas por bloques de hormigón, soportes horizontales, estructuras metálicas o por las columnas de la edificación, considerando que estos soportes

deben ser antisísmicos. La distancia entre cada punto de soporte no debe exceder de 4.57 metros.

4.4.3 Pintura de tuberías

Previo al proceso de pintura de la tubería, esta debe ser curada eliminando de la superficie el polvo, grasa, corrosión o limallas.

La tubería debe ser pintada en taller aplicando un fondo anticorrosivo color gris de un espesor de 3 miles húmedos, luego una capa de esmalte de secado rápido color gris brillante con espesor de 4 miles húmedos terminando con una capa de pintura de rojo brillante de 4 miles húmedos de espesor.

4.4.4 Válvulas y accesorios

Las válvulas antirretorno son aquellas válvulas que permiten el flujo en un solo sentido, según la NFPA 20 y NFPA 24 en la instalación se necesitará en la salida de las bombas, en la acometida al circuito de los rociadores y en la siamesa, las válvulas deben acoplarse a la tubería a través de bridas. Las válvulas antirretorno para un sistema contra incendios deben ser del tipo swing check.

FIGURA 4.6 – VÁLVULA ANTIRRETORNO
Fuente: Catálogo de Reliable Sprinklers

De acuerdo a la NFPA 24 son requeridas válvulas de compuerta del tipo OS&Y (de vástago ascendente) para permitir la sectorización del circuito de tuberías. Las válvulas de compuerta OS&Y permiten visualizar la posición de abierta o cerrada al verificar el vástago de la misma.

FIGURA 4.7 – VÁLVULA DE COMPUERTA
Fuente: Catálogo de Reliable Sprinklers

De acuerdo a la NFPA 490 se requieren válvulas de inundación o diluvio en los circuitos de tuberías de rociadores abiertos diseñado para el área de compresores de amoniaco; en estas válvulas las

tuberías permanecen vacías hasta que por activación manual o automática mediante el sistema de detección se abre, permitiendo pasar el flujo hacia los rociadores automáticos. El sistema de activación puede ser neumático, eléctrico o hidráulico.

FIGURA 4.8 – VÁLVULA DE INUNDACIÓN O DILUVIO
Fuente: Catálogo de Reliable Sprinklers

En la misma NFPA 490 se indica que para el área de compresores de amoniaco se requieren válvulas de bronce rociadoras conocidas también como rociadores automáticos o sprlinklers. Estos sprinklers deben tener un factor de rocío de 5.8 y ser del tipo ascendente abierto, esto es, sin partes móviles ni sensores de temperatura de bulbo o plaqueta.

FIGURA 4.9 – ROCIADOR AUTOMÁTICO O SPRLINKLERS
Fuente: Catálogo de Reliable Sprinklers

En la NFPA 14 se especifique que para los sistemas contra incendios estacionarios se requiere conectar las mangueras en tomas de agua que usen válvulas angulares de bronce de 1½" y 2½"; estas son válvulas para la apertura de las tomas de agua conectadas a las mangueras de servicio contra incendios.

FIGURA 4.10 – VÁLVULAS DE GLOBO
Fuente: Catálogo de WS Darley

FIGURA 4.11 – MANGUERAS DE SERVICIO CONTRA INCENDIO
Fuente: Fotografía de la empresa

En el rediseño está considerada una siamesa que de acuerdo a NFPA 24 debe ser de una válvula de doble entrada de 2½" para que se pueda alimentar la cisterna principal en caso de incendio que requiera mayor volumen de agua. Esta válvula debe ser de bronce con sus respectivas capuchas.

FIGURA 4.12 – SIAMESA
Fuente: Catálogo de WS Darley

4.4.5 Pruebas hidrostáticas

El principal requerimiento de prueba de entrega del sistema hidráulico de defensa contra incendios es la prueba hidrostática realizada al sistema de bombeo y tuberías.

Para considerar la aceptación del sistema se requiere mantener el sistema presurizado a 200 PSI y deberá mantener dicha presión sin perdida por al menos dos horas.

La perdida de presión se determinara mediante la revisión de los manómetros instalados a nivel de piso de la sección que se esté probando o por evidencia de goteos.

Para determinar la cantidad de goteo en tuberías subterráneas se medirá a una presión de prueba de 200 PSI bombeando desde un contenedor calibrado; la cantidad de goteo en las juntas no debe

exceder de 1.89 L/hr por cada 100 juntas, independientemente del diámetro de las tuberías.

4.5 Costos estimados del sistema hidráulico

Se definieron los costos para el rediseño del sistema hidráulico de defensa contra incendios, el sistema de inundación para el área de amoniaco dentro de lo que forma parte del sistema de protección.

A continuación la tabla resumen de costos de inversión del sistema de prevención.

TABLA 30

RESUMEN DE COSTOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN

RESUMEN DE COSTOS DE SISTEMA DE PROTECCIÓN	
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 amoniaco	$6.927,18
Adecuación de la cisterna	$4.500,00
Montaje	$65.000,00
TOTAL	**$265.302,95**

Fuente: Empresa Alimenticia

CAPÍTULO 5

5. SISTEMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

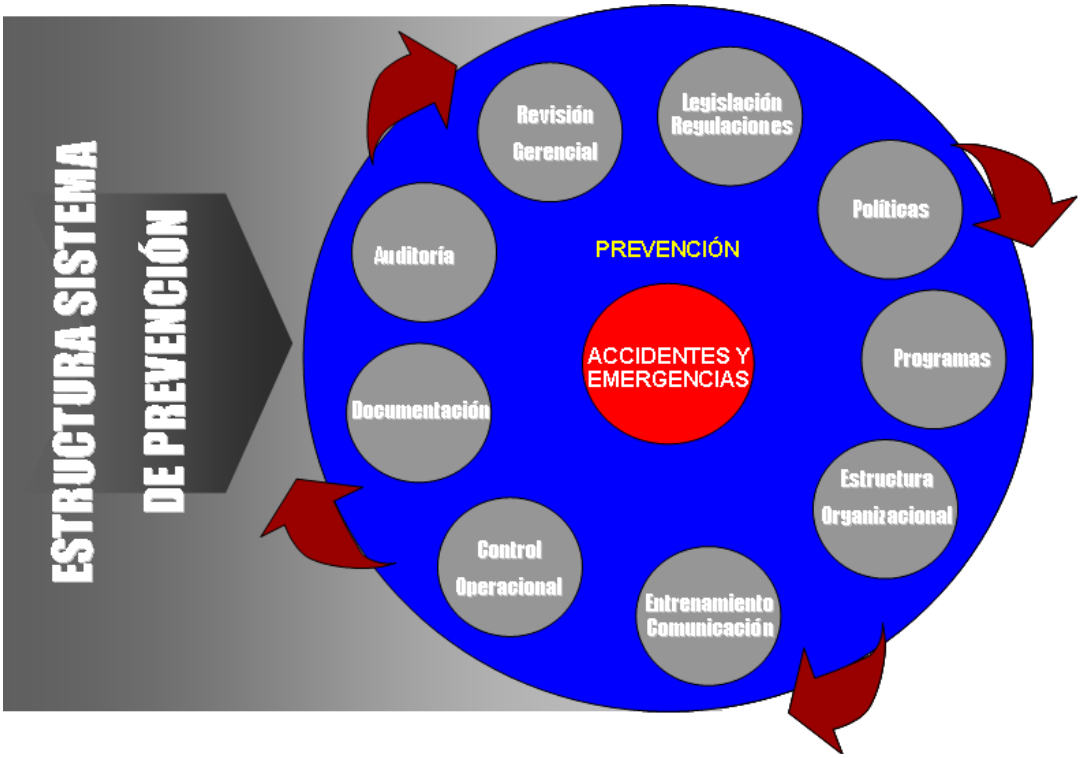

FIGURA 5.1 ESTRUCTURA SISTEMA DE PREVENCIÓN
Fuente: Fábrica Alimenticia

5.1 Formación, capacitación y toma de conciencia

Parte integral de un sistema de prevención de riesgos es el enfoque en la mejora continua de los procesos profundizando la capacitación

y concienciación del personal, planeación de actividades, preparación para emergencias, revisión de oportunidades de mejora y re entrenamiento, revisado a través de auditorías y seguimiento gerencial.

5.1.1 Programa de inducción general de riesgos

A lo previsto en el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decisión 584 del 17 de mayo 2004, Capítulo II, artículo 11, Literal H: “Informar a los trabajadores por escrito y por cualquier otro medio sobre los riesgos laborales a los que estén expuestos y capacitarlos a fin de prevenirlos, minimizarlos y eliminarlos” y Capítulo V, artículo 19 ”Los trabajadores tienen derecho a estar informados sobre los riesgos laborales vinculados a las actividades que realizan”, se establece como parte del plan preventivo de seguridad un programa de Inducción general de Seguridad y Salud Ocupacional, el cual debe ser realizado como parte del proceso de contratación de cada colaborador o firma de contrato de proyecto con empresas contratistas, antes de que realicen trabajos en las instalaciones y con una periodicidad de reinducción anual.

El programa de inducción debe incluir los siguientes puntos:

- Política de gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa, objetivos y programas.
- Notificación general de riesgos laborales: biológicos, ergonómicos, físicos, mecánicos, psicosociales y químicos según panorama general de riesgos.
- Normas internas y controles operacionales: Requerimientos para el ingreso a las instalaciones y a las áreas críticas, prohibiciones, sistema de señalización, inspecciones y listas de verificación.
- Sistema de notificación de desviaciones.
- Escenarios de emergencia: Reacción ante cada escenario de emergencia, avisos de seguridad, ubicación del dispensario médico, rutas de evacuación, punto de reunión.

El sistema de inducciones generales tendrá un alcance diferenciado para contratistas, visitantes, personal administrativo y personal operativo de la empresa ya que está orientado a dar las herramientas conceptuales generales para laborar de forma segura en la empresa. Estas inducciones serán complementadas con un sistema de capacitaciones específicas según los puestos de trabajo, estas no aplican para los visitantes y están orientadas a las actividades a realizar. Las capacitaciones específicas también se deben realizar antes de

que un empleado o contratista realice un trabajo en el cual esté expuesto a los riesgos analizados en estas capacitaciones:

- Ergonomía, manipulación de cargas y posturas de trabajo.
- Operación de equipos de proceso y riesgos específicos.
- Manejo seguro de equipos de estiba.
- Análisis seguro de trabajos especiales (permisos de trabajo de disciplina civil o mecánica, trabajos en altura, trabajos en caliente, eléctrico, equipos presurizados y espacios confinados).
- Sistemas de bloqueo y etiquetado de fuentes de energía.

En el Apéndice D encontramos un plan anual de capacitación para el personal de la empresa orientado a Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

5.1.2 Formación de brigadas industriales

En la empresa existe un grupo de personal el cual ha recibido capacitación para afrontar situaciones de emergencia, pero por falta de consistencia en el entrenamiento y capacitaciones, sus funciones actuales se reducen a comunicar una situación de emergencia a los servicios externos. En función de los riesgos evaluados, dimensión de la planta y diversidad de áreas, se redefine un organigrama de brigada con funciones en primeros

auxilios, control de incendios, control de fuga o derrame de materiales peligrosos, evacuación, rescate y traslado de la siguiente manera:

TABLA 31

BRIGADAS DE EMERGENCIA

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	
			Cuarto brigadista	

Fuente: Empresa Alimenticia

El personal de la brigada debe recibir capacitación básica en manejo integral de emergencias, todos deben ser capacitados para actuar en una brigada y otra, sin embargo, para mejor organización durante una emergencia cada uno tiene su rol definido. Durante una emergencia real o en un simulacro, el coordinador de emergencia de turno reasigna responsabilidades a los brigadistas que han cumplido su rol

primario en la emergencia. Además de los brigadistas, se cuenta con una enfermera en cada turno y un médico que labora de 08h00 a 17h00 en horario de administrativos.

Brigada contra incendios y materiales peligrosos: Personal de la empresa 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 de la empresa capacitado en evacuación, traslado, búsqueda y rescate.

La brigada es conformada por personas que aseguran el soporte logístico del plan de emergencias, por lo tanto, deben conocer las instalaciones, rutas y alarmas; sin embargo, el equipo de la brigada maneja la gestión de emergencias de forma aislada a los procesos operativos y administrativos haciendo que, según se ha evidenciado en los simulacros, haya poca comunicación, participación y reacción en la gestión de una emergencia por parte del resto del personal. Para esto, se establece la participación de todas las áreas a través de la

conformación del comité de crisis, los cuales son responsables del soporte al equipo de brigada durante la emergencia y canalizadores de la comunicación interna. La comunicación a entes de socorro se la hace a través del Comunicador de Emergencia el cual es una persona ubicada en la garita de seguridad, capacitada para realizar el monitoreo de paneles.

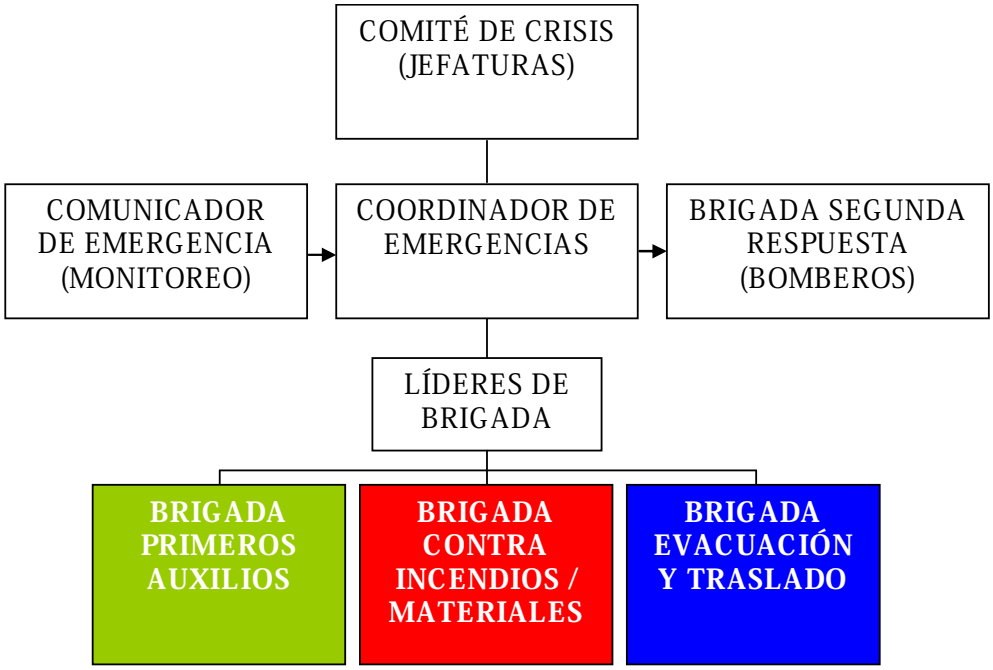

FIGURA 5.2 COMITÉ DE CRISIS
Fuente: Fábrica Alimenticia

Las responsabilidades del Comité de Crisis y grupo de emergencias serán las siguientes:

Comité de Crisis

- Conformado por la gerencia y todas las jefaturas de área.

- Asegura las comunicaciones a nivel corporativo en la compañía de la situación de emergencia ocurrida para establecer el plan de contingencia de negocios orientado a garantizar la continuidad de la oferta de producto y preservar la imagen corporativa.
- El personal que forme parte del plan y el Comité de Crisis se reunirá y analizara la post emergencia y emitirá un informe interno de lo sucedido.

Gerente de fábrica

- Lidera el Comité de Crisis, en caso de no estar presente, se selecciona a otro miembro del comité.
- Asegura los recursos a disposición del departamento de Seguridad Industrial y del área de mantenimiento, para prevenir situaciones de emergencia.
- Toma las decisiones de acciones a seguir en el sitio posterior a una emergencia, considerando las recomendaciones del Comité de Crisis.

Coordinador de Emergencias

- Forma parte del Comité de Crisis.
- En una emergencia o simulacro coordina las acciones entre las brigadas.

- Comunica al Comité de Crisis el desarrollo de la emergencia.
- Una vez que se hacen presentes los organismos de apoyo externo (bomberos, policía, etc., según aplique) el Coordinador de Emergencias cede el mando de la situación al líder del equipo de apoyo externo y en conjunto con el líder del comité de crisis comunica los antecedentes de la emergencia.

Médico Ocupacional

- Forma parte del Comité de Crisis.
- Es el principal contacto y guía en situaciones de emergencia médica.

Brigadistas

- Coordinan las acciones durante los simulacros de emergencia.
- Combaten las situaciones de emergencia en función de su especialidad.
- Aseguran permanentemente que las vías de evacuación y equipos de emergencia están libres de acceso y disponibles.

- Durante una emergencia o un simulacro guían al personal hacia las zonas seguras de evacuación, son los últimos en evacuar.
- Efectúan actividades de búsqueda y rescate posterior al conteo de personal evacuado.

Seguridad Física y Comunicador de Emergencia

- Comunican al Coordinador de la Emergencia los acontecimientos ocurridos en los alrededores del centro de trabajo o las llamadas recibidas acerca de un evento de posible emergencia.
- Permiten el acceso inmediato del personal de respaldo externo (bomberos, ambulancia, etc.) en caso de situación de emergencia.
- No permiten la salida ni el ingreso de personas hasta que la emergencia haya terminado a excepción de respaldo externo o que el Coordinador de Emergencia indique lo contrario.

5.2 Sistema de señalización

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.

TABLA 32

SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

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

Fuente: Empresa Alimenticia

La señalización principal en la empresa debe estar orientada a indicar lo siguiente:

Zona de seguridad

Área de refugio ubicada en un punto seguro en el exterior de la empresa.

FIGURA 5.3 - SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Punto de reunión de las brigadas

Lugar de reunión de las brigadas, ubicado en el exterior del área administrativa.

FIGURA 5.4 SEÑALIZACIÓN DE PUNTO DE REUNIÓN
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Vías de evacuación

Quedarán señalizadas las vías de evacuación con la respectiva identificación.

FIGURA 5.5 SEÑALIZACIÓN PARA VÍAS DE EVACUACIÓN

Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Salidas de Emergencia

En áreas de fabricación, mantenimiento, almacenamiento, comedor, oficinas se implementarán señales de salida de emergencia y salidas de evacuación.

FIGURA 5.6 SEÑALIZACIÓN PARA SALIDAS DE EMERGENCIA
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Botiquín de primeros auxilios

En áreas estratégicas se implementarán botiquines de primeros auxilios con su respectiva señalización.

FIGURA 5.7 SEÑALIZACIÓN PARA BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Bodega de contingencias

En un área estratégica es recomendable implementar una bodega de contingencias con su respectiva señalización. Esta área ha sido definida en el área frente al departamento técnico y una segunda bodega de contingencias en el área social.

FIGURA 5.8 SEÑALIZACIÓN PARA IMPLEMENTOS DE COMBATE EN EMERGENCIA
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Teléfono de emergencia

En las áreas de fabricación, mantenimiento y bodega, se encuentra un teléfono de emergencia con su respectiva señalización.

FIGURA 5.9 SEÑALIZACIÓN PARA TELÉFONO DE EMERGENCIA
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Punto de Encuentro o Refugio temporal

Se encuentra ubicado en un lugar provisional que brinda todas las seguridades al momento de una emergencia. Se ha definido como punto de encuentro las áreas verdes cerca del ingreso a la empresa.

FIGURA 5.10 SEÑALIZACIÓN PARA REFUGIO TEMPORAL
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Comando de emergencia

Es el punto de reunión del comité de crisis. Se encuentra ubicado junto a la garita de seguridad.

FIGURA 5.11 SEÑALIZACIÓN PARA COMANDO DE CRISIS
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Extintores de CO_2 y Polvo Químico Seco

En la empresa se encuentran distribuidos extintores de incendios los cuales no están completamente señalizados. Se recomienda que además del adhesivo que cada extintor tiene indicando fecha de recarga, tipo de agente extintor y peso, se coloquen señalización visual sobre cada uno de estos indicando el tipo de agente extintor y utilización.

FIGURA 5.12 SEÑALIZACIÓN PARA EXTINTORES DE PQS Y CO2.
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Sistema de alarma

En la empresa se encuentran pulsadores de alarma audible al igual que bocinas ubicados en fabricación, bodegas y oficinas. Estos no están señalizados por lo que se requiere identificarlos y señalizarlos.

FIGURA 5.13 SEÑALIZACIÓN PARA SISTEMA DE ALARMA
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Materiales inflamables

En las áreas de mantenimiento donde se realizan trabajos en caliente, al igual que las áreas de almacenamiento de cilindros de gas y producto inflamable es necesario mejorar la señalización visual.

FIGURA 5.14 SEÑALIZACIÓN PARA MATERIALES INFLAMABLES
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Riesgo eléctrico

Los tableros eléctricos, área de generador y subestación requieren ser señalizados indicando el riesgo eléctrico existente; actualmente no todos los tableros eléctricos poseen señalización. Además, en las tomas de energía se requiere demarcar el voltaje de la misma.

FIGURA 5.15 SEÑALIZACIÓN PARA RIESGO ELÉCTRICO

Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Químicos

En las áreas de laboratorio, al igual que en la bodega de químicos se requiere señalizar la presencia de estos elementos, además contar con las fichas de seguridad de estos implementos.

FIGURA 5.16 SEÑALIZACIÓN PARA QUÍMICOS PELIGROS
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Uso de equipos de protección personal

Al ingreso de cada área se requiere establecer los equipos de protección personal necesarios para trabajar en la misma.

FIGURA 5.17 SEÑALIZACIÓN PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Prohibiciones

En los ingresos a las áreas de proceso, de almacenamiento y talleres se requiere colocar señalizaciones de prohibiciones para fumar y señalarlas como áreas de acceso restringido.

FIGURA 5.18 SEÑALIZACIÓN PARA INDICAR PROHIBIDO FUMAR

Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

5.3 Programa de mantenimiento preventivo

Para asegurar una respuesta ante emergencias eficiente es necesario garantizar la confiabilidad de la operación de los equipos de defensa contra incendios, estableciendo un plan de mantenimiento preventivo orientado a prolongar la vida útil de los equipos, reducir los costos totales de mantenimiento al eliminar o minimizar los mantenimientos correctivos y primordialmente asegurar los activos de la compañía garantizando la total funcionalidad de los equipos de defensa contra incendios.

TABLA 33

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE DEFENSA CONTRA INCENDIO

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS		
EQUIPO	**MANTENIMIENTO**	**FRECUENCIA**
Equipos de detección de humo y alarma	Pruebas de funcionamiento	mensual
	Limpieza de detectores de humo	semestral
	Reposición de detectores	cada 5 años
Extintores portátiles	Limpieza y revisión de carga	mensual
	Recarga y mantenimiento	anual
	Prueba hidrostática	cada 6 años
Sistema de bombas contra incendios	Limpieza de tableros y equipos	mensual
	Cambio de aceite, filtro de motor	semestral
	Revisión de empaques, bomba	anual
	Pruebas de presión y caudal	anual
Tubería de incendios	Pintura, corrección de fallas	bianual
	Prueba hidrostática de tuberías	anual

Fuente: Empresa Alimenticia

El costo de mantenimiento preventivo de los equipos de detección y defensa contra incendios no está considerado dentro de los costos totales de inversión del proyecto.

5.4 Plan de emergencia para combate de incendios

En las instalaciones se identificaron las siguientes situaciones como emergencias potenciales para las cuales se requiere establecer los procedimientos operativos de reacción ante emergencias (no están consideradas emergencias de sistemas de comunicación y cómputo):

- Situaciones de emergencias médicas (accidentes de trabajo o por condiciones de salud externas al trabajo).
- Incendio en bodega de producto terminado.
- Incendio de bodega de materiales de embalaje.
- Incendio en área de limpieza de cacao.
- Incendio en área de fabricación de culinarios.
- Incendio en área de fabricación de salsas frías.
- Incendio en área de fabricación de chocolatería.
- Incendio en el edificio administrativo.
- Incendio en área de subestación eléctrica.
- Incendio en generador de emergencias.
- Incendio o explosión en cuarto de caldero.
- Fuga de gases en bodega de inflamables.
- Fuga de amoniaco (gas).
- Derrame de amoniaco (líquido).
- Derrame de diesel y otros combustibles.
- Derrame de hipoclorito de sodio.
- Derrame de ácido acético.
- Sismos (temblores o terremotos).
- Robos internos.
- Intrusión de delincuencia.
- Actos de desorden civil o huelga.

- Llamados de amenaza o advertencia de bomba.

Una situación real de emergencia que no sea controlada a tiempo, puede desembocar en la concurrencia de varias situaciones de emergencia simultáneamente, para lo cual se establecen los siguientes parámetros en caso de incendio:

- **Evaluación de la situación de emergencia:** La persona que identifica un conato de incendio, debe evaluar la situación antes de actuar. Únicamente si la situación es fácilmente controlable utilizará el extintor más cercano para combatir el conato, una vez controlado procederá a hacer la comunicación interna. Si la persona que identifica un conato no está seguro de poder controlarlo, no sabe evaluar la situación o no sabe la manera de actuar, inmediatamente procederá a hacer la comunicación interna.

- **Comunicación interna:** Se comunica la presencia de humo o fuego a través de la activación de alarmas mediante uso del disparador de las mismas o comunicando vía telefónica o vía radio a la garita de seguridad donde se encuentra el responsable de monitoreo de alarmas que en una emergencia hace el rol de comunicador. La persona que identifica la emergencia, también comunica a los brigadistas del área.

- **Comunicación externa y coordinación de respuesta:** El comunicador una vez que ha verificado la veracidad de la emergencia (en caso que haya sido informado por radio o teléfono, no requiere verificar la veracidad) tiene la responsabilidad de dar aviso al cuerpo de bomberos, al coordinador de emergencias, al mecánico de servicios industriales, al auxiliar de seguridad Industrial y enfermera que estén de turno y posteriormente a los miembros del comité de crisis que el coordinador de emergencias indique.

  Respuesta ante emergencia: Los brigadistas que se encuentren presentes tienen la obligación de coordinar la evacuación del personal asignado a sus áreas y de combatir la emergencia con extintores y bocas de incendio equipadas únicamente si no ponen en riesgo su integridad física. Según la magnitud de la emergencia y ubicación de la misma, también deben hacer uso de los equipos de protección necesarios como trajes de bombero, trajes encapsulados y equipos de respiración autocontenidos. Los brigadistas mantienen comunicado al líder de su división de brigada y este a su vez al coordinador de emergencias para optimizar el uso de los recursos y la atención de emergencias.

- **Después de la emergencia:** El comité de crisis deberá evaluar los daños y disponer la limpieza y remoción de escombros; según el nivel de la emergencia se determinan acciones necesarias para volver a operar. Se realiza una investigación de accidentes para corregir la causa raíz de la situación y replicar la corrección a otras áreas donde pueda surgir la misma situación.

5.5 Costos estimados del sistema de prevención de incendios

Como fue definido en la evaluación del riesgo de incendios en el Capítulo 3 es necesario mejorar los sistemas de prevención y comunicación como detectores de humo, sirenas y profesionalización de la brigada industrial reforzando el esquema de capacitación y entrenamientos.

A continuación la tabla resumen de inversión del sistema de prevención y detección.

TABLA 34

RESUMEN DEL SISTEMA DE PREVENCION Y DETECCIÓN

RESUMEN DEL SISTEMA DE PREVENCION Y DETECCIÓN	
Señalización y avisos de evacuación	$5.000,00
Curso de brigada de emergencia	$4.580,00
Sistema de detección y alarma faltante	$37.340,00
TOTAL	**$46.920,00**

Fuente: Empresa Alimenticia

Validando como un solo proyecto el sistema de prevención y protección, a continuación la tabla resumen de inversión total del proyecto, el desglose se encuentra en el Apéndice C.

TABLA 35

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 amoniaco	$6.927,18
Adecuación de la cisterna	$4.500,00
Montaje	$65.000,00
Sistema de prevención	$46.920,00
TOTAL	**$312.222,95**

Fuente: Empresa Alimenticia

Siendo este un proyecto orientado a mejorar las condiciones de seguridad de la empresa sobre el riesgo de incendios y alineada al cumplimiento legal, no se realiza una tabla de retorno de inversión; esta se compara contra el valor de los activos y la facturación:

TABLA 36

COSTO 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

Fuente: Empresa Alimenticia

El costo de protección equivale al 0,68% de los activos protegidos y el 0,39% de la facturación anual de la empresa proveniente de los productos manufacturados en esa fábrica.

Considerando una rentabilidad del 14% anual la inversión equivale al 2,79% de la rentabilidad generada por la fábrica en un año, es decir, que la inversión se recupera en 8.69 días de operación de la fábrica si se considera que en promedio opera 6 días a la semana (312 días al año).

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. En la fábrica en estudio, por su localización, antigüedad y actividades es necesario evaluar el sistema de manejo de emergencias, en cuanto a la prevención y protección contra incendios para determinar requerimientos de optimización.

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

   Chocolatería, seguridad contra incendios 0,6.

   Bodega de Inflamables, seguridad contra incendio 0,4.

   Producción Salsas Frías, seguridad contra incendio 0,56.

   Subestación Eléctrica, seguridad contra incendio 0,56.

   Bodega de Producto Terminado, seguridad contra incendio 0,43.

   Bodega de Embalaje, seguridad contra incendio 0,5.

   Bodega de Limpieza de Cacao, seguridad contra incendio 0,51.

Administración, seguridad contra incendio 0,83.

3. Las áreas donde la seguridad contra incendios es suficiente son: Producción de Culinarios, seguridad contra incendio 1,41.

4. Las principales áreas, como lo son las áreas administrativa, fabricación de culinarios, chocolatería, salsas frías, las bodegas de limpieza de cacao, Inflamables y el área de la Subestación Eléctrica y Generador de Emergencia no cuentan con sistema automático para la detección de fuego.

5. La bodega de producto terminado y la bodega de embalaje poseen un sistema de detección de fuego y alarma adecuado.

6. Los valores obtenidos en cada una de las evaluaciones a través del Método de Gretener, se deben principalmente a que no existen las condiciones mínimas de caudal y presión de agua para responder las emergencias por incendio, así como la fiabilidad de la alimentación por cuanto el sistema de bombeo actual opera de forma manual.

7. Existe un mal diseño del sistema contra incendios, ya que las bocas de incendios equipadas se encuentran fuera de cada área y no existen hidrantes en el exterior de las áreas.

8. El personal de la brigada no está adecuadamente capacitado para dar una respuesta eficaz en situaciones de emergencias.

9. En el área de Bodega de Embalaje se necesitan reubicar extintores, logrando que se encuentren distribuidos en el área y evitando dejar lugares desprotegidos.

10. El área de Producción de Culinarios, Salsas Frías, Chocolatería, bodega de inflamables y subestación eléctrica tiene una cantidad insuficiente de extintores para el combate de conatos de acuerdo a requerimientos del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.

11. 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.

12. 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.

13. Considerando el rediseño del Sistema de Prevención y Protección Contra Incendios expuesto en el capítulo 4 y 5 de la presente tesis,

se realiza la evaluación a través del Método de Gretener del área de Producción Chocolatería:

TABLA 37

EVALUACIÓN DE GRETENER: PRODUCCIÓN

CHOCHOLATERÍA LUEGO DE REDISEÑO

EDIFICIO: Fábrica Procesadora de Alimentos		**LUGAR:** Producción		**CALLE:** Vía a la Costa	
Parte del Edificio: Producción Chocolatería		**VARIANTE**			
Compartimento: Veinte		**l =**	**72**	**b =**	**65**
Tipo de Edificio: Tipo G		**AB =**	**4680 m²**		
		l/b =	1,11		
TIPO	**CONCEPTO**				
q	Carga termica mobiliaria	Qm =	1000	1,5	
c	Combustibibulidad			1	
r	Peligro de humos			1	
k	Peligro de corrosion			1	
i	Carga termica inmobiliaria			1	
e	Nivel de la planta			1,25	
g	Superficie del compartimento			0,4	
P	**PELIGRO POTENCIAL**	(qcrk).(ieg) =		0,75	
n1	Extintores portatiles			1	
n2	Hidrantes interiores. BIE			1	
n3	Fuentes de agua- fiabilidad			0,85	
n4	Conductos transp. Agua			1	
n5	Personal instr. en extinc.			1	
N	**MEDIDAS NORMALES**	(n1…n5) =		0,85	
s1	Deteccion de fuego			1,1	
s2	Transmision de alarma			1,1	
s3	Disponibilidad de bomberos			1,2	
s4	Tiempo para intervencion			1	
s5	Instalacion de extincion			1	
s6	Instal. Evacuacion de humo			1	
S	**MEDIDAS ESPECIALES**	(s1…s6) =		1,45	
f1	Estructura portante	F<30	F90 y más	1,3	
f2	Fachadas	F<30	< F30	1	
f3	Forjados	F<30	< F30	1	
	*Separacion de plantas				
	*Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las celulas	AZ =	4680	1,1	
	*Superficies vidriadas	AF/AZ =	1%		
F	**MEDIDAS DE CONSTRUCION**	(f1…f4)=		1,43	
B	Exposicion al riesgo	P/(N.S.F) =		0,42	
A	Peligro de activación			1	
R	**RIESGO INCENDIO EFECTIVO**	B.A =		0,42	
P(H,E)	Situacion de peligro para las personas	H =		1	
		p =			
R(U)	**Riesgo de incendio aceptado**	**1.3P(H,E) =**		**1,3**	
&	**Seguridad contra incendio**	**& =**		**3,06**	

Luego de aplicar el Método de Gretener considerando todos los cambios necesarios en el Sistema de Prevención y Protección Contra Incendios se obtiene que la seguridad contra incendios es suficiente en el área de Producción Chocolatería, obteniendo como resultado 3,06.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que el sistema hidráulico de defensa contra incendio debe ser reemplazado por uno de 500 GPM @ 115 PSI con capacidad de almacenamiento de agua de 120 m^3.

Se recomienda instalar 21 bocas de incendio equipadas en el interior de las áreas, de acuerdo al plano # 4.

Se recomienda instalar 9 hidrantes en el exterior de las áreas, tal y como se indica en el plano # 4.

Se recomienda ubicar extintores adicionales para el combate de conatos de acuerdo a requerimientos del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, como se detalla a continuación:

Producción de Culinarios: 8 extintores de CO2 de 10 lbs., con clasificación 10b, ubicado cada 9,15 m.

Producción Salsas Frías: 8 extintores de CO2 de 10 lbs., con clasificación 10b, ubicado cada 9,15 m.

Producción Chocolatería: 5 extintores de PQS de 10 lbs., con clasificación 10a, ubicado cada 21 m.

Bodega de Inflamables: 1 extintor de PQS de 10 lbs., con clasificación 10a, ubicado cerca de la bodega.

Bodega de Embalaje: 2 extintores de PQS de 10 lbs., con clasificación 20ª, ubicados cada 21 m.

Subestación Eléctrica y Generador de Emergencia: 1 extintor de PQS de 100 lbs. ubicado junto a la Subestación Eléctrica.

Las principales áreas, como lo son las áreas administrativa, fabricación de culinarios, chocolatería, salsas frías, las bodegas de limpieza de cacao, Inflamables y el área de la Subestación Eléctrica y Generador de Emergencia se recomienda la instalación de un sistema de detección para aviso de fuego, que posea un sistema de transmisión de alarma para que el aviso sea inmediato y se puedan suministrar las medidas de combate contra incendio.

Se requiere complementar el sistema de señalización en la fábrica, para lo cual se recomienda ajustarse a la norma INEN 439 Señales y Símbolos de Seguridad.

Se recomienda capacitar constantemente a la brigada industrial para tener una reacción oportuna de acuerdo a los riesgos existentes y reformular la capacitación una vez que esté concluida la instalación del sistema de prevención y protección recomendado.

Se recomienda probar la respuesta del personal administrativo, de planta y brigadistas con simulacros parciales y generales dando énfasis en escenarios de las situaciones con mayor riesgo potencial.

APÉNDICE A

CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIVERSAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m²	c	r	k	A
Abonos químicos	200	1.0	1.4	1.0	1.0	1.20	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Aceites comestibles, expedición	900	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Aceites comestibles	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	—	18.900	1.2	1.2	1.0	0.85
Aceites, mineral, vegetal, animal								18.900	1.2	1.2	1.0	0.85
Acero	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Acetileno, llenado de botellas	700	1.4	1.6	1.0	1.0	0.85	2					
Acido carbónico	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Acidos inorgánicos	80	0.8	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Acumuladores	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.0	1.2	1.0	0.85
Acumuladores, expedición	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Agua oxigenada				1.0	1.0	1.20	—					
Agujas de acero	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Alambre metálico aislado	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.2	1.2	0.85
Alambre metálico no aislado	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Albergues	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Albergues juveniles	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Alfarería	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Alfarería artística	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Alfatería, artículos de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Algodón en rama, guata	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Algodón, almacén de								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Alimentación	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Alimentación, embalaje	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Alimentación, expedición	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Alimentación, materias primas								3.400	1.2	1.0	1.0	0.85
Alimentación, platos precocinados	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Almacenes de talleres, etc.	1.200	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Almidón	2.000	1.7	1.4	1.0	1.0	1.45	—					
Alquitrán								3.400	1.4	1.2	1.0	0.85
Alquitrán, productos de	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.20	—					
Altos hornos	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Aluminio, producción	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Aluminio, trabajo de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Antigüedades, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Aparatos de radio	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos de radio, venta	400	1.2	1.2	1.2	1.2	0.85	—					
Aparatos de televisión	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos domésticos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	—	200	1.2	1.2	1.0	0.85
Aparatos domésticos, venta	300	1.1	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Aparatos eléctricos	400	1.2	1.0	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos eléctricos, reparación	500	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Aparatos electrónicos	400	1.2	1.0	1.2	1.2	1.20	—	400	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos electrónicos, reparación	500	1.3	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Aparatos fotográficos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.20	—	600	1.2	1.2	1.2	0.85
Aparatos mecánicos	400	1.2	1.2	1.0	1.2	1.20	—					
Aparatos pequeños, construcción de	300	1.1	1.0	1.2	1.2	1.20	—					
Aparatos sanitarios, taller	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Aparatos talleres de reparación	600	1.3	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Aparatos, expedición de	700	1.4	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Aparatos, pruebas de	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Aparcamientos, edificios de	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Apartamentos	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Apósitos, fabricación de artículos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Archivos	4.200	1.9	1.2	1.0	1.0	0.85	—	1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Arena												
Armarios frigoríficos	1.000	1.50	1.2	1.2	1.0	1.20	—	300	1.2	1.2	1.2	0.85
Armas	300	1.10	1.2	1.0	1.2	1.20	—					
Armas, venta	300	1.10	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Artículos de metal	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos de yeso	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metal., fund. por inyección	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálic., soldadura ligera	300	1.10	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, amolado	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, barnizado	300	1.10	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Artículos metálicos, cerrajería	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, chatarras	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Artículos metálicos, dorado	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, estampado	100	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, forjado	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, fresado	200	1.00	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, fundición	40	0.60	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, grabación	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos metálicos, soldadura	80	0.80	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Artículos pirotécnicos	Espec.		1.40	EX	1.2	1.0	1.80	2	2.000	1.4	1.2	1.0	1.00
Aserraderos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Asfalto (bidones, bloques), almacén								3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Asfalto, manipulación de	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Automóviles, almacén de accesorios								800	1.2	1.2	1.2	0.85
Automóviles, garages y aparcamientos	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.20	1					
Automóviles, guarnición	700	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Automóviles, montaje	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Automóviles, pintura	500	1.3	1.4	1.2	1.2	1.45	2					
Automóviles, reparación	300	1.1	1.4	1.2	1.2	1.20	—					
Automóviles, venta de accesorios	300	1.1	1.2	1.2	1.2	0.85	—					
Aviones	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Aviones, hangares	200	1.0	1.4	1.2	1.2	1.20	—					
Azúcar								8.400	1.0	1.0	1.0	0.85
Azúcar, productos de	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Azufre												
Balanzas	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	—					
Bancos, oficinas o sucursales	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Barcos de madera	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Barcos de plástico	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Barcos metálicos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Barnices	5.000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	1	2.500	1.6	1.2	1.0	1.00
Barnices a la cera	2.000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	1	5.000	1.4	1.2	1.0	0.85
Barnices, expedición	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Barnizado	80	0.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Barnizado de muebles	200	1.0	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Barnizado de papel	80	0.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Bebidas alcohólicas	500	1.3	1.4	1.0	1.0	1.20	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Bebidas sin alcohol	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Bebidas sin alcohol, expedición	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Bibliotecas	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	0.85	—	2.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Bicicletas	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Bodegas (vinos)	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Bramante	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Bramante, almacén								1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Buhardillas habitables	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cables	300	1.1	1.0	1.2	1.2	1.00	—	600	1.2	1.2	1.2	0.85
Cacao, productos de	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	5.800	1.0	1.0	1.0	0.85
Café, crudo (sin refinar)								2.900	1.0	1.0	1.0	0.85
Café, extracto	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—	4.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Café, tostaderos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Cajas de madera	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	—	600	1.2	1.0	1.0	1.00
Cajas fuertes	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Calderas, edificio de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Calefacciones	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Calefacciones centrales	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Calzado	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Calzado, accesorios de								800	1.2	1.2	1.0	0.85
Calzados, expedición	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Calzados, venta	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Cantinas	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	1					
Caramelos	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.00	—	1.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Caramelos, embalaje	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Carbón de coke								10.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Carnicerías, venta	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Cartón ondulado	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Cartón piedra	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cartonaje	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Cartonaje, expedición	800	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Caucho								28.600	1.2	1.2	1.0	0.85
Caucho, artículos de	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	5.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Caucho, venta de artículos	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Celuloide	800	1.4	1.4	1.2	1.2	1.45	2	3.400	1.4	1.0	1.0	1.00
Cemento	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Central de calefacción a distancia	200	1.0	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Centrales hidráulicas	80	0.8	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Centrales hidroeléctricas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Centrales térmicas	200	1.0	1.0	1.2	1.2	1.00	—					
Cepillos y brochas	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Cera								3.400	1.2	1.2	1.0	0.85
Cera, artículos de	1.300	1.6	1.2	1.2	1.0	1.00	—	2.400	1.2	1.2	1.0	0.85
Cera, venta de artículos de	2.100	1.7	1.20	1.2	1.0	1.00	—					
Cerámica, artículos de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cerillas	300	1.1	1.4	1.2	1.0	1.45	—	800	1.4	1.2	1.0	1.00
Cerrajerías	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cervecerías	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cestería	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Cestería, venta de artículos de	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Chapa, artículos de	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Chapa, embalaje de artículos	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Chatarrería	300	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Chocolate	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.20	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Chocolate, embalaje	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Chocolate, fabricación de moldes	1.000	1.5	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cines	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	1					
Cochecitos de niño	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	—	800	1.0	1.2	1.0	0.85
Cochecitos de niño, venta	300	1.1	1.0	1.2	1.0	0.85	—					
Colchones no sintéticos	500	1.3	1.4	1.2	1.0	1.20	—	5.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Colores y barnices; manufacturas de	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Colores y barnices; mezclas	2.000	1.7	1.8	1.2	1.0	1.45	—					
Colores y barnices; venta	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Colores, con diluyentes combustibles	4.000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	1	2.500	1.4	1.2	1.0	1.00
Confiterías	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.700	1.0	1.0	1.0	0.85
Congelados	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Conservas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Corcho								800	1.2	1.2	1.0	0.85
Corcho, artículos de	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Cordelerías	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	600	1.2	1.2	1.0	0.85
Cordelerías, venta	500	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Correas	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cortinas en rollo	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cosméticos	300	1.1	1.6	1.0	1.0	1.45	—	500	1.2	1.0	1.0	0.85
Crin, cerda de								600	1.2	1.0	1.0	0.85
Cristalerías	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Cuero								1.700	1.0	1.2	1.0	0.85
Cuero sintético, recorte de artículos	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Cuero sintético	1.000	1.5	1.2	1.2	1.2	1.00	—	1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Cuero sintético, artículos de	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Cuero, artículos de	500	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—	600	1.0	1.2	1.0	0.85
Cuero, recortes de artículos de	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Cuero, venta de artículos de	700	1.4	1.0	1.2	1.0	0.85	—					
Deportes, venta de artículos de	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Depósitos de hidrocarburos				1.2	1.0	1.20	1					
Depósitos de mercancías, incombustibles sobre/en:												
Cajas de madera								200	1.0	1.0	1.0	0.85
Cajas de plástico								200	1.0	1.2	1.0	0.85
Estanterías de madera												

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m³	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Diluyentes								3.400	1.0	1.2	1.0	1.00
Discos	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—					
Droguerías, almacenes								800	1.2	1.2	1.0	1.00
Droguerías, venta	1.000	1.5	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Edificios frigoríficos	2.000	1.7	1.0	1.2	1.0	0.85	—					
Electricidad, almacén de materiales								400	1.2	1.2	1.2	0.85
Electricidad, taller	600	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Embalaje de material impreso	1.700	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Embalaje de mercancías combustibles	800	1.3	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Embalaje de mercancías incombust.	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Embalaje de produc. alimenticios	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Embalaje de textiles	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Emisoras de radio	80	0.8	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Encuadernación	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Escobas	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Escorias												
Escuelas y colegios	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	1					
Esculturas de piedra	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Especias	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Espumas sintéticas	3.000	1.8	1.4	1.2	1.0	1.20	—	2.500	1.2	1.2	1.0	1.00
Espumas sintéticas, artículos de	600	1.3	1.4	1.2	1.0	1.20	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Estampación de productos sintéticos, cuero, etc.	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.700	1.0	1.0	1.0	0.85
Estampado de materias sintéticas	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Estampado de metales	100	0.8	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Estilográficas	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Estudio de televisión	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Estufas de gas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de aparatos, parcialmente con materiales sintéticos	700	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Expedición de artículos de materia sintética	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Expedición de artículos de cristal	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de artículos de hojalata	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Expedición de artículos impresos	1.700	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de bebidas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de cartonaje	800	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de ceras y barnices	1.300	1.6	1.4	1.2	1.0	1.00	—					
Expedición de muebles	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Expedición de pequeños artículos de madera	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de productos alimenticios	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Expedición de textiles	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Exposición de automóviles	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.00	1					
Exposición de cuadros	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	1					
Exposición de máquinas	80	0.8	1.0	1.0	1.1	0.85	1					
Exposición de muebles	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	1					
Farmacias (almacenes incluidos)	800	1.4	1.4	1.0	1.0	1.00	—					
Féretros de madera	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Fibras de coco								8.400	1.2	1.0	1.0	0.85
Fieltro	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Fieltro, artículos de	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Flores artificiales	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	200	1.2	1.2	1.0	0.85
Flores, venta de	80	0.8	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Fontanería	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Forraje	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	—	3.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Fósforo			1.0	1.2	1.0	1.80	1					
Fotocopias, talleres	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Fotografía, laboratorios	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Fotografía, películas	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.45	—					

ACTIVIDAD	FABRICACIÓN / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cal	Qm MJ/m²	c	r	k	A
Gasolineras			1.6	1.2	1.0	1.20	—					
Grandes almacenes	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	1					
Granos								800	1.2	1.0	1.0	0.85
Granos, venta	600	1.3	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Grasas	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	1	18.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Grasas comestibles	1.000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	—	18.900	1.0	1.2	1.0	0.85
Grasas comestibles, expedición	900	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Guantes	500	1.30	1.20	1.00	1.00	1.00	—					
Guardarropa, armarios de madera	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Guardarropa, armarios metálicos	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Harina en sacos	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.45	—	8.400	1.2	1.0	1.0	0.85
Harina, fábrica o comercio sin almacén	1.700	1.6	1.4	1.0	1.0	1.45	—	13.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Heladería	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Heno, balas de								1.000	1.2	1.0	1.0	1.00
Herramientas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Hidrógeno			1.6	1.0	1.0	1.20	1					
Hilados, cardados	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Hilados, encanillado bobinado	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Hilados, hilatura	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Hilados, productos de hilo								1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Hilados, productos de lana								1.900	1.2	1.0	1.0	0.85
Hilados, torcido	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Hipermercados	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	1					
Hogares para ancianos	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	3					
Hogares para niños	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Hojalaterías	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.20	—					
Hormigón, artículos de	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Hornos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Hospitales	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	3					
Hoteles, habitaciones	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Hoteles, vestíbulos, restaurante, salas	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	2					
Hule	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.2	1.0	0.85
Hule, artículos de	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—	2.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Iglesias	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	1					
Imprentas, almacén								8.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Imprentas, embalaje	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Imprentas, expedición	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Imprentas, sala de máquinas	400	1.2	1.8	1.2	1.0	1.45	—					
Imprentas, taller tipográfico	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Incineración de basuras	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Instaladores electricistas	200	1.0	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Instaladores, talleres	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Instrumentos de música	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Instrumentos de óptica	200	1.0	1.0	1.1	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Internados, pensionados	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	2					
Jabón	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	—	4.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Jardines de infancia	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Joyas, fabricación	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Joyas, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Juguetes	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—	800	1.2	1.2	1.0	0.85
Juguetes, venta	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Laboratorios bacteriológicos	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios de Física	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios eléctricos	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios fotográficos	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Laboratorios metalúrgicos	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	—					
Laboratorios odontológicos	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Laboratorios químicos	500	1.3	1.6	1.0	1.2	1.45	—					
Láminas de hojalata	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Lámparas de incandescencia	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Lana de madera	500		1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Lapiceros	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Lavadoras	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.0	1.0	1.0	0.85
Lavanderías	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Leche condensada	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	9.000	1.0	1.0	1.0	0.85

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Leche en polvo	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	10.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Legumbres frescas, venta	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Legumbres secas	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Leña								2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Levadura	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Librerías	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Licores	400	1.2	1.6	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.0	1.0	1.00
Licores, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Limpieza química	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.45	1					
Linoleo	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Locales de deshechos para diversas mercancías	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Lúpulo								1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera en troncos								6.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Madera, artículos de, barnizado	500	1.3	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Madera, artículos de, carpintería	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, ebanistería	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, expedición	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, impregnación	3.000	1.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, marquetería	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Madera, artículos de, pulimentado	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, secado	800	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, torneado	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Madera, artículos de, tallado	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, artículos de, troquelado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, mezclada o variada	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Madera, restos de	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	4.200	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera, vigas y tablas								2.500	1.2	1.0	1.0	0.85
Madera, virutas								4.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Malla								2.100	1.2	1.0	1.0	1.00
Mantequilla								13.400	1.0	1.0	1.0	0.85
Máquinas	700	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—	4.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Máquinas de coser	200	1.0	1.0	1.0	1.1	1.20	—					
Máquinas de coser, venta	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	—					
Máquinas de oficina	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Máquinas de oficina, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Marcos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Mármol, artículos de	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Mataderos	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Material de oficina, almacén	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Material de oficina, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—	1.300	1.2	1.2	1.0	0.85
Materiales de construcción, almacén												
Materiales usados, tratamiento	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.20	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Materias sintéticas	2.000	1.7	1.4	1.2	1.1	1.45	—	3.400	1.4	1.2	1.0	1.20
Materias sintéticas inyectadas	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	5.900	1.2	1.2	1.0	1.00
Materias sintéticas, artículos de	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—					
Materias sintéticas, estampado de artículos de	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.2	1.2	1.0	1.00
Materias sintéticas, soldaduras de piezas	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Materias sintéticas, expedición de artículos de	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Mecánica de precisión, taller	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Médica, consulta	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Medicamentos, embalaje	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Medicamentos, venta	800	1.4	1.4	1.0	1.0	1.00	—					
Melaza								5.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Mercería venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—	1.300	1.0	1.2	1.0	0.85
Mermelada												

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Motocicletas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Motores eléctricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	—					
Muebles de acero	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Muebles de *madera*	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Muebles de madera, barnizado	500	1.3	1.6	1.2	1.0	1.80	—					
Muebles, carpintería	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Muebles, tapizado sin espuma sintética	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Muebles, venta	400	1.2	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Muelles de carga con mercancías	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Municiones	ESPEC.		1.6EX	1.0	1.0	1.80	3					
Museos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	1					
Música, tienda de	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Negro de humo, en sacos								12.600	1.2	1.2	1.0	0.85
Neumáticos	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.800	1.2	1.2	1.0	0.85
Neumáticos de automóviles	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	1.500	1.2	1.2	1.0	0.85
Nitrocelulosa	ESPEC.		1.6	1.0	1.0	1.80	3	1.100	1.2	1.2	1.0	1.20
Oficinas comerciales	800	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Oficinas postales	400	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	1					
Oficinas técnicas	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Orfebrería	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Oxígeno												
Paja prensada								800	1.2	1.0	1.0	0.85
Paja, artículos de	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Paja, embalajes de	400	1.2	1.2	1.0	1.0	2.00	—					
Palulas de madera	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Palillos	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	—					
Panaderías industriales	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Panaderías, almacenes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Panaderías, laboratorios y horno	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Paneles de corcho	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Paneles de madera aglomerada	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.20	—	6.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Paneles de madera aglomerada, contrachapado	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Papel	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—	10.000	1.0	1.0	1.0	0.85
Papel, apresto	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Papel, deshechos prensados								2.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papel, tratamiento de la madera y materiales celulósicos	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Papel, tratamiento-fabricación	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Papel, viejo o granel								8.400	1.4	1.0	1.0	1.00
Papelería	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Papelería, venta	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Paraguas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Paraguas, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Parquets	2.000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.200	1.0	1.0	1.0	0.85
Pastas alimenticias	1.300	1.6	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.700	1.2	1.0	1.0	0.85
Pastas alimenticias, expedición	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Pegamentos combustibles	1.000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.45	—	3.400	1.4	1.2	1.0	1.00
Pegamentos incombustibles	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Peletería, productos de	500	1.3	1.0	1.0	1.0	1.00	—	1.200	1.0	1.2	1.0	0.85
Peletería, venta	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Películas, copias	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—					
Películas, talleres de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Perfumería, artículos de	300	1.1	1.6	1.0	1.0	1.45	—	500	1.2	1.0	1.0	0.85
Perfumería, venta de artículos	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Pestañas, fabricación de	800	1.4	1.0	1.0	1.0	1.20	—	300	1.0	1.0	1.0	0.85
Piedras artificiales	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Piedras de afilar	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Planeadoras	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	—					
Porcelana	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Proceso de datos, sala de ordenador	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Productos de amianto	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Productos de carnicería	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Productos de lavado (lejía)	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—	200	1.2	1.0	1.0	0.85
Productos de lavado (lejía), materia prima								500	1.0	1.0	1.0	0.85
Productos de reparación de calzados	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.45	1	2.100	1.4	1.2	1.0	0.85
Productos farmacéuticos	200	1.0	1.4	1.0	1.0	1.45	—					
Productos lácteos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Productos laminados, salvo chapa y alambre	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Productos químicos combustibles	300	1.1	1.4	1.2	1.1	1.45	1	1.000	1.4	1.1	1.1	1.00
Puertas de madera	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	1.800	1.0	1.0	1.0	0.85
Puertas plásticas	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.45	—	4.200	1.0	1.2	1.0	0.85
Quesos	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—	2.500	1.0	1.0	1.0	0.85
Quioscos de periódicos	1.300	1.6	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Radio, estudios de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Radiología, gabinete de	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Refinerías de petróleo			1.6	1.2	1.0	1.45	2					
Refrigeradores	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—	300	1.2	1.2	1.2	0.85
Rejilla, salientes y rasgados	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Relojes	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Relojes, reparación de	300	1.1	1.2	1.0	1.2	1.00	—					
Relojes, venta	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	—					
Resinas naturales	3.000	1.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—					
Resinas sintéticas	3.400	1.8	1.6	1.2	1.0	1.45	—	4.200	1.2	1.2	1.0	0.85
Resinas sintéticas, placas de	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	—	3.400	1.0	1.2	1.0	0.85
Restaurantes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	1					
Revestimientos de suelos combust.	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	6.000	1.0	1.2	1.0	0.85
Revestimientos de suelos combust., venta	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Rodamientos o cojinetes de bolas	200	1.0	1.0	1.0	1.2	1.00	—					
Sacos de papel	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—	12.600	1.2	1.0	1.0	0.85
Sacos de yute	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	800	1.2	1.0	1.0	0.85
Sacos plásticos	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—	25.200	1.2	1.2	1.0	0.85
Salas de juego	100	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	1					
Salinas, productos de	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Servicios de mesa	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Silos				1.2	1.0	1.20	—					
Skies	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.45	—	1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Sombrererías	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Sosa	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Sótanos / bodegas de casas residenc.	900	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Tabaco en bruto								1.700	1.2	1.2	1.0	0.85
Tabacos, artículos de	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	—	2.100	1.2	1.2	1.0	0.85
Tabacos, venta de artículos	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Talco	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tallado de piedra	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Talleres de enchapado	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	—	2.900	1.2	1.0	1.0	0.85
Talleres de guarnicionería	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Talleres de pintura	500	1.3	1.6	1.0	1.0	1.20	—					
Talleres de reparación	400	1.2	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Talleres eléctricos	600	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	—					
Talleres mecánicos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tapicerías	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	μ cal	Qm MJ/m³	c	r	k	A
Tejares, hornos de secado estanterías metálicas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tejares, prensado	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejares, *preparación de la arcilla*	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejares, secadero, estanterías de madera	400	1.2	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejares, secaderos, estanterías metálicas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	—					
Tejidos de rafia	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Tejidos en general, almacén								2.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Tejidos sintéticos	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.2	1.0	0.85
Tejidos, cáñamo, yute, lino								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Tejidos, depósitos de balas de algodón												
Tejidos, seda artificial	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Teléfonos	400	1.2	1.2	1.0	1.2	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Teléfonos, centrales de	80	0.8	1.2	1.0	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Televisión, estudios de	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Textiles								1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, aprasto	300	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, artículos de								600	1.0	1.0	1.0	0.85
Textiles, artículos de seda	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.100	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, bajos de prendas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.1	1.0	0.85
Textiles, blanqueado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, bordado	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, calandrado	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, confección	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, corte	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles de lino								1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles de yute	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, embalaje	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, encajes								600	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, estampado	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, expedición	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, forros	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	—					
Textiles, lencería	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	600	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, mantas	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.900	1.2	1.2	1.0	0.85
Textiles, prendas de vestir	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	400	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, preparación	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, ropa de cama	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, tejidos (fabricación)	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, teñido	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Textiles, tricotado	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.2	1.0	1.0	0.85
Textiles, venta	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Tintas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tintas de imprenta	700	1.4	1.4	1.2	1.0	1.45	—	3.000	1.2	1.2	1.0	0.85
Tintorerías	500	1.3	1.2	1.2	1.1	1.00	—					
Tocadiscos	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	—	200	1.2	1.2	1.2	0.85
Toldos o lonas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	—	1.000	1.2	1.0	1.0	0.85
Tonelas de madera	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.45	—	800	1.0	1.0	1.0	0.85
Tonelas plásticas	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	—	800	1.2	1.2	1.2	0.85
Torneado de piezas de cobre/bronce	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Tractores	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.20	—					
Trajes	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	—	400	1.2	1.2	1.0	0.85
Trajes, venta	600	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	—					
Transformadores	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	—					
Transformadores, bobinado	600	1.3	1.2	1.2	1.2	1.00	—					
Transformadores, estación de												

ACTIVIDAD	FABRICACION / VENTA							ALMACENAMIENTOS				
	Qm MJ/m²	q	c	r	k	A	p cat	Qm MJ/m²	c	r	k	A
Vidrio	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio plano, fábrica de	700	1.4	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, artículos de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, expedición	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, talleres de soplado	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, tintura de	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, tratamiento de	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Vidrio, venta de artículos de	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Vinagre, producción de	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—	100	1.2	1.0	1.0	0.85
Vinos, despacho de	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	—					
Vulcanización	1.000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	—					
Yeso	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	—					
Zulaque de vidrieros	1.000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	—	1.300	1.0	1.0	1.0	0.85
Zumos de frutas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	—	300	1.2	1.0	1.0	0.85

APÉNDICE B

FACTORES f1, f2, f3, f4

Soportes	Periodos de resistencia al fuego					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
Dimensión mínima de la seccion transversal	150	200	240	300	400	500
Recubrimiento mínimo de la armadura principal	10	20	30	35	35	35

Vigas	Periodos de resistencia al fuego					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
Espesores mínimos de la sección	80	120	150	200	240	280

Vigas	Periodos de resistencia al fuego											
	F30		F60		F90		F120		F180		F240	
	e	c	e	c	e	c	e	c	e	c	e	c
Recubrimineto mínimo "c" correspondiente a cada espesor "e"	80	20	120	35	150	50	200	60	240	75	280	85
	120	10	160	30	200	40	240	50	300	65	350	75
	160	10	200	25	280	35	300	45	400	60	500	70
	200	10	300	20	400	30	500	40	600	55	700	65

Losas macizas	Periodos de resistencia al fuego					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
Canto mínimo	100	100	125	125	150	175
Recubrimiento minimo de la armadura principal	10	20	30	40	55	65

Forjados aligerados con bovedillas	Periodos de resistencia al fuego					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
Canto mínimo	100	110	140	160	175	190
Ancho mínimo del nervio	50	70	80	90	100	125
Recubrimiento minimo de la armadura principal	10	20	30	40	55	65

Muros	Periodos de resistencia al fuego					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
Espesor mínimo	100	120	140	160	200	240
Recubrimiento minimo	10	10	15	25	25	25

Piezas en tracción simple o compuesta	Periodos de resistencia al fuego					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
Dimensión mínima de la sección transversal	80	120	150	200	240	280
Recubrimiento mínimo de la armadura principal	20	35	50	60	75	85

APÉNDICE C

RESUMEN DE INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CUARTO DE BOMBAS Y EQUIPOS DE BOMBEO			
Bomba vertical, 500 GPM @ 115 PSI con motor a diesel, con su tablero, accesorios y válvulas de alivio Bomba vertical, 500 GPM @ 115 PSI con motor eléctrico, accesorios y válvulas de alivio Bomba Jockey de 10 GPM @ 200 PSI Max, eléctrica con su tablero, accesorios y válvulas de alivio	1 Conjunto	$87.000,00	$87.000,00
LADO DE DESCARGA:			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 6"	6 m.	$58,00	$348,00
Tees de 6"	2 u.	$35,09	$70,18
Válvulas cheque de 6"	2 u.	$350,00	$700,00
Válvulas de compuerta de eje ascendente de 6", bridada	1 u.	$439,76	$439,76
Bridas de 6"	7 u.	$22,80	$159,60
RETORNO CON MEDIDOR DE CAUDAL:			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 30 de 6"	6 m.	$54,62	$327,72
Codos 90º de 6"	2 u.	$22,31	$44,62
Medidor de caudal para 500 GPM	1 u.	$120,00	$120,00
Bridas de 6"	7 u.	$22,80	$159,60
Codos 90º de 6"	1 u.	$22,31	$22,31
Válvulas de compuerta de eje ascendente de 6", bridada	2 u.	$439,76	$879,52
BOMBA JOCKEY			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 1¼"	6 m.	$9,51	$57,06
Codos 90º de 1½"	3 u.	$1,92	$5,76
Tees de 1½"	1 u.	$2,55	$2,55
Válvulas de compuerta de 1½"	1 u.	$50,00	$50,00
Válvulas cheque de 1½"	1 u.	$50,00	$50,00
Unión universal de 1½"	1 u.	$10,00	$10,00
TANQUE DE DIARIO DE DIESEL			
Tanque de diario	1 u.	$500,00	$500,00
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 1¼"	18 m.	$5,97	$107,46
Codos 90º de 1¼"	6 u.	$0,96	$5,76
Válvulas de compuerta para diesel de 1¼"	2 u.	$45,00	$90,00
Unión universal de 1¼"	1 u.	$6,00	$6,00
Filtro de diesel	1 u.	$120,00	$120,00
CONTROLADORES			
Material eléctrico, cables y tuberías	1 Conjunto	$200,00	$200,00
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 1"	18 m.	$5,97	$107,46
Tees de 1"	6 u.	$1,33	$7,98
Codos 90º de 1"	6 u.	$0,96	$5,76
Válvulas de globo de 1"	8 u.	$30,00	$240,00
Válvulas cheque de 1"	4 u.	$30,00	$120,00
Unión universal de 1"	2 u.	$6,00	$12,00
Tapones rosca externa de 1"	4 u.	$2,00	$8,00
TOTAL CUARTO DE BOMBAS Y EQUIPOS DE BOMBEO			**$91.977,10**
ANILLO PRINCIPAL DE TUBERÍAS, ÁREA ADMINISTRATIVA Y EXTERIORES			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 6"	790 m.	$58,00	$45.820,00
Codos 90º de 6"	14 u.	$22,31	$312,34
Codos 45º de 6"	2 u.	$17,00	$34,00
Tees de 6"	13 u.	$35,09	$456,17
Reducciones P/S 6" a 4"	9 u.	$11,41	$102,69
Pintura anticorrosiva gris	20 gal	$15,00	$300,00
Esmalte rojo brillante	20 gal	$15,00	$300,00
Pintura asfáltica	5 gal	$25,00	$125,00
Excavación para tubería enterrada	58 m³	$18,00	$1.044,00
Canal para tubería, con rejilla	31 m.	$60,00	$1.860,00
Soportes de hormigón armado, con abrazaderas	170 u.	$22,00	$3.740,00
Bridas de 6"	86 u.	$22,80	$1.960,80
Válvulas de compuerta de eje ascendente de 6", bridada	3 u.	$439,76	$1.319,28
Electrodos, lijas, brochas, etc.	1 Conjunto	$300,00	$300,00
Equipos portátiles autoeductores de espuma	2 u.	$2.800,00	$5.600,00
Hidrantes de 2½", ingreso de 6"	9 u.	$650,00	$5.850,00
Gabinetes de mampostería para mangueras de 2½"	3 u.	$250,00	$750,00
Válvulas cheque de 6"	1 u.	$126,30	$126,30
Siamesa 2 × 2½" × 6"	1 u.	$400,00	$400,00
TOTAL ANILLO PRINCIPAL DE TUBERÍAS, ÁREA ADMINISTRATIVA Y EXTERIORES			**$70.400,58**

RED DE TUBERÍAS Y TOMAS DE AGUA PARA BODEGAS, CULINARIOS Y ÁREA DE SALSAS			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 2"	91 m.	$9,51	$865,41
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 4"	178 m.	$33,00	$5.874,00
Codos 90º de 4"	1 u.	$20,00	$20,00
Tees de 4"	4 u.	$14,15	$56,60
Codos 90º de 2"	26 u.	$2,50	$65,00
Reducciones P/S 4" a 2"	5 u.	$10,00	$50,00
Reducciones bushing 2" x 1½"	12 u.	$5,00	$60,00
Pintura anticorrosiva gris	6 gal	$15,00	$90,00
Esmalte rojo brillante	6 gal	$15,00	$90,00
Soportes escuadra	54 u.	$28,00	$1.512,00
Electrodos, lijas, brochas, etc.	1 Conjunto	$150,00	$150,00
Gabinete metálico 70cm. × 70cm. × 20 cm.	12 u.	$100,00	$1.200,00
Válvula angular de 1½" de bronce	12 u.	$55,00	$660,00
Neplo de bronce de 1½"	12 u.	$35,00	$420,00
Brazo soporte para manguera de doble chaqueta de 1½" × 30m.	12 u.	$80,00	$960,00
Manguera de doble chaqueta y presión de servicio 300 PSI de 1½" × 30 m.	12 u.	$210,00	$2.520,00
Pitón doble uso, chorro y neblina	12 u.	$35,00	$420,00
Llave spanner	12 u.	$15,00	$180,00
TOTAL RED DE TUBERÍAS Y TOMAS DE AGUA PARA BODEGAS, CULINARIOS Y ÁREA DE SALSAS			**$15.193,01**

RED DE TUBERÍAS Y TOMAS DE AGUA PARA ELABORADOS DE CACAO			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 2"	133 m.	$9,51	$1.264,83
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 4"	118 m.	$33,00	$3.894,00
Codos 90º de 2"	17 u.	$2,50	$42,50
Tees de 4"	5 u.	$14,15	$70,75
Reducciones bushing 2" x 1½"	7 u.	$5,00	$35,00
Pintura anticorrosiva gris	6 gal	$15,00	$90,00
Esmalte rojo brillante	6 gal	$15,00	$90,00
Soportes escuadra	51 u.	$28,00	$1.428,00
Electrodos, lijas, brochas, etc.	1 Conjunto	$150,00	$150,00
Gabinete metálico 70cm. × 70cm. × 20 cm.	8 u.	$100,00	$800,00
Válvula angular de 1½" de bronce	8 u.	$55,00	$440,00
Neplo de bronce de 1½"	8 u.	$35,00	$280,00
Brazo soporte para manguera de doble chaqueta de 1½" × 30m.	8 u.	$80,00	$640,00
Manguera de doble chaqueta y presión de servicio 300 PSI de 1½" × 30 m.	8 u.	$210,00	$1.680,00
Pitón doble uso, chorro y neblina	8 u.	$35,00	$280,00
Llave spanner	8 u.	$15,00	$120,00
TOTAL RED DE TUBERÍAS Y TOMAS DE AGUA PARA ELABORADOS DE CACAO			**$11.305,08**

SISTEMA DE INUNDACIÓN PARA ÁREA DE AMONIACO			
Tubería de acero al carbono sin costura, Sch # 40 de 2"	18 m.	$9,51	$171,18
Codos 90º de 2"	2 u.	$2,50	$5,00
Tees de 2" × ½"	3 u.	$3,00	$9,00
Pintura anticorrosiva gris	1 gal	$15,00	$15,00
Esmalte rojo brillante	1 gal	$15,00	$15,00
Soportes	3 u.	$28,00	$84,00
Válvulas de compuerta de eje ascendente de 2", bridada	1 u.	$60,00	$60,00
Válvula de diluvio, accesorios, controladores y detectores de amoniaco	1 Conjunto	$6.440,00	$6.440,00
Rociadores automáticos tipo abierto, K = 5.6	4 u.	$32,00	$128,00
TOTAL SISTEMA DE INUNDACIÓN PARA ÁREA DE AMONIACO			**$6.927,18**

ADECUACIÓN DE LA CISTERNA			
Adecuación de la cisterna	1 Conjunto	$4.500,00	$4.500,00
TOTAL ADECUACIÓN DE LA CISTERNA			**$4.500,00**

OBRA CIVIL Y MONTAJE			
Mano de obra y montaje, puesta en marcha, pruebas hidrostáticas	1 Conjunto	$65.000,00	$65.000,00
TOTAL MONTAJE			**$65.000,00**

SISTEMA DE PREVENCION Y DETECCIÓN			
Señalización y avisos de evacuación	1 Conjunto	$5.000,00	$5.000,00
Curso de brigada de emergencia	1 Programa	$4.580,00	$4.580,00
Sistema de detección y alarma faltante	1 Conjunto	$37.340,00	$37.340,00
TOTAL SISTEMA DE PREVENCION Y DETECCIÓN			**$46.920,00**

APÉNDICE D

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

	ÁREA						MES											
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	**Fabricación**	**Mantenimiento**	**Brigada**	**Comité Paritario**	**Jefaturas**	**Contratistas**	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**
Política del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, objetivos y programas	X	X			X		X											
Política y normas para externos						X	X											
Ruido: Efectos y su control	X	X						X										
Posturas frente al computador					X												X	
Manejo de cargas	X	X														X		
Exposición al calor	X	X							X									
Identificación y control de riesgos			X	X	X										X			
Investigación de accidentes				X	X										X			
Manejo de hojas de seguridad de productos químicos	X	X	X							X								
Plan de emergencias	X	X	X	X	X	X					X							
Seguridad eléctrica	X	X	X			X							X					
Seguridad con GLP	X	X	X										X					
Bloqueo y etiquetado de fuentes de energía	X	X				X							X					
Sistema de Análisis de Trabajo Seguro	X	X		X										X				
Manejo seguro de montacargas	X	X										X						

BIBLIOGRAFÍA

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.