 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE  
SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO,  
PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS  
MORARBE S.A.**

Fabio De Jesús Vélez Galeano

Ingeniería Electromecánica


Asesor. Wimar Moreno Silva

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**  
**Medellín 2018**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## RESUMEN

Este trabajo está enfocado en la necesidad de implementar un sistema de red contra incendio en la empresa Industria Morarbe S.A, ya que en la actualidad no cuenta con uno, por medio de esta propuesta, se intentará dar a conocer, los criterios y pasos necesarios que requiere seguir un ingeniero para el diseño de un sistema contra incendio y que siendo una empresa reconocida en el mercado y que goza de buena confianza, necesita un sistema contra incendios que cuente con las normas internacionales y adecuado a su perfil, se darán a conocer los criterios y pasos necesarios para el diseño de dicho sistema utilizando las normas de seguridad y protección que dicta la National Fire Protection Association (NFPA). Se analizarán inicialmente las condiciones y requerimientos actuales de la empresa donde haremos el estudio, es decir, reconoceremos los riesgos presentes, las instalaciones físicas a proteger y el factor humano a precautelar, para luego determinar por medio de las normas y los cálculos matemáticos el mejor método de extinción, el más eficaz sistema de detección y alarma, la distribución de red de tuberías con sus respectivos accesorios, el diseño del tanque de almacenamiento y la selección del grupo de bombeo. Y finalizaremos con la determinación de los costos actuales del sistema, y una propuesta al plan de mantenimiento que debe aplicarse al sistema.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## RECONOCIMIENTOS

Esta tesis se la dedico principalmente a Dios por haberme dado la vida, quién supo guiarme por el camino del bien, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la confianza y dignidad en mí mismo, ni desfallecer en el intento y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.


Al docente Wimar Moreno Silva, asesor del proyecto de grado, quien aportó sus conocimientos, experiencia y esfuerzo para la culminación de este trabajo de investigación.

A la empresa Industria Morarbe S.A, por facilitarnos el espacio para llevar a cabo nuestro proyecto.

A nuestras familias, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional.


A nuestros compañeros de ingeniería por cada aporte de conocimiento y dedicación en el ciclo académico. Al Instituto Tecnológico Metropolitano por aportar a nuestra formación integral.

Palabras claves: Sistema contra incendio, prevención, combustión, riesgo.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### ACRÓNIMOS


A	Área
AFFF	Espuma formadora de película acuosa.
ANSI	Instituto Nacional de Normas Americanas (American National Standards Institute).
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
D	Diámetro
Db	Decibeles
EPP	Equipo de protección personal.
f	Factor de fricción
g	Gravedad
GPM	Galones por minuto.
h <sub>A</sub>	Carga total de la bomba
h <sub>f</sub>	Pérdida de carga en la tubería de succión, debido a la fricción y pérdidas menores.
h <sub>L1</sub>	Pérdidas por fricción en la tubería
h <sub>L2</sub>	Pérdidas por accesorios
h <sub>LT</sub>	Pérdidas totales

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

hs	Diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba.
hsp	Carga de presión estática (absoluta) sobre el fluido en el almacenamiento.
hvp	Carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
ISO	Organización Internacional de Estandarización (International Organization of Standardization).
K	Coeficiente de resistencia
Log	Logaritmo
Le/D	Longitud equivalente en diámetro de tubería
NFPA	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association).
NR	Número de reynolds.
NSPHA	Succión neta positiva admitida.
NSPHR:	Succión neta positiva requerida.
P	Potencia de la bomba.
Pabs	Presión absoluta.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

PQS	Polvo químico seco.
Pvp	Presión de vapor (absoluta) del líquido a la temperatura a la que se bombea.
Rpm	Revoluciones por minuto.
$v$	Velocidad
$\varphi$	Caudal
$\rho$	Densidad
$\gamma$	Peso específico
$\epsilon$	Rugosidad
$\epsilon/D$	Rugosidad relativa
$\Sigma K$	Sumatoria del coeficiente de resistencia
$\eta$	Viscosidad dinámica

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	15
1.1	Introducción a los sistemas contra incendios .....	15
1.2	Antecedentes.....	16
1.3	Justificación .....	17
1.4	Objetivos.....	18
1.4.1	Objetivo general .....	18
1.4.2	Objetivos específicos.....	18
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar la normatividad NFPA para el diseño de redes contra incendio.....</li> <li>• Establecer las condiciones requeridas para el diseño del prototipo de la red contra incendio bajo las normas NFPA en la empresa Industrias Morarbe S.A. ....</li> </ul>	18
2.	MARCO TEÓRICO.....	20
2.1	Normas NFPA .....	20
2.1.1	General NFPA .....	21
2.1.2	Emisión del Consejo de Normas .....	21


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

2.1.3 NFPA 10.....	22
2.1.4 NFPA 13.....	22
2.1.5 NFPA 14.....	22
2.1.6 NFPA 20.....	23
2.1.7 NFPA170.....	23
2.1.8 NFPA 291.....	23
2.1.9 NFPA 704.....	23
2.1.10 NFPA 2001.....	24
2.2 Incendios.....	24
2.2.1 Sistemas contra incendios.....	24
2.2.2 Sistemas básicos contra incendios.....	25
2.2.2.1 Sistema de detección de incendios convencional.....	25
2.2.2.2 Sistemas de detección y alarma.....	26
2.2.2.3 Sistemas de rociadores automáticos.....	26
2.2.2.4 Sistemas con hidrantes.....	26
2.2.2.5 Sistemas con extintores.....	26
2.2.3 Seguridad industrial y manejo del riesgo.....	27




	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


2.2.3.1 Riesgo. ....	29
2.2.3.2 Clasificación de los riesgos para incendios bajo NFPA 10. ....	29
2.2.3.2.1 Riesgo ligero (bajo). ....	29
2.2.3.2.2 Riesgo ordinario (moderado). ....	29
2.2.3.2.3 Riesgo extra (alto). ....	30
2.2.4 Norma NFPA 704 y afines. ....	30
2.2.4.1 Fuente: Norma NFPA 704. ....	35
2.2.4.2 Materiales combustibles. ....	36
2.2.4.3 Combustibles sólidos. ....	36
2.2.4.4 Combustibles líquidos. ....	36
2.2.4.5 Combustibles gaseosos. ....	37
2.2.5 Clasificación de los fuegos. ....	37
2.2.6 Tipos de fuego. ....	38
2.2.6.1 De superficie o sin llamas. ....	38
2.2.6.2 De llamas. ....	38
2.2.7 Agentes extintores. ....	38
2.2.7.1 Agua. ....	39

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


2.2.7.2 Espuma. ....	39
2.2.7.3 Dióxido de carbono. ....	39
2.2.7.4 Polvo químico seco.....	40
2.2.7.5 Derivados halogenados.....	40
2.2.5 Tipos de extintores. ....	40
2.2.5.1 Extintores tipo A.....	41
2.2.5.2 Extintores tipo B.....	41
.....	42
2.2.5.3 Extintores tipo C.....	42
2.2.5.4 Extintores tipo D.....	42
2.2.5.5 Extintores tipo K.....	44
Estos extintores contienen una solución a base de acetato de potasio para ser utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales no saturados para los que se requiere un agente extintor que produzca un agente refrigerante y que reaccione con el aceite produciendo un efecto de saponificación que sella la superficie aislándola del oxígeno. ....	44
2.3 Tuberías verticales y mangueras NFPA 14 .....	44
2.3.1 Conexiones de manguera.....	44

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


2.3.2 Tuberías enterradas.....	45
2.3.3 Drenaje .....	46
2.3.4 Acoples y uniones.....	47
2.3.5 Reducciones.....	47
2.3.6 Manómetro .....	48
2.3.7 Válvulas.....	49
2.3.8.1 Accesorios de tuberías .....	51
2.3.8.2 Soportes de tuberías.....	51
2.3.9 Hidrantes exteriores.....	53
2.3.9 Gabinetes de mangueras .....	54
2.3.10 Rociadores automáticos.....	56
2.3.10.1 Características de un rociador .....	58
2.3.10.2 Característica de descarga de rociadores .....	59
2.3.10.3 Rociadores en Estanterías.....	61
2.3.10.4 Partes de un sistema de rociadores .....	62
2.3.11 Conexión Siamesa .....	63
2.4 Selección de la bomba .....	64

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

2.4.1 Bomba Jockey .....	65
2.5 Dimensiones del tanque alimentación .....	66
2.6 Mantenimiento del Sistema .....	66
3. METODOLOGÍA .....	75
3.1 Diseño de un prototipo de sistema de red contra incendio, para la empresa industrias Morarbe S.A. ....	75
3.1.1 Análisis del riesgo .....	77
3.1.1.1 Área de producción.....	83
TABLA 1.3.....	85
3.1.1.3 Requerimientos de protección de la planta.....	85
3.1.2 Método de extinción a utilizar.....	88
3.1.3 Selección del sistema de rociadores a utilizar .....	92
3.1.4 Determinación del caudal requerido y cálculo del cabezal dinámico total (TDH) .....	98
3.1.4.1 Requisitos de demanda de agua: método tabulado.....	99
3.1.4.2 Requisitos de demanda de agua: método hidráulico .....	101
3.1.4.3 Cálculo del caudal necesario en el sistema de bombeo .....	102
3.1.4.4 Fuente de suministro de agua .....	106


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

3.1.4.5 Cálculo de cabezal dinámico total (TDH) .....	107
3.1.5 Dimensión y selección de tuberías .....	115
3.1.6 Selección de Rociadores .....	118
3.1.7 Selección y ubicación de cajetines de mangueras .....	120
3.1.8 Selección de extintores .....	123
3.1.9 Selección del sistema de bombeo .....	125
3.1.10 Propuesta Comercial Proyecto Industrias Morarbe S.A .....	126
3.1.11 Plan de mantenimiento preventivo y pruebas del sistema.....	135
3.1.11.1 Plan de mantenimiento del reservorio .....	135
3.1.11.2 Plan de mantenimiento de los equipos de bombeo.....	135
3.1.11.3 Plan de mantenimiento del sistema de columna de agua y mangueras .....	137
3.1.11.4 Plan de mantenimiento del sistema de rociadores automáticos.....	137
3.1.11.5 Plan de mantenimiento de las válvulas de control.....	138
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	139
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	140
5.1 CONCLUSIONES.....	140
5.2 RECOMENDACIONES .....	142

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

5.3 TRABAJO FUTURO ..... 144

REFERENCIAS .....147

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 1. INTRODUCCIÓN


### 1.1 Introducción a los sistemas contra incendios

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un prototipo de sistema contra incendios, específicamente en las áreas de; producción, almacenamiento de producto terminado y almacenamiento de químicos en área de tintorería, basándose estrictamente en los requisitos que exige la N.F.P.A., cuyas siglas en ingles significan National Fire Protection Association.

El estudio comenzará mencionando las diferentes normas que, desde su creación, ha elaborado y publicado la N.F.P.A., para que sean aplicadas en las diferentes situaciones que se presentan en la sociedad, con el único fin de precautelar los bienes y las personas.

Se dará una breve explicación de los tipos de fuego, los agentes extintores, los diferentes métodos y mecanismos de extinción y detección de incendios que existen en la actualidad, la selección de la red de tuberías, rociadores automáticos, grupo de bombeo con su respectivos accesorios y los cálculos para determinar si el tanque de almacenamiento existente en la empresa Industrias Morarbe, cumple con las exigencias de la norma NFPA y no requieren dela fabricación de un tanque de abastecimiento del sistema nuevo.

Además, se indicará los mantenimientos preventivos que se deben a aplicar a los diferentes componentes del sistema contra incendio para garantizar su correcto funcionamiento y operación.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Para luego entrar a la parte de diseño del prototipo de sistema contra incendios, que consiste en la determinación del mejor sistema de extinción y detección de incendios.

## 1.2 Antecedentes


La empresa Industrias Morarbe S.A, fue fundada en 1963, por un grupo familiar Antioqueño que asumieron el reto de entregarle a la ciudad de Itagüí una industria de confecciones y tintorería, que en forma técnica y económica, cubriera las necesidades del sector de la confesión.

Desde su creación, Industrias Morarbe ha mantenido una permanente innovación en sus sistemas de producción y en los servicios prestados a sus clientes, siendo necesario reinvertir sus beneficios, con la finalidad de dotarle a la empresa de una tecnología avanzada y personal capacitado.

Esta condición, hace necesario que los principales responsables de la empresa propongan el desarrollo del proyecto de control y eliminación de los factores de incendio a través de un sistema propio, adaptado a la eventualidad y posibilidad de riesgos en cada una de las áreas de producción.

La propuesta de este trabajo radica en una propuesta de un prototipo de red contra incendios que estará bajo la consideración de la norma NFPA, quienes desde 1896 supervisan el desarrollo y mantenimiento de más de 300 códigos y normas para protección contra incendios que incluyen



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


código de seguridad humana, código uniforme contra incendios, el código de alarmas contra incendios y el código eléctrico.

### 1.3 Justificación

La necesidad de reducir posibles daños dentro de las instalaciones de la empresa Industrias Morarbe, evitar daños a infraestructuras o equipos de difícil reemplazo, así como el hecho de reducir los tiempos de respuestas ante emergencias, disminuir los posibles costos derivados del combate de incendios y posteriores reparaciones para el reinicio de actividades normales en las áreas productivas de la empresa, y principalmente el cuidado de la salud de los trabajadores, hace imperioso el empleo de un sistema contra incendios para las instalaciones de la misma.

La ausencia de las suficientes herramientas y de rápida acción ante la posibilidad de presentarse un incendio de gran magnitud, hace que esta empresa de confesión requiera de la implementación de políticas de reacción y actuación para lograr una rápida respuesta para el manejo y control de este tipo de riesgo, así como de consideraciones que deben cumplirse para lograr el mantenimiento adecuado de las instalaciones, control de fugas y derrames y finalmente del control de emanaciones de gases, humos y vapores que puedan afectar a los zonas aledañas a la empresa.

Actualmente no se cuenta con un sistema que permita manejar estas actividades y reducir los costos y daños que podrían producirse dentro de las instalaciones de la empresa y sus zonas de influencia. Una posible para, repercute en grandes pérdidas económicas.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Como estudiante del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, programa académico de ingeniería electromecánica, al contar con las competencias formativas en sistemas electromecánicos, manejo de normativas y mecánica de los fluidos principalmente, se hace prioritario el desarrollo de la presente propuesta de trabajo de grado “Diseño de un prototipo de sistema de red contra Incendio, para la empresa Industrias Morarbe S.A, dedicada a la tintorería y confección”.

## **1.4 Objetivos**


### **1.4.1 Objetivo general**

Diseño de un prototipo de un sistema de red contra incendio propuesto para la empresa Industrias Morarbe S.A, bajo las normas NFPA.

### **1.4.2 Objetivos específicos**


- Estudiar la normatividad NFPA para el diseño de redes contra incendio.
- Establecer las condiciones requeridas para el diseño del prototipo de la red contra incendio bajo las normas NFPA en la empresa Industrias Morarbe S.A.

Se dará una breve explicación de la selección para Riesgos Específicos, los agentes extintores, los diferentes métodos y mecanismos de extinción y detección de incendios que existen en la actualidad para luego entrar a la parte de diseño del sistema contra incendios, que consiste en la determinación del mejor sistema de extinción y detección de incendios y la selección de la red de

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

tuberías, rociadores automáticos, grupo de bombeo con su respectivos accesorios y la determinación de la capacidad del tanque de abastecimiento del sistema.


Diseñar el prototipo de una red contra incendios bajo las normas NFPA, que incluye: cálculo del sistema hidráulico, cuarto de bombeo, tanque de almacenamiento de agua y una propuesta de mantenimiento del sistema.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Normas NFPA

Desde 1896, la NFPA se ha dedicado a proteger vidas y bienes de los efectos devastadores de los incendios y otros peligros. A través de los Códigos Nacionales contra Incendios de la NFPA, desarrollo profesional, educación, programas de asistencia a la comunidad, e investigación, la NFPA continúa siendo la asesora mundial en seguridad contra incendios, eléctrica y de edificación. Los miembros de la NFPA suman más de 75,000 individuos representando más de 100 países. Actualmente la NFPA ha establecido oficinas en Canadá, México, Francia y China, y un gran número de nuestros códigos y normas han sido traducidos a diferentes idiomas incluyendo castellano, francés, chino, japonés y árabe entre otras. La Asociación también trabaja a través de variadas relaciones de colaboración con sus contrapartes alrededor del mundo para ayudar a nuestros miembros y voluntarios en el uso de códigos, y temas de seguridad contra incendios y seguridad humana pertinentes a sus países.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.1.1 General NFPA

El sistema de desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es un proceso abierto basado en el consenso que ha producido algunos de los más referenciados materiales en la industria de la protección contra incendios, incluyendo el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana, el Código de Incendios, y el Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señalización. NFPA también es un líder en la promoción de programas educacionales de seguridad contra incendios y de vida como el programa de prevención de incendios y cuenta con los programas de primeros auxilios.

### 2.1.2 Emisión del Consejo de Normas

Una de las responsabilidades primarias del Consejo de Normas de la NFPA, como órgano supervisor del proceso de desarrollo de códigos y normas NFPA, es la de actuar como emisor oficial de los códigos y normas NFPA. Cuando se reúne para emitir documentos NFPA, también escucha cualquier apelación relacionada con el Documento. Las Apelaciones son una parte importante para asegurar que se han cumplido todas las reglas NFPA y que se ha mantenido el debido proceso y la debida imparcialidad a través del proceso de desarrollo de códigos y normas. El Consejo considera las apelaciones tanto por escrito como en forma de audiencias de las cuales pueden participar todas las partes interesadas. Decide las apelaciones basado tanto en el historial completo del proceso como en las presentaciones sobre las apelaciones. Luego de decidir sobre las apelaciones referidas al Documento presentado, el Consejo, si lo juzga apropiado, procede a

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

emitir el Documento como código o norma oficial de la NFPA. Sujeto únicamente a revisión de la Junta Directiva de la NFPA, la Decisión del Consejo de Normas es final, y el nuevo código o norma NFPA entra en vigencia los veinte días de realizada la emisión del Consejo de Normas.

### **2.1.3 NFPA 10**


Extintores, las estipulaciones de esta norma se dirigen a la selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extinción portátiles.

### **2.1.4 NFPA 13**

Sistemas de rociadores automáticos, esta norma proporciona los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y sistemas de rociadores para protección contra la explosión al fuego; incluyendo el carácter y adecuación de las fuentes de abastecimiento de agua y la selección de los rociadores, tuberías, válvulas, y todos los materiales y accesorios.

### **2.1.5 NFPA 14**

Normas para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras, esta norma contempla los requisitos mínimos para la instalación de sistemas de tuberías. Verticales y mangueras.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **2.1.6 NFPA 20**

Instalación de bombas estacionarias contra incendios, cuarto de bombeo, esta norma trata lo relativo a la selección e instalación de bombas que suministran líquido a sistemas privados de protección contra incendio.

### **2.1.7 NFPA170**

Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego, esta norma presenta símbolos para usar en seguridad contra el fuego y los riesgos asociados. El propósito de esta norma es estandarizar los símbolos usados en la representación de riesgos asociados con el fuego.

### **2.1.8 NFPA 291**


Clasificación de hidrantes, esta norma establece la clasificación de los hidrantes tomando en consideración el riesgo: alto, ligero o moderado.

Clase I y III para hidrantes de 2 ½” para ser utilizados por el departamento de bomberos o personal entrenado.

Clase II para hidrantes de 1 ½” para ser utilizados tanto por cuerpo de bomberos como el personal del edificio con o sin entrenamiento.

### **2.1.9 NFPA 704**

Clasificación de productos químicos, este código explica el diamante del fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **2.1.10 NFPA 2001**

Sistemas de extinción de incendios especiales, esta norma describe los requisitos de diseño, instalación y mantenimiento para los sistemas de extinción de incendios mediante agentes limpios. Los agentes limpios son agentes extintores gaseosos que no dejan residuos y que no transmiten electricidad.

## **2.2 Incendios**

Un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, es decir, con gran evacuación de calor. El reductor se denomina combustible y el oxidante comburente; las reacciones entre los dos se denominan combustión.

### **2.2.1 Sistemas contra incendios.**


Un sistema de protección contra incendios es el conjunto de medidas que se disponen en edificaciones, fábricas, construcciones, y todo tipo de entidades para protegerlos contra la acción del fuego. Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

Salvar vidas humanas

Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego. Conseguir que las actividades de las empresas puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

Para poder determinar las medidas de prevención y protección necesarias para controlar los riesgos de incendio en las instituciones, se debe evaluar el grado de riesgo, para así, tomar las medidas adecuadas según el caso. Para esto se debe considerar lo siguiente:



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

El riesgo de que el incendio se inicie.

El riesgo de que el incendio se propague.

El riesgo de que el incendio se inicie o se propague viene determinado por las medidas de prevención no adoptadas.

### **2.2.2 Sistemas básicos contra incendios.**


Según su configuración y tecnología de fabricación, los sistemas de detección de incendios se clasifican en:

#### **2.2.2.1 Sistema de detección de incendios convencional.**

Las instalaciones de detección de incendios convencionales son concebidas para una máxima duración y mínimo mantenimiento, además de su facilidad de manejo, por lo que son muy comunes en pequeños locales comerciales y garajes de viviendas, además de ser una instalación de obligado montaje en prácticamente todos los locales citados anteriormente.

En caso de incendio esta central sólo nos dice qué zona está en alarma, pero no la ubicación exacta del detector en alarma.

Asimismo, en un sistema de detección analógico se pueden integrar centrales de detección convencional o de extinción automática por gases, y ser controladas desde la misma central analógica, lo que hace de este sistema el más completo en cuanto a instalaciones de detección de incendios se refiere.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

#### **2.2.2.2 Sistemas de detección y alarma.**

Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y evacuación.

#### **2.2.2.3 Sistemas de rociadores automáticos.**

Los sistemas de rociadores automáticos desempeñan simultáneamente dos funciones con idéntica eficacia: detección y extinción de incendios.


Los sistemas se activarán automáticamente para controlar el fuego. El tiempo de vida útil de los rociadores automáticos depende en gran medida de las condiciones ambientales a las que se encuentren sometidos.

#### **2.2.2.4 Sistemas con hidrantes.**

Los sistemas con hidrantes son equipos que suministran gran cantidad de agua en poco tiempo, se conecta y forma parte íntegramente de la red de agua específica de protección contra incendios del establecimiento a proteger, permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios. El agua puede obtenerla de la red urbana de abastecimiento o de un depósito, mediante una bomba.

#### **2.2.2.5 Sistemas con extintores.**

Son los dispositivos de control de incendios más utilizados a nivel no profesional, por su conveniencia, costo y disponibilidad. Los extintores como dispositivos de control tienen como base la acción del agente extintor que contiene que ataca uno de los cuatro elementos del

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

tetraedro de fuego. Es decir realiza la extinción por reducción de temperatura, eliminación de oxígeno, combustible, inhibición de la reacción en cadena.

### **2.2.3 Seguridad industrial y manejo del riesgo.**


La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria, además es el conjunto de actividades destinadas a la identificación, prevención de riesgos de trabajo y control mediante la aplicación de medidas normativas y correctivas estandarizadas.

La innovación tecnológica, el cambio de maquinarias, la capacitación de los trabajadores y los controles habituales son algunas de las actividades vinculadas a la seguridad industrial.

No puede obviarse que, muchas veces, las empresas deciden no invertir en seguridad para ahorrar costos, lo que pone en riesgo la vida de los trabajadores y el de las instalaciones mismas; por lo tanto, requiere de la protección de los empleados a través de minimizar los riesgos en la fuente generadora (del riesgo), en el medio, y más importante aún, en el individuo (equipo de protección personal) y su permanente monitoreo médico.

Cabe destacar que la seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar que nunca se producirá ningún tipo de accidente. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir los siniestros.

Un aspecto muy importante de la seguridad industrial es el uso de estadísticas, que le permite advertir en qué sectores suelen producirse los accidentes para extremar las precauciones. De

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

todas formas, la seguridad absoluta nunca puede asegurarse. Los aspectos por los cuales la seguridad industrial es importante son los siguientes:

Prevención de accidentes de trabajo.

Control de riesgos

Control en el comportamiento humano.

Manejo de estadísticas.


Prevención de incendios.

Control en los elementos de protección personal.

Cambio de mentalidad a través de la capacitación.

La finalidad de toda organización de seguridad industrial y de salud ocupacional en cualquier actividad es ayudar a la dirección a que establezca y tenga en vigor un programa destinado a proteger a los empleados y aumentar la producción satisfactoriamente, sin sacrificar la prevención y control de accidentes que afectan a cualquiera de los elementos de la producción a saber: mano de obra, equipo, materiales, calidad, maquinaria, costos, herramientas, productividad, medio ambiente.

Los principales riesgos en la industria están vinculados a los accidentes, que pueden tener un importante impacto ambiental y perjudicar a regiones enteras, aún más allá de la empresa donde ocurre el siniestro.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **2.2.3.1 Riesgo.**

El riesgo es la probabilidad de que se produzca un evento adverso, que ponga en peligro el confort y la salud de un trabajador, así como la integridad de las instalaciones, equipo, maquinaria, etc.

Los riesgos se clasifican en: físicos, químicos, biológicos, mecánicos, ergonómicos, psicosociales y de accidentes mayores; esta es la clasificación general que obedece a los estándares internacionales, pero, para fines de esta investigación, se tomará en cuenta únicamente la clasificación bajo la norma NFPA.

### **2.2.3.2 Clasificación de los riesgos para incendios bajo NFPA 10.**


Los riesgos se clasifican en:

#### **2.2.3.2.1 Riesgo ligero (bajo).**

Son aquellos en donde el total de materiales combustibles de clase A y clase B es de menor cantidad, y la cantidad de combustible de clase A no supera un galón en cualquier lugar del área.

#### **2.2.3.2.2 Riesgo ordinario (moderado).**

Son aquellos en donde el total de materiales combustibles de clase B es moderado y la cantidad total de inflamable clase B está entre 1 y 5 galones en cualquier lugar del área.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **2.2.3.2.3 Riesgo extra (alto).**

Son aquellos en donde la cantidad de materiales combustibles clase A es alta y la cantidad de materiales combustibles clase B están presentes en concentraciones mayores a 5 galones en cualquier lugar del área.


### **2.2.4 Norma NFPA 704 y afines.**

La norma NFPA 704 es el código que explica el diamante de fuego que es establecido por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protección Association), utilizado para comunicar los riesgos de los materiales peligrosos. Es importante para ayudar a mantener el uso seguro de productos químicos.

Las cuatro divisiones tienen colores asociados con un significado, el azul hace referencia a los riesgos para la salud, el rojo indica el peligro de inflamabilidad y el amarillo los riesgos por reactividad: es decir, la inestabilidad del producto.

A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo). Por su parte, en la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, corrosivos, reactivos con agua o radiactivos.


A continuación nombraremos cómo se utiliza el diagrama según la norma y que información lleva cada una de sus casillas o rombos.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 1. Peligros a la salud, rombo azul**

No.	DESCRIPCIÓN
4	Materiales que en muy poco tiempo pudieran causar la muerte o daños permanentes, aunque se hubiera recibido pronta atención médica.
3	Materiales que en un corto tiempo pudieran causar daños temporales o residuales, aunque se hubiera recibido pronta atención médica.
2	Materiales que en exposición intensa o continuada pudieran causar incapacitación temporal o posibles daños residuales a menos que se dé pronta atención médica.
1	Materiales que en exposición causan irritación, pero solo leves lesiones residuales, incluso si no se da tratamiento.
0	Materiales que en exposición en condiciones bajo el fuego no ofrecen peligro más allá que el de un material combustible ordinario.


**Fuente: Norma NFPA 704**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 2. Peligros de inflamabilidad o incendio, rombo rojo**

No.	DESCRIPCIÓN
4	Materiales que se vaporizan rápida o completamente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal y se queman fácilmente en el aire.
3	Líquidos y sólidos que pueden encenderse bajo casi cualquier temperatura ambiente.
2	Materiales que deben ser calentados moderadamente o ser expuestos a temperatura ambiente relativamente alta antes de que tenga lugar la ignición.
1	Materiales que deben ser precalentados antes que tenga lugar la ignición.
0	Materiales que no arderán




	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Fuente: Norma NFPA 704**

**Tabla 3. Peligros de reactividad, rombo amarillo**


No.	DESCRIPCIÓN
4	Materiales que son capaces de detonar fácilmente o de tener descomposición explosiva o reacciona a temperaturas o presiones normales.
3	Materiales que son capaces de tener reacción de detonación o explosión pero requieren una fuerte fuente de ignición.
2	Materiales que en si son normalmente inestables y sufren fácilmente un cambio químico violento, pero no detonan o pueden reaccionar violentamente con agua o pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua.
1	Materiales que en si son normalmente estables, pero los cuales pueden hacerse inestables a temperaturas elevadas o reaccionar con agua con alguna liberación de energía, pero no violentamente.
0	Materiales que en si son normalmente estables, incluso cuando son expuestos al fuego, y que no reaccionan con agua.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Fuente: Norma NFPA 704**

Casilla especial, rombo blanco, el bloque blanco está designado para información especial acerca del producto químico. Por ejemplo, puede indicar que el material es radiactivo. En este caso, se emplea el símbolo correspondiente e internacionalmente aceptado. Si el material es reactivo, se usa una W atravesada por una raya para indicar que un material puede tener una reacción peligrosa al entrar en contacto con el agua. No quiere decir "no use el agua" ya que algunas formas de agua, niebla o finamente rociada pueden utilizarse en muchos casos.

Lo que realmente significa este signo es: el agua puede originar ciertos riesgos, por lo que deberá utilizarse con cautela hasta que esté debidamente informada. Las letras OXY indican la existencia de un oxidante, ALC se usa para identificar materiales alcalinos, ACID para ácidos, CORR para corrosivos y el símbolo internacional para los materiales radiactivos: O.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




**Figura 1. Diamante de fuego NFPA 704**

Fuente: Norma NFPA 704

#### 2.2.4.1 Fuente: Norma NFPA 704

Tetraedro de fuego. Para que se produzca el fuego o la explosión tienen que coexistir los siguientes elementos: combustible, oxígeno y energía en forma de calor; existe un cuarto elemento a tener en cuenta: la reacción de los gases de la combustión entre sí y con el propio oxígeno del aire lo que produce una reacción en cadena.

	<p>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

De esta forma, como resultado de la misma combustión, el triángulo de fuego se transforma en un tetraedro de fuego, que permite su propagación. Si llegara a faltar uno de sus cuatro elementos la combustión no tendría lugar o se extinguiría rápidamente.



**Figura 2. Triángulo de fuego**

Fuente: <http://rhr94.blogspot.com/2012/06/tetraedro-del-fuego.html>

#### **2.2.4.2 Materiales combustibles.**


Básicamente, un combustible es toda sustancia que, bajo ciertas condiciones, resulta capaz de arder.

#### **2.2.4.3 Combustibles sólidos.**

Los materiales sólidos más combustibles son de naturaleza celulósica (en general, papel).

#### **2.2.4.4 Combustibles líquidos.**

Los líquidos inflamables son muy usados en distintas actividades, y su empleo negligente o inadecuado provoca muchos incendios.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Los líquidos no arden, los que lo hacen son los vapores que se desprenden de ellos. Los combustibles líquidos más pesados -como los aceites- no arden a temperaturas ordinarias, pero cuando se los calienta, desprenden vapores que, en forma progresiva, favorecen la posibilidad de la combustión, cuya concreción se logra a una temperatura suficientemente alta.

#### **2.2.4.5 Combustibles gaseosos.**

Los gases inflamables arden en una atmósfera de aire o de oxígeno. Es necesario conocer algunos aspectos relevantes acerca de lo que es el fuego, por esto existen diferentes clases de fuego y distintos tipos de fuego.


#### **2.2.5 Clasificación de los fuegos.**

Las clases de fuegos se designan con las letras A-B- C-D-K.

Clase A.- Fuegos que se desarrollan sobre combustible sólidos, ejemplo: madera, tela, goma, papel, etc.

Clase B.- Fuegos sobre líquidos inflamables, grasa, pinturas, ceras, asfalto, aceites, etano, metano, gasolina, etc.

Clase C.- Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica, ejemplo: motores, transformadores, cables, tableros, interruptores, cajas de fusibles, etc.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Clase D.- Fuegos sobre metales combustibles, ejemplo: magnesio, titanio, potasio, sodio, circonio, uranio, etc. Estos metales arden a altas temperaturas y exhalan suficiente oxígeno como para mantener la combustión, pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos. La acción del matafuego puede tener un efecto contraproducente, pero, eventualmente, la utilización de arena o tierra es efectiva.

Clase K.- Los fuegos de la clase K implican el combustible de cocina como grasas, aceites, etc. Un agente químico mojado especial extingue y suprime estos fuegos muy calientes.

### **2.2.6 Tipos de fuego.**

Desde el punto de vista de la forma en que se exteriorizan, los fuegos pueden ser tipificados en dos grupos:


#### **2.2.6.1 De superficie o sin llamas.**

Este tipo de fuego también recibe el nombre de brasa, superficie al rojo, incandescencia, etc., su característica fundamental es la ausencia de llamas.

#### **2.2.6.2 De llamas.**

Son la evidencia directa de la combustión de gases o vapores de líquidos inflamables que a su vez pueden ser luminosas y no luminosas.

### **2.2.7 Agentes extintores.**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Los agentes pueden ser encontrados en estado líquido, sólido y gaseoso. Los agentes más utilizados en la extinción de incendios son los siguientes: agua, espuma, anhídrido carbónico, polvo químico seco.

#### **2.2.7.1 Agua.**

Es el agente extintor más empleado, debido a su abundancia y a su relativo bajo costo. Además, el método más común de extinción de incendios es el de enfriamiento, y la característica del agua en estado líquido es su temperatura promedio de 15° C, lo que lo hace idóneo para dicho fin.

#### **2.2.7.2 Espuma.**

Está constituida de una gran cantidad de bolas de aire o gas ( ) formadas por películas de agua. Para que se formen las películas es necesario mezclarla con un agente espumante. El objetivo de la formación de espuma es volver al agua más liviana gasificándola para que de esta manera pueda flotar sobre los líquidos (combustibles).


#### **2.2.7.3 Dióxido de carbono.**

El anhídrido carbónico o bióxido de carbono, es un gas que se utiliza en la extinción de incendios y que tiene las siguientes propiedades:

Es incombustible e inerte (no reacciona químicamente).

Se almacena comprimido.

Es incoloro e inodoro.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Fácilmente licuable solidificarle, mediante compresión y enfriamiento.

No es apto para fuegos de clase D pues los materiales incendiados descomponen en sus productos básicos (carbono y oxígeno), proporcionando combustible y comburente al fuego.

#### **2.2.7.4 Polvo químico seco.**

El polvo químico seco (PQS) es una mezcla de sales metálicas finamente pulverizadas. Los compuestos más utilizados son: bicarbonato sódico, bicarbonato potásico y fosfato amónico. Los polvos químicos no son tóxicos, aunque su uso en gran cantidad puede causar dificultades respiratorias al producirse una atmósfera particulada que también puede dificultar la visión.


#### **2.2.7.5 Derivados halogenados.**

Son productos químicos resultantes de la halogenación de hidrocarburos. Antiguamente se empleaban el tetra cloruro de carbono y el bromuro de metilo, hoy prohibidos en todo el mundo debido a su gran toxicidad. Pueden emplearse en fuegos sólidos (clase A), de líquidos (clase B) y gases (clase C). No son conductores de la corriente eléctrica, no dejan residuo alguno, pero al ser ligeramente tóxicos debe ventilarse los locales después de su uso.

#### **2.2.5 Tipos de extintores.**

Los extintores son equipos para combatir incendios pequeños o incipientes, y se clasifican de acuerdo al agente extintor que contenga.



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.2.5.1 Extintores tipo A.

Son aquellos que contienen agua presurizada, espuma o polvo químico seco. Combaten fuegos que contienen materiales orgánicos sólidos y forman brasas como: madera, papel, plásticos, telas de algodón, etc.

Actúa por enfriamiento de material y remojando el material para evitar que vuelva a encenderse.




**Figura 3. Extintor tipo A, agua presurizada, espuma o polvo químico seco**

Fuente: <http://extintoresspeed.comuf.com/extintores-portatiles-agua-presurizada-a/>

### 2.2.5.2 Extintores tipo B.

Son aquellos que contienen espuma, dióxido de carbono, los de uso múltiple de químico seco común y de halón; se utilizan en incendios provocados por líquidos y sólidos fácilmente inflamables: aguarrás, alcohol, grasa, cera, gasolina, etc. Impiden la reacción química en cadena.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



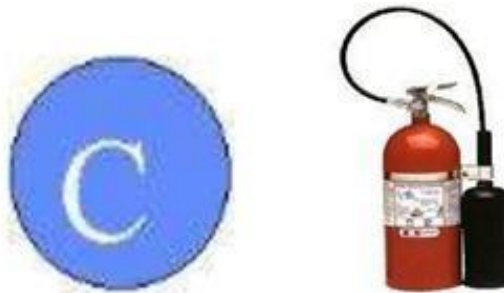
**Figura 4. Extintor tipo B, espuma**

Fuente: <http://rexseinca.com/productos/extintores/>

### 2.2.5.3 Extintores tipo C.

Son aquellos que contienen gas carbónico o dióxido de carbono


-el químico seco común-, son los recomendados para incendios provocados por equipos eléctricos: electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles, y herramientas eléctricas. Los de dióxido de carbono deben usarse con poca presión, porque con mucha potencia pueden esparcir el fuego. Impiden la conducción de la corriente eléctrica.



**Figura 5. Extintor tipo C**

Fuente: <http://rexseinca.com/productos/extintores/>

### 2.2.5.4 Extintores tipo D.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Son aquellos que contienen polvo seco especial para ser utilizados en incendios en los cuales intervienen metales que arden a gran temperatura y necesitan mucho oxígeno para su combustión ya que con el agua o químicos reaccionan violentamente. Enfrían el material por debajo de su temperatura de combustión.



**Figura 6. Extintor tipo D, polvo seco especial**

Fuente: [http://www.lesspiro.com/delme\\_pdf.html](http://www.lesspiro.com/delme_pdf.html)

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.2.5.5 Extintores tipo K.

Estos extintores contienen una solución a base de acetato de potasio para ser utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales no saturados para los que se requiere un agente extintor que produzca un agente refrigerante y que reaccione con el aceite produciendo un efecto de saponificación que sella la superficie aislándola del oxígeno.



**Figura 7. Extintor tipo K, solución a base de acetato de potasio**


Fuente: [http://www.uriseg.cl/producto1\\_5\\_1\\_1.htm](http://www.uriseg.cl/producto1_5_1_1.htm)

## 2.3 Tuberías verticales y mangueras NFPA 14

Las disposiciones corresponden a los requerimientos mínimos de diseño, selección e instalación de los sistemas de extinción de incendios.

### 2.3.1 Conexiones de manguera

La conexión para manguera contra incendios será seleccionada de acuerdo al uso y tamaño de la edificación, atendiendo a la siguiente clasificación:

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

CLASE 1. Sistema con conexión para manguera de 2 1/2 pulgadas (63.5 mm) de diámetro, para suplir agua para el uso del cuerpo de bomberos y personal adiestrado para manejar fuertes chorros de agua contra incendios.


CLASE 2. Sistema con conexión para manguera de 1 1/2 pulgadas (38 mm) de diámetro, para suplir agua en la extinción de incendios por parte de los ocupantes del edificio o por el cuerpo de bomberos, durante la etapa inicial de respuesta.

CLASE 3. Sistema con dos conexiones: una para mangueras de 1 1/2 pulgadas (38 mm) de diámetro para suplir agua en la extinción de incendios por los ocupantes del edificio y otra para manguera de 2 1/2 pulgadas (63.5 mm) de Diámetro, para suplir grandes volúmenes de agua para el cuerpo de bomberos y/o personal adiestrado en el combate de incendios.

### **2.3.2 Tuberías enterradas**

Tuberías exclusivas del sistema de protección contra incendios. Pueden ser de polietileno, PVC, acero u otro material para ese uso. Las conexiones en la superficie de nivel se deberán hacer mediante una transición adecuada.

La pieza de transición se debe proteger ante solventes, daños mecánicos.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### 2.3.3 Drenaje

Todas las tuberías y accesorios del sistema de protección contra incendios se deberán instalar de tal forma que el sistema pueda ser drenado por completo.

Cada tubería vertical (standpipe) deberá tener medios para ser drenada. Se deberá colocar una válvula de drenaje y una tubería para esos fines en el punto más bajo de la tubería vertical, aguas abajo de la válvula aisladora. El agua se deberá descargar al sistema de drenaje del edificio, conforme a las normas para Instalaciones Sanitarias.

para Instalaciones Sanitarias.

<b>Tabla 6. Tamaño del drenaje para Tuberías verticales</b>	
<b>Tamaño de la Tubería vertical</b>	<b>Tamaño de la conexión para drenaje</b>
Hasta 2 pulg(51mm)	3/4 pulg (19 mm) o mayor
2-1/2 pulg(63.5 mm) hasta 3-1/2 pulg(89 mm)	1-1/4pulg (32 mm) o mayor
4 pulg(101 mm) o mayor	2 pulg(51 mm) solamente

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.3.4 Acoples y uniones

No se deberá utilizar uniones roscadas, en tuberías mayores de 2 1/2” pulgadas (36.5 mm) de diámetro nominal. Los acoples y uniones diferentes a los roscados deberán ser de tipos específicamente diseñados para el uso en sistemas de tuberías para protección contra incendios.


**Figura 8, Acoples y Uniones**



Fuente: <http://www.micshoses.com>

### 2.3.5 Reducciones

Donde se requiera efectuar un cambio en el diámetro de la tubería, se deberán utilizar accesorios de reducción de una sola pieza.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



**Figura 9, Acoples y Uniones**

Fuente: <http://www.micshoses.com>

### 2.3.6 Manómetro

Se deberá instalar un manómetro con un dial no menor de


3 1/2 pulgadas (90 mm) de diámetro, en la estación hidráulicamente más desfavorable para comprobar la presión del sistema. El manómetro deberá estar controlado por una válvula no menor de 1/4 de pulgada (6.5 mm) de diámetro, para fines de drenaje.



**Figura 10, manómetro**

Fuente: <http://www.micshoses.com>



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.3.7 Válvulas

Válvula indicadora.



retención (cheques)

Válvula Aisladora



**Figura 11, válvulas**

Fuente: <http://www.micshoses.com>

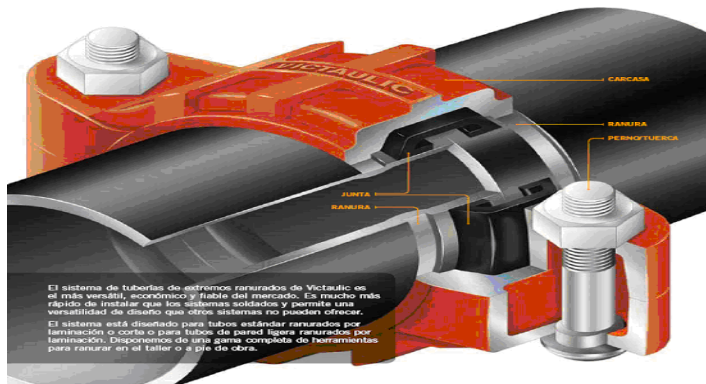
Válvula de



### 2.3.8 Diámetro mínimo de tuberías

Los diámetros en estaciones de mangueras, tuberías, de alimentación se determinan mediante cálculo hidráulico.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




**Figura 12. Unión Victaulic.**

Fuente: <http://www.micshoses.com>

En la red de tuberías se usarán materiales como la fundición dúctil y el acero protegido contra la corrosión como el acero galvanizado pero debido a su alto costo mejor usaremos la tubería de acero normal sin costura, comercialmente conocida como ASTM A53 cedula 40, debido a su alta resistencia mecánica, ya que tienen una presión de ruptura de 3000psi y en los sistemas contra incendios se manejan presiones alrededor de los 100psi, de esta forma nos aseguramos un factor de seguridad muy alto.

Las tuberías serán sometidas a una prueba de hidrostático a 250 psi de presión, por 4 horas mínimo, donde no debe existir indicio de filtración.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 7. Flujo en las tuberías para una  $v=3$  m/s**

Tubería (pulg)	Flujo (gpm)	Flujo (lt/min)
4	390	1476
6	880	3331
8	1560	5905

De la tabla 7 vemos que la tubería de 6 y 4 pulgadas respectivamente nos sirve para soportar los 661gpm que alimentan al sistema completo y los 461 *gpm* que abastecen únicamente al sistema de rociadores.


### 2.3.8.1 Accesorios de tuberías

En el caso de tuberías con diámetros mayores a 2", se utilizará el sistema de uniones Vitaulic con tuberías ranuradas y para tuberías con diámetros menores e iguales a 2", las uniones serán roscadas.

Las roscas en los tubos serán cónicas y de longitud exacta para los accesorios roscados.

### 2.3.8.2 Soportes de tuberías

Para tuberías aéreas se usarán soportes metálicos de 1"x1/8" sujetas con varillas de 1/2" empernadas a la estructura metálica, con una separación máx de 2 m.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Las tuberías verticales deben fijarse en la estructura cada 2,5 m por medio de abrazaderas metálicas tipo U con diámetro d=1/4”, aseguradas a un ángulo metálico de 2”x1/4”, el cual será anclado con pernos a la pared.

Según NFPA 13 2-6, los soportes serán diseñados para soportar 5 veces el peso de la tubería llena de agua más 250 lb en cada punto de soporte.

Tabla 8. Distancia máxima entre soportes.

Máxima distancia entre soportes en(ft)									
Diámetro nominal de la tubería en pulgadas	1	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6
Tubo acero	N/A	12	12	15	15	15	15	15	15
Tubo acero roscado	N/A	12	12	12	12	12	12	N/A	N/A
Tubería Cobre	8	8	8	12	12	12	15	15	15

Tabla 9. Diámetro de varillas de los soportes


Diámetro de la Tubería	Diámetro de varilla de soportes	
	pulg	mm
≤ 4"	03-ago	9.5
5" - 6" - 8"	01-feb	12.7
10" - 12"	05-ago	15.9



Figura 13. Soporte tubería tipo Clevis

Fuente: <http://www.micshoses.com>

Según NFPA 13 4-14.2.1.2, cuando se instalen tuberías para rociadores en estanterías, estas deben soportarse de la estructura de la estantería.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.3.9 Hidrantes exteriores


Los hidrantes en el exterior de la propiedad deberán tener la aprobación de la Autoridad de Agua Potable y Alcantarillado, que controla el suministro de agua en el Distrito donde se instale.

Los hidrantes instalados en el interior de la edificación y que formen parte del sistema de protección contra incendios de la propiedad, deberán estar provistos de un suministro de manguera y accesorios de acuerdo a ésta RTQ.



**Figura 13, hidrante exterior**

Fuente: <http://www.micshoses.com>

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 2.3.9 Gabinetes de mangueras

Los diámetros en estaciones de mangueras, tuberías, de alimentación se determinan mediante cálculo hidráulico.

Dentro del gabinete, la conexión de la manguera deberá estar a por lo menos 1 pulgada (25 mm), de cualquier parte del gabinete y del manubrio de la válvula, en cualquier posición que ésta se encuentre.

El gabinete se deberá dedicar exclusivamente para el uso de equipos contra incendios, y deberá estar identificado como tal.


En el exterior del gabinete se deberá colocar una etiqueta visible que indique: "EL MODO DE USO DE LA ESTACION DE MANGUERAS".



**Figura 14. Gabinete de mangueras clase III.**

Fuente: [http://www.uriseg.cl/producto1\\_5\\_1\\_1.htm](http://www.uriseg.cl/producto1_5_1_1.htm)

Dentro de los diferentes tipos de gabinetes tenemos:


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

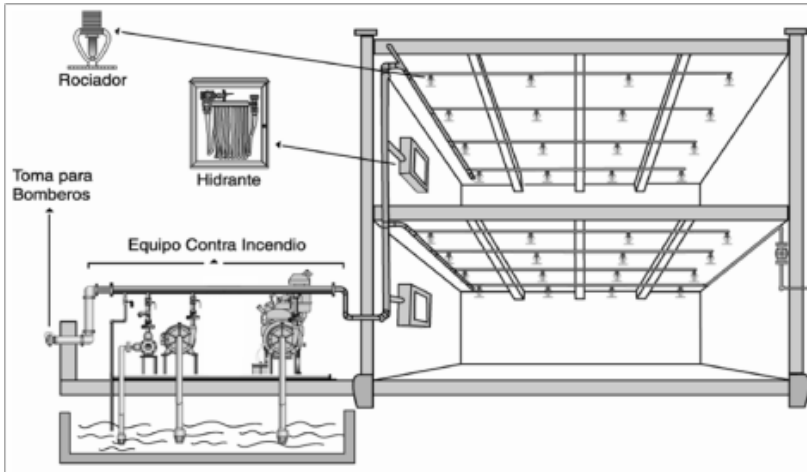
Los sistemas de clase I, que tienen conexiones para mangueras de 2½“(64 mm) en determinados lugares de un edificio con el fin de facilitar una total intervención contra incendios. Estos sistemas están proyectados para ser utilizados por los bomberos.

Los sistemas de clase II, tienen conexiones de 1½“(38 mm) en determinados lugares del edificio, para proporcionar una primera ayuda en caso de incendio.

Los sistemas de clase III, reúnen las características de los de clase I y II. Están proyectados tanto como primera ayuda en caso de incendio como para luchar contra el fuego.

Se instalarán 2 gabinetes de clase III, como se ve en la figura 7., el cual consta de una manguera de lino 1 ½” de diámetro y de longitud 30 metros y tiene conexiones por medio de una válvula de ángulo de 1½” para presión de 250psi, para uso de la brigada contra incendios de la empresa y otra conexión de 2½” para uso exclusivo del cuerpo de bomberos, Además contarán con un extintor de 10 Lbs de polvo químico seco ABC, un hacha de tipo bombero, de 2 ¾ libras de peso y mango de 36” de longitud, una llave tensora spanner para conexión de 1 ½”.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



**Figura 15. Esquema sistema contra incendio.**

Fuente, Diseño propio

Abastecimiento de agua.

Grupo de bombeo.

Red distribución agua: Tubería, siamesa, Gabinetes.

Sistema de Detección.


Sistema de Extinción.

### 2.3.10 Rociadores automáticos

Son dispositivos que descargan agua automáticamente sobre el punto incendiado, en cantidad suficiente para extinguirlo totalmente o impedir su propagación.

El agua llega a los rociadores a través de un sistema de tuberías, generalmente suspendidas del techo.



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Las principales funciones de los rociadores son:

Proteger vidas y bienes.


Proteger las estructuras de edificios que no colapsen. Se dividen:

Rociadores modo de control.

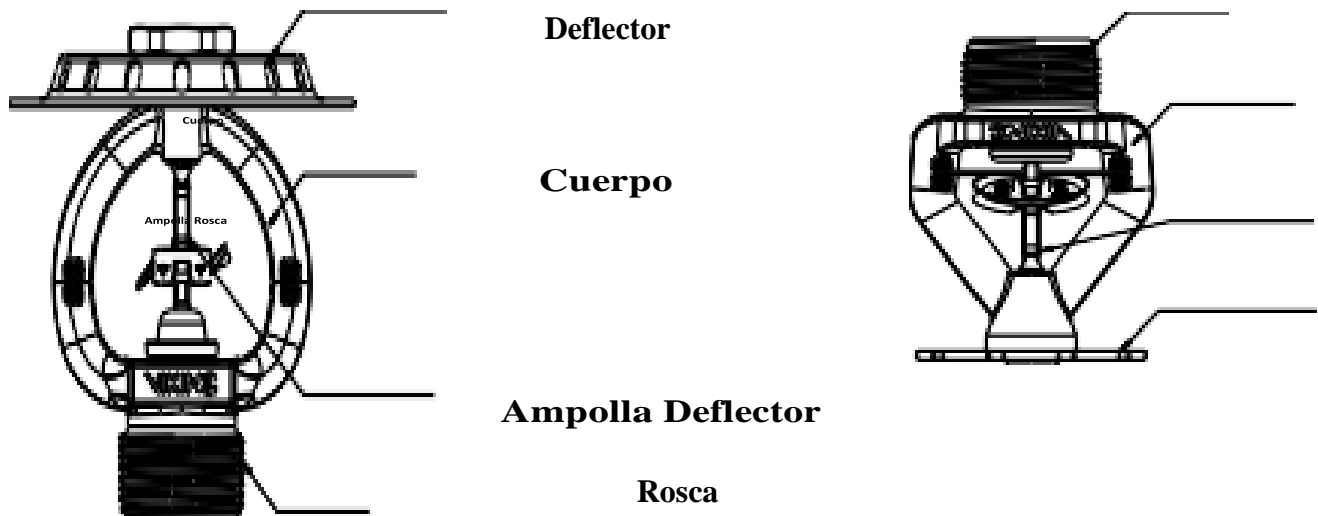
Su misión es controlar y aislar el incendio. No están diseñados para apagar los incendios, solo lo controlan. Estos pueden ser de respuesta rápida y respuesta estándar y a su vez pueden ser montantes o colgantes.

Rociadores modo de supresión.

Su misión es suprimir el incendio. Están diseñados para apagar los incendios. Estos pueden ser de respuesta rápida y respuesta estándar y a su vez pueden ser montantes o colgantes.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### COLGANTE



**Figura 16. Esquema rociador montante y colgante.**

Fuente: <http://www.micshoses.com>

#### 2.3.10.1 Características de un rociador

Son las que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio y estas son:


Sensibilidad térmica.

Según la sensibilidad térmica hay dos tipos: De respuesta rápida y de respuesta estándar

Temperatura de activación

Diámetro de orificio

Orientación de instalación

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Características de la distribución del agua


### 2.3.10.2 Característica de descarga de rociadores

El factor k, la descarga relativa, y la identificación de los rociadores que posean distintos tamaños de orificio se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1. Características de descarga de rociadores**

Diám nom orificio		Factor	% descarga	Tipo rosca
pulg	mm	K	de 1/2"	
01-abr	6.40	1.3 - 1.5	25	1/2" NPT
may-16	8.00	1.8 - 2.0	33.3	1/2" NPT
03-ago	9.50	2.6 - 2.9	50	1/2" NPT
jul-16	11.00	4.0 - 4.4	75	1/2" NPT
01-feb	12.70	5.3 - 5.8	100	1/2" NPT
17/32	13.50	7.4 - 8.2	140	1/2" - 3/4" NPT
17/32	13.50	11.0 - 11.5	140	1/2" - 3/4" NPT
05-ago	15.90	11.0 - 11.5	200	1/2" - 3/4" NPT
05-ago	15.90	13.5 - 14.5	200	1/2" - 3/4" NPT
03-abr	19.00	13.5 - 14.5	250	3/4" NPT

En la tabla 2, se indica la temperatura de activación normalizada de los rociadores automáticos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 2. Temperatura y clasificación de rociadores**


Rango de temperaturas			Temperatura	Clasificación	Código	Color
°F	°C	°F	°C	Temperatura	color	Ampolla vidrio
100	38	135 - 170	57 - 77	ordinario	negro	naranja / rojo
150	66	175 - 225	79 - 107	intermedio	blanco	amarillo / verde
225	107	250 - 300	121 - 149	alta	azul	azul
300	149	325 - 375	163 - 191	extra alto	rojo	purpura
375	191	400 - 475	204 - 246	my alta	verde	negro
475	246	500 - 575	260 - 302	ultra alta	naranja	negro
625	329	650	343	ultra alta	naranja	negro

Áreas máximas a proteger

La tabla 3, nos indica las máximas áreas que pueden cubrir un sistema de rociadores.

**Tabla 3. Áreas a cubrir por un sistema rociadores**

Tipo Riesgo	Sup. Max (m <sup>2</sup> )
Riesgo Leve	4831
Riesgo Ordinario	4831
Riesgo Extra (tabulado)	2323
Riesgo Extra (calculado hidráulicamente)	3716
Almacenamiento gran altura	3716

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Según la NFPA 13 4-5.2.2, el área máxima de cobertura permitida para un rociador no debe superar los  $400ft^2$ .

### 2.3.10.3 Rociadores en Estanterías

El área máxima protegida por un único sistema de rociadores en estanterías no debe ser mayor de  $40.000ft^2$ . Incluyendo pasillos, sin tener en cuenta el número de niveles de los rociadores en las estanterías. Los rociadores en estanterías deben ser de temperatura normal de  $\frac{1}{2}$ " (12.7mm) o  $\frac{7}{32}$ " (13.5mm).


El espacio vertical mínimo entre el deflector del rociador y el nivel más alto de almacenaje será 6".

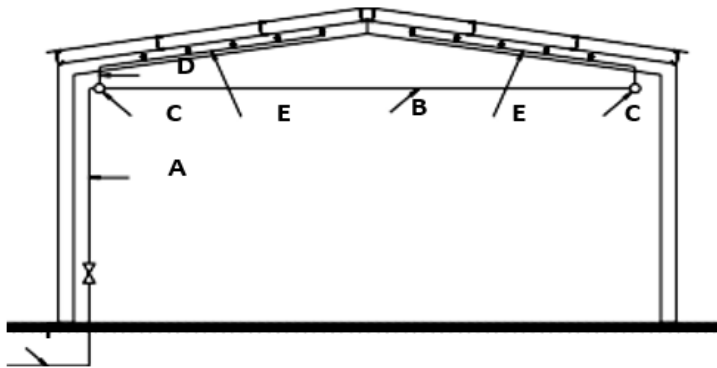
La separación máxima entre rociadores debe ser 10ft. El primer nivel de rociadores en estanterías debe ubicarse a una altura igual o mayor que la altura que la mitad de la altura del almacenamiento

Deben operar a una presión mínima de 15 psi.

Cuando existan rociadores en estanterías debe instalarse válvulas de control y drenaje independientes para los rociadores del techo y las estanterías.

Cuando se instale un nivel intermedio de rociadores en estanterías, la demanda de agua debe basarse en la operación simultánea de los 4 rociadores adyacentes de mayor demanda hidráulica.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



**Figura 17. Esquema de sistema rociadores**

Fuente, Diseño propio

#### 2.3.10.4 Partes de un sistema de rociadores

Ramales (E).

Tuberías donde se colocan los rociadores, directamente o a través de niples.

Tuberías principales transversales (C).


Tuberías que alimentan a los ramales, directamente o a través de tuberías ascendentes o montantes.

Tuberías principales de alimentación (B).

Tuberías que alimentan a las tuberías principales transversales. Acople flexible para tuberías

(D). - Acople, que permite el desplazamiento axial, rotación y, por lo menos 1° de rotación angular de la tubería.

Tubería vertical de alimentación (A).

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Las tuberías verticales de alimentación de un sistema de rociadores.

Montante.

Una línea que alimenta a un rociador.

Dispositivos de supervisión.

Dispositivos para revisar la condición operativa del sistema de rociadores.

Tallo del sistema (F).


La tubería vertical u horizontal ubicada sobre la superficie, entre el suministro de agua y las tuberías principales, que contiene una válvula de control y un dispositivo sensor de flujo de agua.

### **2.3.11 Conexión Siamesa**

En la fachada principal de la planta, se colocará una toma Siamesa para uso exclusivo del cuerpo de Bomberos que permitirá alimentar los cajetines cuando haya un incendio.

Tendrá dos entradas, hechas en bronce de 2 ½” x 2 ½” con sus tapones y cadenas correspondientes, salida inferior en ángulo de 90° para conexión a la línea de 4”, placa exterior integrada al cuerpo de la pieza.

Se debe poner una válvula de control y de retención.

	<p>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



**Figura 18. Conexión siamesa típica.**


Fuente: <http://www.micshoses.com>

## 2.4 Selección de la bomba

Usaremos una bomba de tipo centrífuga, con carcasa dividida horizontalmente.

Esta deberá seleccionarse para funcionar al 150% de la capacidad nominal y deberá tener una de las capacidades nominales de la Tabla 11



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 11. Capacidades de bombas centrífugas**


GPM	Lt/min	GPM	Lt/min
25	95	1000	3785
50	189	1250	4731
100	379	1500	5677
150	568	2000	7570
200	757	2500	9462
250	946	3000	11355
300	1136	3500	13247
400	1514	4000	15140
450	1703	4500	17032
500	1892	5000	18925
750	2839		

### 2.4.1 Bomba Jockey

La bomba Jockey se utilizan para mantener la presión del sistema evitando que trabajen las bombas principales para reponer las pequeñas fugas.

Su capacidad variará entre el 1% y el 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal, por lo tanto, el caudal de la bomba Jockey será de 252 *lt/min*.

La presión de la bomba Jockey será 10 *psi* más que la de la bomba principal por lo tanto la será 98 *psi*.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 2.5 Dimensiones del tanque alimentación

Según NFPA13, 5-3, la duración del suministro de agua no debe ser menor de 60 *min*.

El volumen que se necesita para que funcionen los rociadores y gabinetes será, 106 y 46  $m^3$  respectivamente por lo tanto el tanque tendrá un volumen de 152  $m^3$ .


Si el tanque que actualmente se tiene en la empresa tiene una altura 7.5 m, nos da un volumen de 193.4  $m^3$ , el cual puede ser suficiente para alimentar el anterior y nuevo sistema contra incendio.

Se realizarán los cálculos pertinentes para evaluar si este tanque de almacenamiento de agua cumpla de acuerdo a la norma NFPA13, así el tanque que se encuentra en la empresa Industrias Morarbe, se pueda utilizar y requerir en la fabricación de uno nuevo.

Lo único que estaría pendiente sería las succiones y descargas de las bombas, las cuales se tendrán en cuenta en las cotizaciones con los proveedores externos que cotizaran el cuarto de bombas.


## 2.6 Mantenimiento del Sistema

Actividades a cumplir para un buen mantenimiento


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

*Tabla 13. Mantenimiento del sistema*


ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Caseta de bombas	Inspección	Semanal
2	Rejilla de ventilación de calefacción	Inspección	Semanal
3	Sistema de bombas de incendio	Inspección	Semanal
4	Operación de la bomba sin flujo	Prueba	Semanal
5	Operación de la bomba con flujo	Prueba	Anual
6	Hidráulico	Mantenimiento	Anual
7	Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


8	Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable
9	Regulador, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable
10	Motor	Mantenimiento	Anual
11	Sistema maquina Diesel, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable
12	Casetas de mangueras	Inspección	Trimestral
13	Hidrantes (cilindro seco y de pared)	Inspección	Anual
14	Boquillas monitoras	Inspección	Semestral

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


15	<b>Hidrantes (cilindro húmedo)</b>	<b>Inspección</b>	<b>Anual</b>
16	<b>Filtros en tubería principal</b>	<b>Inspección</b>	<b>Anual</b>
17	<b>Tuberías (expuestas)</b>	<b>Inspección</b>	<b>Semestral</b>
18	<b>Tuberías (subterráneas)</b>	<b>Inspección</b>	<b>Anual</b>
19	<b>Boquillas monitoras</b>	<b>Prueba</b>	<b>Anual</b>
20	<b>Hidrantes</b>	<b>Prueba</b>	<b>Anual</b>
21	<b>Tubería (expuestas y subterráneas)</b>	<b>Prueba de flujo</b>	<b>5 años</b>
22	<b>Filtros en tubería principal</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Anual</b>

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

23	Casetas de mangueras	Mantenimiento	Anual
24	Hidrantes	Mantenimiento	Anual
25	Boquillas monitoras	Mantenimiento	Anual
26	Válvulas de control	Inspección	Semanal / Mensual
27	Dispositivos de control de presión	Inspección	Trimestral
28	Tuberías	Inspección	Trimestral
29	Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral
30	Gabinetes	Inspección	Anual
31	Mangueras	Inspección	Anual
32	Dispositivos de almacenamiento de mangueras	Inspección	Anual


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

33	Dispositivos de alarma	Prueba	Trimestral
34	Boquilla de manguera	Prueba	Anual
35	Dispositivos de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual
36	Mangueras	Prueba	5 años / 3 años
37	Válvula de control de presión	Prueba	5 años
38	Válvula reductora de presión	Prueba	5 años
39	Prueba hidrostática	Prueba	5 años
40	Prueba de flujo	Prueba	5 años


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

41	Prueba de desagüe principal	Prueba	Anual
42	Conexiones de mangueras	Mantenimiento	Anual
43	Válvulas (todos los tipos)	Mantenimiento	Anual
44	Estado del agua en el tanque	Inspección	Mensual / Trimestral
45	Temperatura del agua	Inspección	Diaria / Semanal
46	Sistema de calefacción	Inspección	Diaria / Semanal
47	Válvulas de control	Inspección	Semanal / Trimestral
48	Agua - nivel	Inspección	Mensual / Trimestral
49	Presión de aire	Inspección	Mensual / Trimestral




 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

50	Exterior del tanque	Inspección	Trimestral
51	Estructura de soporte	Inspección	Trimestral
52	Pasarelas y escaleras	Inspección	Trimestral
53	Área circundante	Inspección	Trimestral
54	Aros y enrejados	Inspección	Anual
55	Superficies pintadas y revestidas	Inspección	Anual
56	Juntas de expansión	Inspección	Anual
57	Interior	Inspección	5 años / 3 años
58	Válvulas de retención	Inspección	5 años / 3 años
59	Alarmas de temperatura	Prueba	Mensual

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

60	Interruptores de límite de alta temp.	Prueba	Mensual
61	Alarmas de nivel de agua	Prueba	Semestral
62	Indicadores de nivel	Prueba	5 años
63	Indicadores de presión	Prueba	5 años
64	Nivel de agua	Mantenimiento	Trimestral
65	Desagüe del sedimento	Mantenimiento	Semestral
66	Válvulas controladoras	Mantenimiento	Anual
67	Válvulas retención	Mantenimiento	Trimestral

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de un prototipo de sistema de red contra incendio, para la empresa industrias Morarbe S.A.

Descripción general de la instalación, conformada en la planta de confecciones y tintorería:

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona del mismo, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.


Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

Su configuración y ubicación con relación a su entorno y

Su nivel de riesgo intrínseco.

En la planta se distinguen dos partes: manufactura y tintorería. La primera consta de dos plantas, cada una de ellas con una superficie de 1.292,72 m<sup>2</sup> (125 m de fachada x 10 m de fondo), donde se encuentran los vestuarios, comedor, mantenimiento y administración. En la factoría se distinguen las actividades de diseño, confección y la de tintorería, con una superficie total de 13.500 m<sup>2</sup>, que corresponde a 125 m de ancho por 108 de largo.

Consta de cinco plantas distribuidas en un sótano destinado para parqueadero de clientes que acudan a dicho edificio con una capacidad de 35 puestos, aquí se encontrará el

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

cuarto de bombas del sistema de combate contra incendios y el sistema hidroneumático para consumo diario, la cisterna para almacenamiento del agua, el cuarto eléctrico, baños, zona de tableros de transferencia y el cuarto para el generador eléctrico.

La planta baja donde se encuentran los vestuarios, comedor, sección de producción, mantenimiento y administración. En la factoría se distinguen las actividades de diseño, confección y la de tintorería, baños y oficinas varias, en tanto que el mezanine estará destinado a salones para capacitación, conteniendo también un cuarto eléctrico, cuarto de datos y baños al igual que la planta baja.


El primer, segundo y tercer piso estarán destinados exclusivamente a oficinas varias de administración como logística, facturación, crédito, cobranzas, sala de reuniones, sala de capacitación, ventas internas, ventas provinciales, recursos humanos, marketing, departamento legal, planta para empaques, bodega de almacenamiento, cuarto de tintorería y sección de empaques, recepción, cuarto eléctrico, baños, gerencia, presidencia, cuarto de diseño.

SÓTANO

PLANTA BAJA

MEZZANINE

PLANTA PISO 1

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

PLANTA PISO 2

PLANTA PISO 3

### 3.1.1 Análisis del riesgo


Como caso más desfavorable, consideramos que las dos líneas que están en estantes alimentados simultáneamente con cajas de producción con un peso de 3.000 kg, y además como medida de seguridad adicional asumimos que puede haber una línea con cuatro estantes para reposición cuando se terminen las que están en cada máquina.

En el área destinada al almacenamiento se dispone de estantes de 300 kg de peso, colocados a una sola altura y formando islas de almacenamiento de 150 m<sup>2</sup>, separadas por pasillos de 2,5 m, así como un área de almacenamiento de estantes dispuestos a una sola altura y separados por pasillos de 5 m.

Por lo tanto, la carga de fuego calculada es para la planta:

Coefficiente de peligrosidad para el algodón:  $C = 1$  según tabla 1.1 del Real Decreto 2267/2004, por ser un sólido que comienza su ignición a una temperatura superior a 200 °C.

Poder calorífico:  $q = 16,7$  MJ/kg (para el producto algodón de la tabla 1.4 indicada en el Real Decreto 2267/2004)

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Superficie total construida, A = 13.500 m<sup>2</sup>.

Tabla 1.1 del real decreto 2267/2004

**TABLA 1.1**

Grado de peligrosidad de los combustibles

Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad Ci		
Alta	Media	Baja
Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como subclase B2, en la ITC MIE-APQ1.	Líquidos clasificados como clase D, en la ITC MIE-APQ1
Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1	Líquidos clasificados como clase C, en la ITC MIE-APQ1	
Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100 °C	Sólidos que comienzan su ignición a temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C
Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire	Sólidos que emiten gases inflamables	
Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire		
Ci= 1,60	Ci= 1,30	Ci= 1,00



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Tabla 1.2 del real decreto 2267/2004

**TABLA 1.2**


Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra

Actividad	Fabricación y Venta			Almacenamiento		
	Qs		Ra	qv		Ra
	MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>		MJ/m <sup>3</sup>	Mcal/m <sup>3</sup>	
Abonos químicos	200	48	1,5	200	48	1,0
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: mineral, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero, agujas de	200	48	1,0			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	1,5			
Ácido carbónico	40	10	1,0			
Ácidos inorgánicos	80	19	1,0			

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Acumuladores	400	96	1,5	800	192	1,5
Acumuladores expedición	Ron	192	1,5			
Agua oxigenada	Espe cial	Espe cial	Espe cial			
Alambre metálico aislado	300	72	1,0	1.00 0	240	2,0
Alambre metálico no aislado	80	19	1,0			
Alfarería	200	48	1,0			
Algodón en rama, guata	300	72	1,5	1.10 0	264	2,0
Algodón, almacén de				1.30 0	313	2,0
Alimentación, embalaje	800	192	1,5	800	192	1,5
Alimentación, expedición	1.000	240	2,0			
Alimentación, materias primas				3.40 0	817	2,0
Alimentación, platos precocinados	200	48	1,0			
Almacenes de talleres, etc.	1.200	288	2,0			
Almidón	2.000	481	2,0			
Alquitrán				3.40 0	817	2,0
Alquitrán, productos de	800	192	1,5	3.40 0	817	2,0
Altos hornos	40	10	1,0			



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


Aluminio, producción de	40	10	1,0			
Aluminio, trabajo de	200	48	1,0			
Antigüedades, venta de	700	168	1,5			
Aparatos de radio, fabricación	300	72	1,0	200	48	1,0

Tabla 1.4 del real decreto 2267/2004


**TABLA 1.4**

Poder calorífico (q) de diversas sustancias

Producto	MJ/ kg	Mcal /kg	Producto	MJ /kg	Mcal/kg
Aceite de algodón	37,2	9	Alcohol butílico	33,5	8
Aceite de creosota	37,2	9	Alcohol cetílico	42,0	10
Aceite de lino	37,2	9	Alcohol etílico	25,1	6
Aceite mineral	42,0	10	Alcohol metílico	21,0	5
Aceite de oliva	42,0	10	Almidón	16,7	4

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Aceite de parafina	42,0	10	Anhídrido acético	16,7	4
Acetaldehído	25,1	6	Anilina	37,2	9
Acetamida	21,0	5	Antraceno	42,0	10
Acetato de amilo	33,5	8	Antracita	33,5	8
Acetato de polivinilo	21,0	5	Azúcar	16,7	4
Acetona	29,3	7	Azufre	8,4	2
Acetileno	50,2	12	Benzaldehído	33,5	8
Acetileno disuelto	16,7	4	Bencina	42,0	10
Acido acético	16,7	4	Benzol	42,0	10
Acido benzóico	25,1	6	Benzofena	33,8	8
Acroleína	29,3	7	Butano	46,0	11
Aguarrás	42,0	10	Cacao en polvo	16,7	4

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Albúmina vegetal	25,1	6	Café	16,7	4
Alcanfor	37,2	9	Cafeína	21,0	5
Alcohol alílico	33,5	8	Calcio	4,2	1
Alcohol amílico	42,0	10	Caucho	42,0	10

### 3.1.1.1 Área de producción

Riesgo de activación: Ra=1,5 medio (para el producto tratamiento-fabricación del algodón de la tabla 1.2 indicada en el Real Decreto 2267/2004)


Masa combustible:

$$G_1 = \left( \frac{2_{est}}{maq} \times 2_{maq} + 2_{est} - espera \right) \times 3000 \frac{kg}{est} = 24000 \text{ kg} \quad (2)$$

### 3.1.1.2 Área de almacenamiento

Riesgo de activación: Ra= 2 alto (almacenamientos del algodón)

Masa combustible en estante:

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$G_{e=192\ est} \times 3000 \frac{kg}{est} = 576000\ kg \quad (3)$$

Masa combustible en estante:

$$G_f = 15\ est \times 150\ filas \times 300\ kg = 675000\ kg \quad (4)$$

Masa combustible total:

$$G_2 = G_e + G_f = 1251000\ kg \quad (5)$$


Aplicando la formula (1):

La densidad de la carga de fuego máxima es de:

$$Q_s = \frac{(24.000 + 1.251.000) \times 16,7 \times 1}{13.500} \times 2 = 3.154\ MJ/m^2 \quad (6)$$

Tal como lo indica en la tabla 1.3 del real decreto 2267/2004, por ser valor inferior a 3400 MJ/ m<sup>2</sup>, el nivel de riesgo intrínseco es:

Este proyecto está enfocado a un edificio de oficinas donde la combustibilidad y la cantidad de material combustible son bajas y donde se esperan incendios con bajo índice de liberación de

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


calor, por consiguiente, el tipo de riesgo para un edificio de oficinas se lo define como “riesgo leve o ligero”

**TABLA 1.3**

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

### 3.1.1.3 Requerimientos de protección de la planta

Para el riesgo intrínseco calculado, el grado de protección de la planta de este establecimiento obliga al cumplimiento de los siguientes requisitos:

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Sistemas automáticos de detección de incendio: no es necesario cuando se instalan rociadores automáticos.


Sistemas manuales de alarma de incendios: es necesario en caso de no instalar sistemas automáticos de detección.

Sistemas de comunicación de alarma: necesario en cada sector de incendio cuando la superficie total construida, suma de todos los sectores de incendio, es superior a 10.000 m<sup>2</sup>. La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por "emergencia parcial" o "emergencia general", siendo preferente el uso de un sistema de megafonía.

Sistemas de alumbrado de emergencia: necesario en las vías de evacuación cuando estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, sea igual o mayor de 10 personas y, en cualquier caso, cuando la ocupación sea igual o mayor de 25 personas. Por otra parte, también dispondrán los locales donde se instalen cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas.

Sistema de abastecimiento de agua contra incendios ("red de agua contra incendios"): necesario si lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, y cuando sea necesario para dar servicio, en condiciones de caudal, presión y reserva de agua calculados a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:

Red de Bocas de Incendio Equipadas (BIE).

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Red de Hidrantes Exteriores.

Rociadores Automáticos.

Agua Pulverizada.

Espuma.


Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan varios de estos sistemas, el caudal y reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima.

Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE's): es necesario a partir de 1.000 m<sup>2</sup> de superficie del sector de incendio.

Sistemas de hidrantes exteriores: es necesario desde 3.500 m<sup>2</sup> de superficie del sector de incendio. La zona protegida es la cubierta por un radio de 40 m.

Sistemas de rociadores automáticos de agua: necesario si la superficie total construida es superior a 3.500 m<sup>2</sup>, para actividades de producción, montajes, transformación reparación u otras distintas al almacenamiento y de 2.000 m<sup>2</sup> para este último caso.

Sistemas de agua pulverizada: Se instalarán sistemas de agua pulverizada, cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo, sea necesario refrigerar partes del mismo para asegurar la estabilidad de su estructura, evitando los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano y en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades sectoriales o específicas.


Sistemas de espuma física: Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendio, puedan propagarse a otros sectores.

Extintores: necesarios en cada sector de incendio, con una eficacia para sólidos de 21A, siendo 400 m<sup>2</sup> la máxima área protegida por un extintor y añadiéndose un extintor más cada 200 m<sup>2</sup>, de manera que desde cualquier punto no deba superarse una distancia de 15 m.

### **3.1.2 Método de extinción a utilizar**

El tipo de fuego que se puede producir y desarrollar por materiales combustibles que se pueden encontrar en dicha edificación tales como madera, algodón, cartón, papel, plástico, equipos electrónicos como computadoras, impresoras, máquinas fotocopadoras y equipos de audio y video es de “clase A” el cuál se lo combatirá con el método de “extinción por enfriamiento”, método que consiste en la reducción de la temperatura a base de materiales líquidos como lo es el agua en este caso en particular y de “clase C” el cuál se lo combatirá con



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


el método de inhibición de la reacción en cadena utilizando sustancias químicas como son “extintores de polvo químico seco”.

Puesto que la compartimentación no es compatible con el proceso productivo por razones de funcionalidad y al estar diseñado el edificio con una configuración de tipo C, se opta por la instalación de rociadores automáticos como mejor solución técnica para la extinción de incendios.

Esta consideración está claramente recogida en el anexo 2 del Real Decreto 2267/2004 según se indica en la nota 4 a la tabla 2.1:

“En las configuraciones tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edifica en ellas superior a 10 m.”

Tabla 2.1 del real decreto 2267/2004

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


**TABLA 2.1**

Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Notas a la tabla 2.1:

Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m<sup>2</sup>, que puede incrementarse por aplicación de las notas (2) y (3).


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50 por ciento de su perímetro, las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 1,25.

Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este reglamento (anexo III), las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 2. (Las notas (2) y (3) pueden aplicarse simultáneamente).

En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

Para establecimientos industriales de tipo B, de riesgo intrínseco BAJO 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m<sup>2</sup>.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.1.3 Selección del sistema de rociadores a utilizar

En este proyecto en particular se seleccionó un sistema de rociadores que emplee rociadores automáticos conectados a una red de tuberías que contenga agua y que a su vez se conecte a un suministro de agua de tal forma que el agua se descargue inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor de un incendio es decir se seleccionó un “sistema de rociadores de tubería húmeda” ya que no se tendrá inconvenientes de congelamiento del agua por la temperatura del medio por estar ubicado el edificio en la ciudad de Guayaquil con una temperatura promedio entre 20°C (68°F) y 27°C (80.6°F).

Las características de un rociador que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio son:

Sensibilidad térmica


Temperatura de activación

Diámetro de orificio

Orientación de instalación

Características de la distribución del agua

Condiciones especiales de servicio


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Los rociadores en ocupaciones de riesgo leve deben ser termosensibles de respuesta rápida.

#### Abastecimiento de Agua Contra Incendios


Para el cálculo del abastecimiento, debemos conocer el caudal requerido y autonomía precisada, teniendo en cuenta que se trata de un establecimiento industrial del tipo C y con un nivel de riesgo intrínseco LEVE O LIGERO.

Para bocas de incendio equipadas e hidrantes se requiere un caudal mínimo de 1.500 litros/minuto y una autonomía de 60 minutos, tal como se indica en el anexo 3 del Real Decreto 2267/2004.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]	HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	QB/RB	QH/RH) QB + QH/RB + RH)	QRA/RRA		
		0,5 QH+QRA	0,5 RH + RRA		
[2] HIDRANTES	(a) QH/RH (b) QB+ QH/RB+RH	0.5 QH + QRA 0,5	Q mayor R mayor (una instal.)	0,5 QH + QAP/ 0,5 RH+ RAP	Q mayor, R mayor (una instalación)
				QAP + QE RAP + RE	
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	QRA/RRA	RH + RRA	Q mayor R mayor (una instal.)	Q mayor R mayor (una instalación)	Q mayor R mayor (una instalación)

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

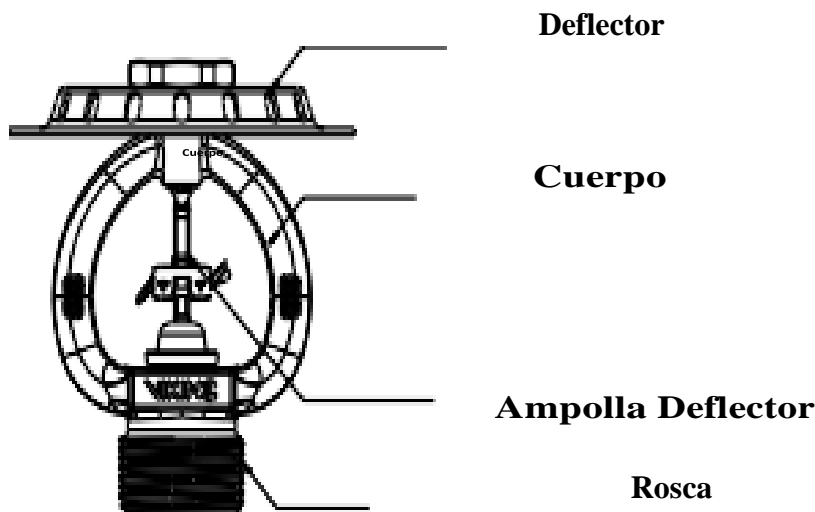
[4] AGUA PULVERIZADA	0,5 QH + QAP +QE 0,5 RH + RAP	QAP +QE RAP +RE	Q mayor R mayor (una instalación)	QAP/RAP	QAP + QE RAP + RE
[5] ESPUMA	Q ma yor R ma yor (una inst al.)		Q mayor R mayor (una instalación)	QAP + QE RAP + RE	QE/RE

La presión "en punta de lanza" que debe suministrar una BIE, estará comprendida entre 3,5 y 6 bar y la presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes serán de 7 bar cuando se estén descargando los caudales indicados.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Dado el producto (prendas de algodón) y la configuración del almacenamiento, la máxima altura de almacenamiento permitida instalando únicamente rociadores convencionales en techo es de 6 m. Esta altura puede ser sobrepasada por la forma de almacenamiento por lo que deberemos pasar a proteger mediante rociadores de nuevas tecnologías ESFR (Early Supresion Fast Response) a nivel de techo. Las ventajas principales de instalar rociadores ESFR, frente a los rociadores estándar y/o convencionales, es que este tipo de rociadores no sólo controlan el fuego, sino que llegan a extinguirlo y la instalación se realiza a nivel de techo con lo que se evitan posibles daños en el sistema producidos por la carga y descarga de productos, ya que estas operaciones se realizan mediante actuaciones humanas, por lo que se pueden producir golpes en las tuberías.

**MONTANTE**





	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Figura 16. Esquema rociador montante y colgante.**

Fuente: <http://www.micshoses.com>

Debido a que las normas UNE no especifican los criterios de diseño para este sistema, debemos aplicar normas de reconocido prestigio (tales como la NFPA 13, FPA 231C y FM 2-2) para estimar los criterios de diseño.

El área de diseño consiste en la cobertura de funcionamiento simultáneo de 12 rociadores (4 unidades en los 3 ramales más desfavorables). El tiempo de autonomía del sistema es de 60 minutos.


Presión mínima en cabeza rociadora = 3,4 bar

Factor de descarga K = 360,5 (dato aportado por el fabricante) Caudales:

$$Q_{por\ Roc} = 360,5 \times \sqrt{3,4} = 664,73 \frac{l}{min} \quad (7)$$

$$Q_{por\ Roc} = 12\ und \times 664,73 \frac{l}{min \times und} = 7.976,76 \frac{l}{min} \quad (8)$$

Según lo especificado en NFPA-13 y NFPA-231C, el caudal anterior debe ser incrementado con 950 l/min, para abastecer a BIEs e hidrantes y, según lo requerido en el Reglamento de

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

instalaciones de Protección Contra Incendios, el caudal debe ser la suma de caudales del 50 % de hidrantes, más rociadores. Elegimos el más desfavorable:

$$Q_{Total} = 7.976,76 + 950 = 8.926,7 \frac{l}{min} \quad (9)$$

Por tanto:

Caudal Grupo de Presión ~ 540 m<sup>3</sup>/h


Reserva de agua = 540.000 litros

Los datos anteriores sobre caudal requerido son teóricos, por lo que en una fase de detalle deberán realizarse los cálculos hidráulicos mediante software homologado para dimensionar, determinar y justificar los diámetros de las tuberías, lo cual no es propósito de este trabajo.

Finalmente, cabe señalar que el equipo de bombeo debe instalarse en una caseta situada fuera del riesgo a proteger.

### 3.1.4 Determinación del caudal requerido y cálculo del cabezal dinámico total (TDH)

Determinación de los requerimientos del sistema

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

La distribución en general del edificio en las respectivas plantas es la siguiente:

SÓTANO

PLANTA BAJA

MEZZANINE


PLANTA PISO 1

PLANTA PISO 2

PLANTA PISO 3

#### **3.1.4.1 Requisitos de demanda de agua: método tabulado**


Para determinar los requisitos mínimos de suministro de agua de las Ocupaciones de Riesgo Leve o Ligero protegidas por sistemas de tuberías dimensionadas de acuerdo con el método de tablas debe utilizarse la Tabla 4.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 4. Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores por sistema tabulado**

Fuente: Manual de protección de sistemas contra incendios

Clasificación de la actividad	Presión residual necesaria	Caudal aceptable en la base de la tubería vertical de alimentación	Duración en minutos
Riesgo ligero	15 PSI	500-750 gpm	30-60
Riesgo ordinario (Grupo 1)	15 PSI o más	700-1000 gpm	60-90
Riesgo ordinario (Grupo 2)	15 PSI o más	850-1500 gpm	60-90
Riesgo ordinario (Grupo 3)	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente.		60-120
Almacenes	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente. Además véase el Capítulo 7 de la norma 13 de la NFPA, y las normas 231 y 231C de la NFPA.		
Edificios de gran altura	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente. Véase también el Capítulo 8 de la norma 13 de la NFPA.		
Riesgo extra	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente		

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### 3.1.4.2 Requisitos de demanda de agua: método hidráulico

Los requisitos mínimos de suministro de agua para un sistema de rociadores diseñado hidráulicamente para el control de incendios de un riesgo de ocupación, debe determinarse adicionando al suministro de agua para rociadores determinado a partir de la curva de área/densidad de la Figura 3.1 la demanda para chorros de mangueras de la Tabla 5 según la norma NFPA 13. Este suministro debe estar disponible durante el tiempo mínimo disponible en la Tabla 5.

***Tabla 5. Requisitos para demanda de chorros de mangueras y duración del suministro de agua***

Fuente: NFPA Norma 13 Tabla 5-2.3 Edición 1996

		Total,	
Clasifi	Mang	combina	
cación de	ueras	do de	
		manguer	


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

la ocupación	interiores gpm	as interiores y exteriores gpm	Duración en minutos
Riesgo leve	0, 50 ó 100	100	30
Riesgo Ordinario	0, 50 ó 100	250	60-90
Riesgo extra	0, 50 ó 100	500	90-120

### 3.1.4.3 Cálculo del caudal necesario en el sistema de bombeo

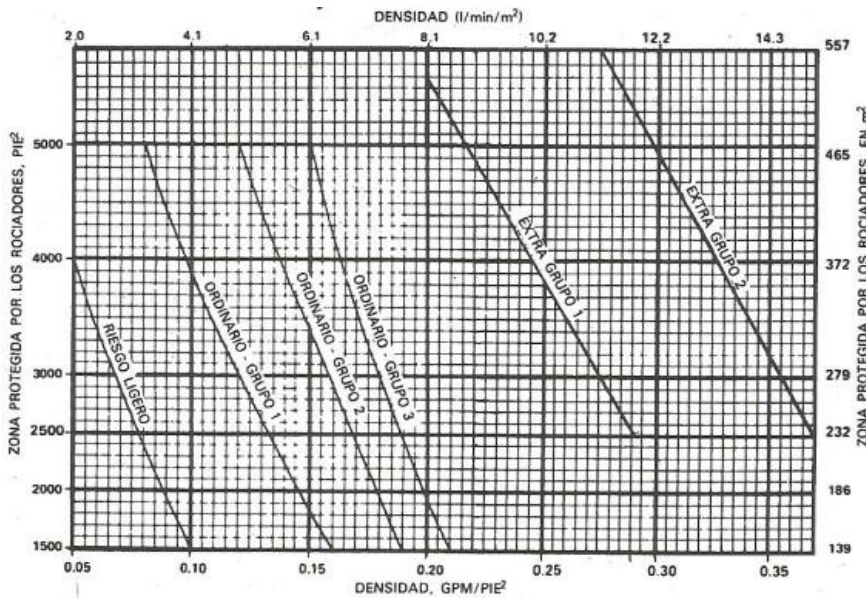
Se seleccionó un área de operación de rociadores de 3000 pies<sup>2</sup>.

Luego se seleccionará el tipo de rociador a utilizar, el mismo que será uno tipo estándar de 1/2".

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Con el caudal necesario en la red (del área seleccionada) y con la curva de descarga del rociador seleccionado se determina el número de rociadores necesarios para proteger dicha área. Este proceso se repetirá para cada una de las áreas protegidas por rociadores.


De la curva área/densidad para una ocupación de riesgo leve o ligero, con un área de diseño de 3000 ft<sup>2</sup> (279 m<sup>2</sup>) y haciendo coincidir dicho valor en la curva se obtiene una densidad de 0.07 gpm/ft<sup>2</sup>, se tiene el caudal necesario en el área de operación de los rociadores, tal como se muestra a continuación:



**Figura 7. Curva área/densidad**

Fuente: norma nfpa 13 figura 5-2.3 edición 1996

Caudal de agua necesaria en red de rociadores:

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$Q_{TR} = Adx\rho$$

$$Q_{TR} = 3000 \text{ ft}^2 \times 0.07 \frac{\text{GPM}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_{TR} = 210 \text{ gpm}$$

Número de rociadores en el área de diseño

Datos:

Caudal total rociadores = 210 gpm

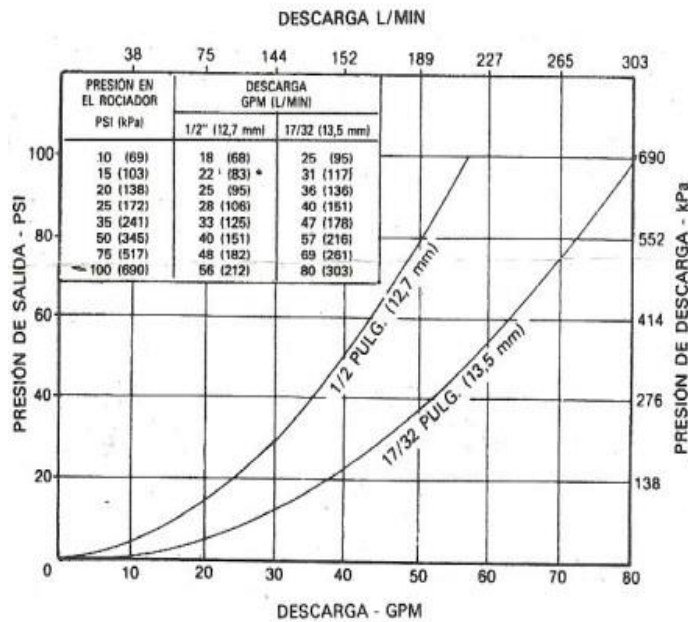
Rociador de 1/2" Estándar

Presión de trabajo del rociador= 10 Psi

Figura 8. Descarga de agua de un rociador de 1/2" y 17/32" de orificio nominal

Fuente: Manual de Protección Contra Incendio FIG. 5- 12E





Un rociador estándar de 1/2" con 10 Psi de presión descargaría 18 gpm (Ver Figura 3.2).

Por lo tanto:


$$\# \text{ ROCIADORES} = \frac{Q_{TR}}{Q_R}$$

$$\# \text{ ROCIADORES} = \frac{210_{gpm}}{18_{gpm}}$$

$$\# \text{ ROCIADORES} = 11.67$$

$$\# \text{ ROCIADORES} = 12$$

Como el riesgo en un edificio de oficinas es leve o ligero, se puede observar que en la Tabla 5 se tiene un flujo de "100 gpm" para mangueras interiores y exteriores y como en el diseño de

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

este proyecto se consideró dos cajetines de mangueras en el segundo piso, donde es el área de mayor riesgo; por lo tanto; se va a obtener un flujo de mangueras internas y externas de “200 gpm” en total y con una duración de 30 minutos.

Para determinar el caudal total en el sistema de bombeo para abastecer el sistema de rociadores y cajetines de mangueras en un edificio de oficinas, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q_{total} = (1.15 \times Q_{TR}) + Q_{mang}$$

Utilizando la fórmula para obtener el flujo necesario de la bomba, se tiene:

$$Q_{nec} = (1.15 \times Q_{TR}) + Q_{mang}$$


$$Q_{nec} = (1.15 \times 210) + 200$$

$$Q_{nec} = 441.5 \text{ gpm}$$

#### 3.1.4.4 Fuente de suministro de agua

El tipo de abastecimiento de agua para este sistema de protección contra incendio es de cisterna enterrada. Anteriormente se determinó un caudal de 500 gpm con una duración de 45 minutos para este proyecto, estos valores permiten determinar la capacidad de la fuente de abastecimiento.

El volumen del reservorio para el abastecimiento de agua es el siguiente:

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$V = Q_{nec} \times t$$


$$V = 441.5 \text{ gpm} \times 45 \text{ min}$$

$$V = 19867.5 \text{ Gal}$$

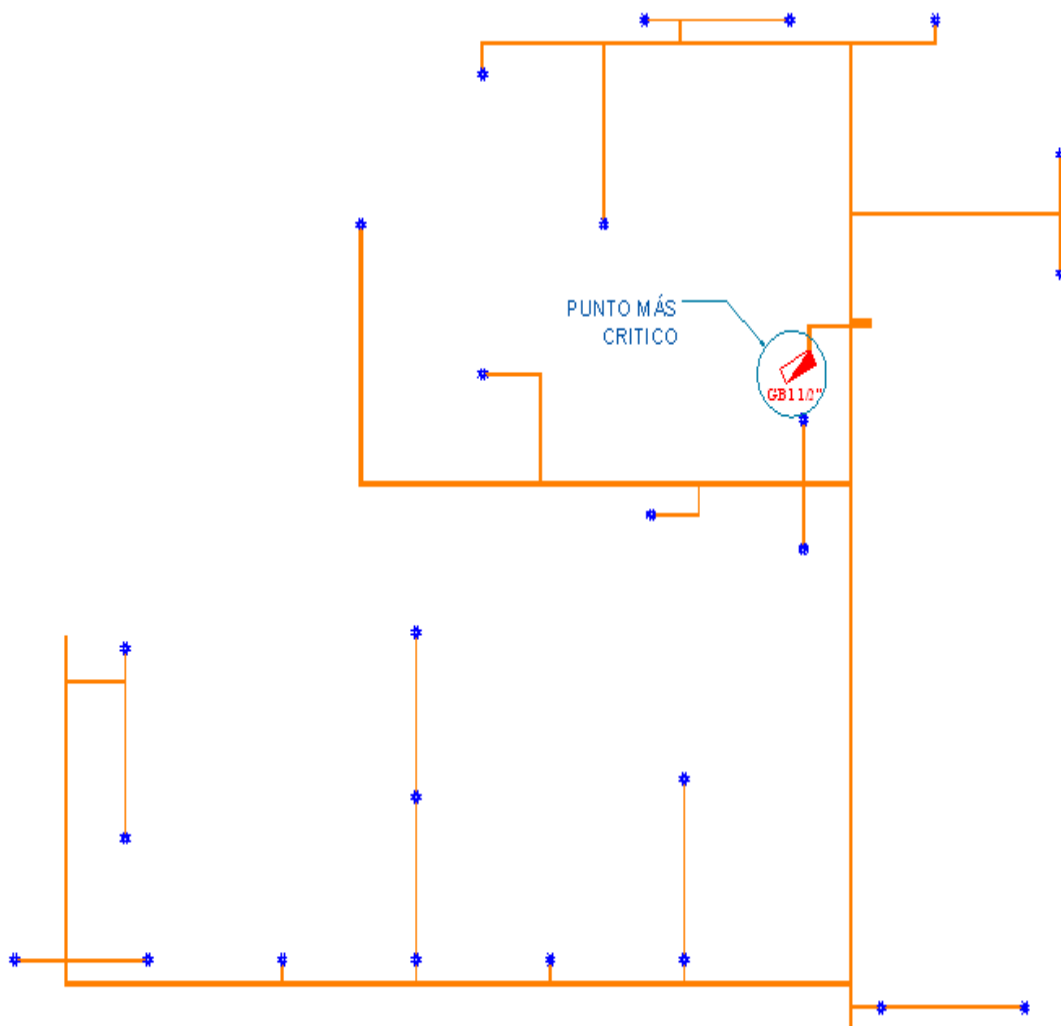
$$V = 75.21 \text{ m}^3$$


#### 3.1.4.5 Cálculo de cabezal dinámico total (TDH)

Para realizar los cálculos correspondientes, se realizó un bosquejo de cómo va a ser el diseño de la planta donde se encuentra el punto más crítico en este diseño de sistema de protección contra incendio (Figura 3.3), que en este caso es el cajetín de mangueras que se encuentra en el tercer piso.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

*Figura 9. Esquema diseño, punto más crítico en el tercer piso*



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Luego de haber obtenido un esquema del diseño y el requerimiento de agua para el sistema de protección contra incendio, se procede a calcular el cabezal dinámico total (TDH) por medio de la siguiente fórmula:

$$TDH = \Delta Z + \Delta P + H_f + CV$$

Donde:

TDH = Cabezal Dinámico Total, en pies ó Psi


$\Delta Z$  = Delta Altura, en pies

$\Delta P$  = Delta Presión (Presión rociador más lejano), en pies ó Psi

$H_f$  = Perdidas por Fricción por cada 100 pies de tubería, en pies

CV = Columna de Velocidad

Delta altura ( $\Delta Z$ ), es la distancia vertical entre el nivel del líquido en el reservorio de succión y el punto de entrega libre del líquido (cajetines de mangueras), por lo tanto el valor de  $\Delta Z = 20.7 \text{ m (67.91 pies)}$ .


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

El valor de los cajetines de mangueras, el cual, según el cuerpo de bomberos y la norma NFPA, deben trabajar a una presión mínima de 65 PSI (4.5 Kg/cm<sup>2</sup>), por lo tanto, el flujo de agua en cada cajetín de manguera a una presión de 65 PSI es de 100 gpm.

Sabiendo que el punto más crítico en el sistema contra incendio es el cajetín de mangueras y se encuentra en el tercer piso, se puede decir que el valor  $\Delta P$  es igual a 65 PSI (150.15 ft).

Las pérdidas de fricción son obtenidas usando el método de longitud equivalente, usando la Tabla 6. Esta longitud es adicionada a la longitud de la tubería, que se la obtiene a partir de los planos de las tuberías, a esta suma se le multiplica un factor de fricción que depende del diámetro y flujo de agua que circula en las tuberías que se lo obtiene en la Tabla 7 y 8, y se lo divide por cada 100 ft de longitud, de esta manera se obtiene el total de pérdidas por fricción en las tuberías.

La columna de velocidad es simplemente función de la velocidad del líquido fluyendo a través del sistema de bombeo, este valor es frecuentemente pequeño y generalmente despreciable, por lo tanto, el valor de la columna de velocidad es igual a cero.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 6. Longitudes equivalentes de tubería de acero cedula 40**

Fuente: nfpa norma 13 tabla 6-4.3.1 edición 1996

Size of fittings, Inches	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
90° Ell	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.5	6.5	8.0	10.0	14.0	15	20	25
45° Ell	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	5.0	6.3	7.1	9.4	12
Long Sweep Ell	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.5	4.2	5.2	7.0	9.0	11.0	14.0	
Close Return Bend	3.6	5.0	6.0	8.3	10.0	13.0	15.0	18.0	24.0	31.0	37.0	39.0	
Tee-Straight Run	1	2	2	3	3	4	5						
Tee-Side Inlet or Outlet or Pittless Adapter	3.3	4.5	5.7	7.6	9.0	12.0	14.0	17.0	22.0	27.0	31.0	40.0	
Ball or Globe Valve Open	17.0	22.0	27.0	36.0	43.0	55.0	67.0	82.0	110.0	140.0	160.0	220.0	
Angle Valve Open	8.4	12.0	15.0	18.0	22.0	28.0	33.0	42.0	58.0	70.0	83.0	110.0	
Gate Valve-Fully Open	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.3	2.9	3.5	4.5	
Check Valve (Swing)	4	5	7	9	11	13	16	20	26	33	39	52	65
In Line Check Valve (Spring) or Foot Valve	4	6	8	12	14	19	23	32	43	58			


Para el cálculo de las pérdidas por fricción de cada tubería, se utilizó la siguiente fórmula:

$$H_f = \frac{(L_e + L) \times f}{100}$$

Donde:

Hf = Perdidas por fricción por cada 100 pies de tubería, en pies

Le = Longitud equivalente de los accesorios, en pies

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

L = Longitud de la tubería, en pies f = factor de fricción

Tabla 7. Tuberías: perdidas por fricción (en pies) por cada 100 pies

Fuente: Catálogo Technical Data Goulds Edición 2003

GPM	Actual Inside Diameter in Inches							
	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"
15	70	23	5.8	2.5	.9	.2		
20	122	32	10	4.2	1.6	.5		
25	182	51	15	6.7	2.3	.7		
30	259	72	21.2	9.3	3.2	.9	.2	
40		122	35	15.5	5.5	1.4	.7	
50		185	55	23	8.3	2.3	1.2	
60		233	81	32	11.8	3.2	1.4	
70			104	44	15.2	4.2	1.8	
80			134	55	19.8	5.3	2.5	
90			164	70	25	7	3.5	.7
100			203	85	29	8.1	4	.9
125			305	127	46	12.2	5.8	1.4
150			422	180	62	17.3	8.1	1.6
175				230	85	23.1	10.6	2.5
200				308	106	30	13.6	3.2

**Tabla 8. Tubería de acero: pérdidas por fricción (en pies) por cada 100 pies**

Fuente: Catálogo Technical Data Goulds Edición 2003





Institución Universitaria

INFORME FINAL DE  
TRABAJO DE GRADO

Código

FDE 089

Versión

03

Fecha

2015-01-27

GPM	GPH	1/2" ft.	3/4" ft.	1" ft.	1 1/4" ft.	1 1/2" ft.	2" ft.	2 1/2" ft.	3" ft.	4" ft.	5" ft.	6" ft.	8" ft.	10" ft.
1	60	4.30	1.86	.26										
2	120	15.00	4.78	1.21	.38									
3	180	31.80	10.00	2.50	.77									
4	240	54.90	17.10	4.21	1.30	.34								
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24							
6	360		36.50	8.87	2.68	.70	.33	.10						
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13						
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17						
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21						
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04				
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.05				
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08				
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13				
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19				
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26				
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35				
40	2,400				95.00	23.50	10.79	3.10	1.28	.44				
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55				
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35			
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63			
150	9,000							38.00	15.40	5.14	1.32			
200	12,000							66.30	26.70	8.90	2.27	.736	.30	.08
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60	1.20	.49	.13
300	18,000								58.50	19.20	4.89	1.58	.64	.16
350	21,000								79.20	26.90	6.72	2.18	.88	.23
400	24,000								103.00	33.90	8.47	2.72	1.09	.279
450	27,000								130.00	42.75	10.65	3.47	1.36	.348
500	30,000								160.00	52.50	13.00	4.16	1.66	.424
550	33,000								193.00	63.20	15.70	4.98	1.99	.507

Tubería de goma o caucho de 1-1/2"

Flujo en tubería = 100 gpm Longitud (L) = 15 m = 49.21 ft Factor de fricción (f)= 85

$$H_{f1} = \frac{49,21 \times 85}{100}$$

$$H_{f1} = 41,83 \text{ ft}$$


Tubería de acero de 2-1/2" Flujo en tubería = 100 gpm Codos 90° = 3

Tee = 1

Le codos 90° = 3 x 6.5 = 19.5 ft Le Tee = 1 x 14 = 14 ft

Let = 33.5 ft

Longitud (L) = 5.5 m = 18.05 ft Factor de fricción (f)= 7.11

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$H_{f2} = \frac{(18,05 + 33,5) \times 7,11}{100}$$

$$H_{f2} = 3,67ft$$

Tubería de acero de 6" Flujo en tubería = 500 gpm Codos 90° = 9

Tee = 13

Válvula de compuerta = 2 Válvula check = 1

Le codos 90° = 9 x 15 = 135 ft Le Tee = 13 x 31 = 403 ft

Le válvula compuerta = 2 x 3.5 = 7 ft Le válvula check = 1 x 39 = 39 ft

Let = 584 ft

Longitud (L) = 67.5 m = 221.46 ft Factor de fricción (f)= 1.66

$$H_{f3} = \frac{(221,46 + 548) \times 1,66}{100}$$


$$H_{f3} = 13,37ft$$

$$H_f = H_{f1} + H_{f2} + H_{f3}$$

$$H_f = 58,87 ft$$

Entonces:

$$TDH = 67.91 + 150.15 + 58.87$$

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### 3.1.5 Dimensión y selección de tuberías

Los requisitos para el dimensionamiento de los sistemas por tablas de tuberías no se aplican a los sistemas calculados hidráulicamente. Los diámetros de las tuberías deben estar de acuerdo con la Tabla 9.

*Tabla 9. Tabulación de tuberías para riesgo leve Fuente: nfpa Norma 13 Tabla 6-5.2.2*

*Edición 1996*


Acero		Cobre	
1"	2 Rociadores	1"	2 Rociadores
1-1/4"	3 Rociadores	1-1/4"	3 Rociadores
1-1/2"	5 Rociadores	1-1/2"	5 Rociadores
2"	10 Rociadores	2"	12 Rociadores
2-1/2"	30 Rociadores	2-1/2"	40 Rociadores
3"	60 Rociadores	3"	65 Rociadores
3-1/2"	100 Rociadores	3-1/2"	115 Rociadores
4"	Ver sección 4.2	4"	Ver sección 4.2

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

A continuación, se presenta la tabla 10 la cual nos dará una idea al momento de seleccionar el material de la tubería.

**Tabla 10. Comparación de materiales de la tubería**

Material	Ventajas	Desventajas
Hierro Negro	Costo moderado, disponible en varios tamaños	Instalación de gasto considerable. Se oxida. Aspereza interior ocasiona caída de presión.
Hierro Galvanizado	Materiales de costo moderado, disponible en varios tamaños, en ocasiones anticorrosivo	Instalación de gasto considerable. Se oxida en las uniones. Aspereza interior ocasiona sedimentación y caída de presión. Solo la superficie externa suele estar protegida.
Cobre	No se oxidan, uniformidad de la superficie interior, reduce la caída de presión	Susceptible a ciclos térmicos. Su instalación exige uso de soplete.
Acero	No se oxidan, uniformidad de la superficie inferior, reduce la caída de presión	Instalación de gasto considerable. Material costoso.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE  TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

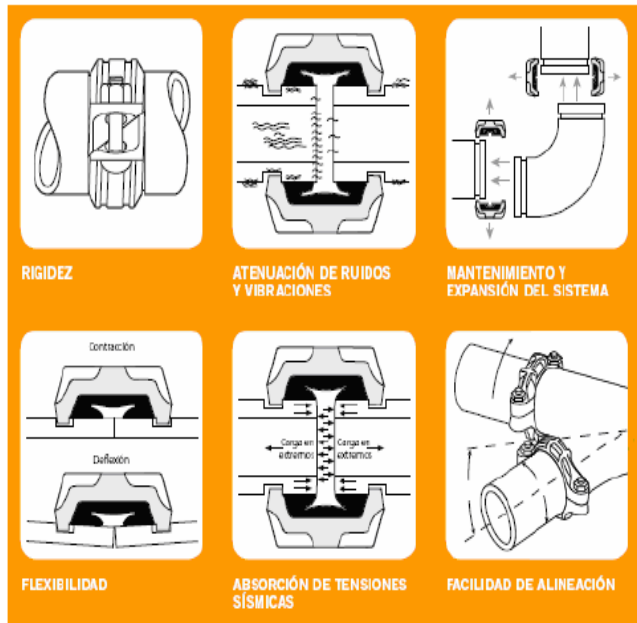
La norma NFPA 20 indica los diámetros de la tubería de succión y descarga del sistema, tal como se lo puede apreciar en la Tabla 10; esta tabla indica un diámetro de 5 pulgadas para las tuberías de succión y descarga para el caudal seleccionado, sin embargo, la tubería con este diámetro no es comercial en nuestro medio, por lo tanto, se seleccionó una tubería de “diámetro 6 pulg”.

**Tabla 11. Resumen de información sobre bomba centrífuga contra incendio (u.s. customary) Fuente: nfpa norma 20 Tabla 5.25(a) Edición 2007**

Clasificación de bomba (gpm)	Tamaños mínimos de tuberías (nominal)						
	Succión** (pulg.)	Descarga* (pulg.)	Válvula de alivio (pulg.)	Descarga de válvula de alivio (pulg.)	Dispositivo de medición (pulg.)	Cantidad y tamaño de válvulas de manguera (pulg.)	Suministro de cabezal de manguera (pulg.)
25	1	1	¾	1	1¼	1 — 1½	1
50	1½	1½	1¼	1½	2	1 — 1½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1 — 2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1 — 2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1 — 2½	2½
250	3½	3	2	2½	3½	1 — 2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1 — 2½	3
400	4	4	3	5	4	2 — 2½	4
450	5	5	3	5	4	2 — 2½	4
500	5	5	3	5	5	2 — 2½	4
750	6	6	4	6	5	3 — 2½	6
1,000	8	6	4	8	6	4 — 2½	6
1,250	8	8	6	8	6	6 — 2½	8
1,500	8	8	6	8	8	6 — 2½	8
2,000	10	10	6	10	8	6 — 2½	8
2,500	10	10	6	10	8	8 — 2½	10
3,000	12	12	8	12	8	12 — 2½	10
3,500	12	12	8	12	10	12 — 2½	12
4,000	14	12	8	14	10	16 — 2½	12
4,500	16	14	8	14	10	16 — 2½	12
5,000	16	14	8	14	10	20 — 2½	12

Al haber obtenido los diámetros de tuberías y ubicación de los componentes, se seleccionan un sistema de tuberías de acero Schedule 40 de fácil montaje con el sistema de soporte completo, debido a que presenta las siguientes características:


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



**Figura 10. Características del sistema de montaje Fuente: Victaulic G-103**

### 3.1.6 Selección de Rociadores

Los rociadores automáticos se clasifican según la temperatura a que actúan, que se obtiene por medio de pruebas normalizadas en las que se sumerge el rociador en un líquido cuya temperatura se eleva muy lentamente hasta que el rociador reacciona, de acuerdo con la Tabla 12.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 12. Rangos de temperatura, clasificación de temperatura y código de color**

Fuente: nfpa norma 13 Tabla 2-2.4.1 Edición 1996

Temperatura Máxima en el techo		Ámbito de Temperatura		Clasificación de Temperatura	Código de Color	Color de la Ampolla o Vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135 a 170	57 a 77	Ordinaria	Sin Color o Negro	Naranja o Rojo
150	66	175 a 225	79 a 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o Verde
225	107	250 a 300	121 a 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 a 375	163 a 191	Extra Alta	Rojo	Violeta
375	191	400 a 475	204 a 246	Extra Muy Alta	Verde	Negro
475	246	500 a 575	260 a 302	Ultra Alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra Alta	Naranja	Negro

Anteriormente, se mencionó que el rociador que se seleccionó es de ½” de tipo estándar y que la presión de descarga es de 10 Psi, además las normas dan los criterios a utilizarse en el momento de realizar el esquema de los rociadores, por lo que a continuación se mencionan los detalles del rociador en las diferentes áreas a proteger:


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 13. Detalles del rociador en las áreas de protección**

Tipo de rociadores	Estándar de ½" termosensible con ampolla
Presión de descarga	10 psi
Caudal de descarga mínimo	18 gpm
Factor k (coeficiente nominal)	5.6 gpm/psi <sup>1/2</sup>
Tipo de respuesta	rápida
Temperatura nominal	175°F, 79°C
Clasificación de la temperatura	Intermedia
Código de color del rociador	blanco
Color de la ampolla de vidrio	Amarillo
Máxima área de cobertura del rociador	225 pies <sup>2</sup> (21 m <sup>2</sup> )
Caudal necesario en área de operación de rociadores	210 gpm
Cantidad de rociadores por área protegida	12
Distancia mínima entre rociadores	6 pies (1.8 m)
Distancia máxima entre rociadores	15 pies (4.57 m)
Distancia mínima a paredes	4 pulg. (102 mm)
Distancia máxima a paredes	7.5 pies (2.29 m)
Total de rociadores en ramales	8
Número total de rociadores en el edificio	318

### 3.1.7 Selección y ubicación de cajetines de mangueras



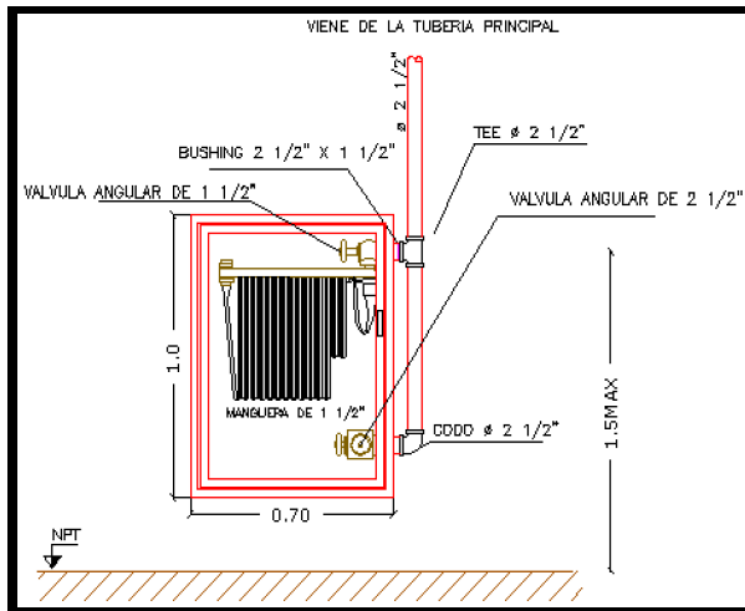
	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Dentro de los diferentes tipos de gabinetes se tiene:

Sistemas de clase I


Sistemas de clase II

Sistemas de clase III



**Figura 12. Detalle de gabinete tipo II**

Por lo anteriormente mencionado y por requisito del cuerpo de bomberos de que los edificios de oficina tienen cajetines de mangueras de 100 gpm a una presión de 65 Psi, por lo que se

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

utiliza un sistema de gabinetes tipo II, teniendo en cuenta que las mangueras reconectadas en sistemas de clase II tienen longitudes de 50 pies (15.24 m), 70 pies (21.34

y 100 pies (30.48 m), por lo que se seleccionaron cajetines de mangueras de 50 pies (15.24 m) de longitud, ya que el edificio está protegido por rociadores en su totalidad.

A continuación, se citan dos métodos para la ubicación de los cajetines de mangueras:


Por método de longitud real

Por método de las salidas

El método que se utilizó para la ubicación de los cajetines de mangueras fue el método de longitud real.





**Tabla 14. Detalles de cajetines de mangueras**

Tipo de cajetines de mangueras	Clase II
Longitud de las mangueras	50 pies (15.24 m)
Número de cajetines Sótano	2
Número de cajetines Planta Baja	2
Número de cajetines Planta Mezanine	2
Número de cajetines Planta 1er Piso	2
Número de cajetines Planta 2do Piso	2
Número de cajetines Planta 3er Piso	1
Total cajetines de mangueras en el edificio	11

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### 3.1.8 Selección de extintores

En la siguiente figura se puede observar que tipos de extintores se deben utilizar para contrarrestar el incendio en las diferentes clases de fuego:

	A Agua	AB Agua + Espuma Química	ABC Polvo Químico Seco	BC Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	ABC Halotron 1	D Polvo Químico D	K Potasio
 Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
 Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
 Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
 Metales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
 Grasas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

**Figura 13. Tipos de extintores**


Fuente: [http://www.uriseg.cl/producto1\\_5\\_1\\_1.htm](http://www.uriseg.cl/producto1_5_1_1.htm)

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Se analizó el tipo de material combustible y se determinó que tipo de extintor tendrán las áreas no protegidas por sistemas de rociadores y cajetines de manguera de cada planta, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 15. Tipos de extintores en las diferentes áreas de riesgo**

Planta	Áreas a proteger	Tipos de extintores
Sótano	Zona de tableros de transferencia	ABC ó BC
	Cuarto eléctrico	
Planta Baja	Cuarto eléctrico	ABC ó BC
	Datos	
Mezanine	Cuarto eléctrico	ABC ó BC
	Datos	
Primer Piso	Cuarto eléctrico	ABC ó BC
	Datos	
Segundo Piso	Cuarto eléctrico	ABC ó BC
	Datos y mantenimiento	
Tercer Piso	Cuarto eléctrico	ABC ó BC
	Datos y mantenimiento	
	Bodega varios presidencia	A, AB ó ABC
	Bodega archivadores #1	A, AB ó ABC

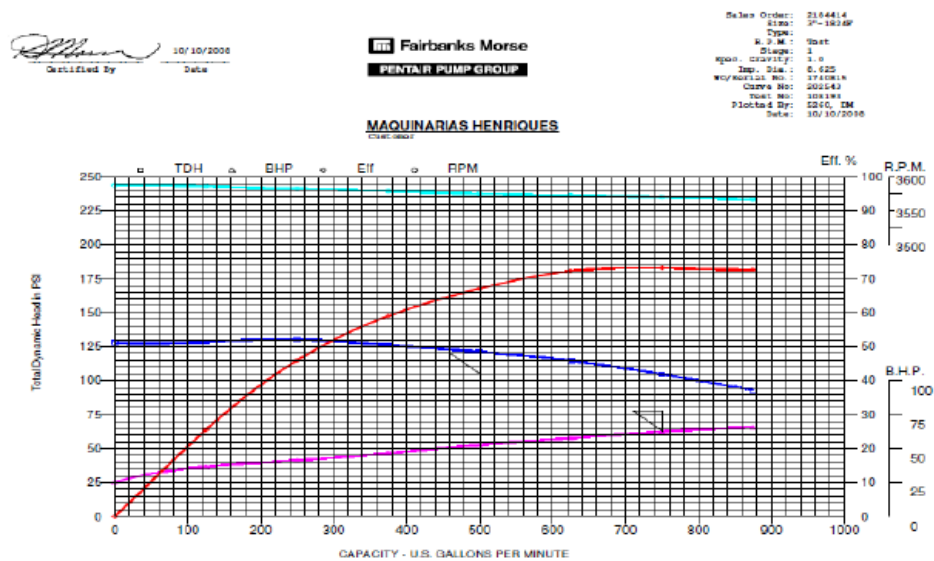
	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.1.9 Selección del sistema de bombeo


Sabiendo que la bomba debe vencer la resistencia que ofrece el sistema, se obtuvo anteriormente que el cabezal dinámico total (TDH) es de 120 PSI y un flujo de 500 gpm para proteger eficientemente el edificio de oficinas.

Para seleccionar la bomba idónea se utilizó un programa de selección que al introducir los valores de flujo y cabezal dinámico total (TDH) da como resultado los datos técnicos de la bomba (ver Figura 3.8).

La bomba deberá suministrar un caudal no menor del 150% de la capacidad de diseño y una presión mínima no menor que el 65% de la presión de diseño.



**Figura 14. Curva TDH vs caudal (bomba diseño) Fuente: Programa Fairbanks Morse – Maquinarias Enriques**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.1.10 Propuesta Comercial Proyecto Industrias Morarbe S.A

En atención a su amable solicitud, nos permitimos presentarles la siguiente cotización que comprende el suministro, instalación y puesta en marcha de los siguientes equipos:

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	<i>Suministro de un Equipo Contra incendio Patterson (Representación exclusiva para Colombia de IGNACIO GÓMEZ IHM SAS) Listado Diesel, Referencia 5X4X12B DMD 240HP. SIN MEDIDOR DE FLUJO.</i>	<i>USD 53.000 más IVA</i>
2	<i>Instalación de un Equipo Contra incendio Patterson (Representación exclusiva para Colombia de IGNACIO GÓMEZ IHM SAS) Listado Diesel, Referencia 5X4X12B DMD 240HP</i>	<i>\$ 23.000.000 más IVA</i>

#### CONDICIONES COMERCIALES

Validez de la oferta: Treinta (30) días.

Forma de Pago: 50% Anticipo – 50% para el despacho.


Tiempo de entrega: Ítem 1. Suministro, 13 - 15 semanas después de legalizada la orden de compra. Ítem 2. Instalación, 2 a 3 semanas.

Lugar de entrega: Proyecto CACTUS; Itagüí, Antioquia.

Moneda: Dólares americanos que serán liquidados a la TRM de nacionalización.

Garantías de Repuestos: Todos los equipos fabricados e importados por Ignacio Gómez IHM S.A.S son de producción continua y de alta trayectoria comercial, razones por las cuales se garantiza la consecución de cualquier repuesto.

Garantías de Fabricación: Los equipos y sus componentes son garantizados por Ignacio Gómez IHM S.A.S contra defectos de materiales, diseño, mano de obra y funcionamiento durante doce (12) meses contados a partir de la puesta en operación.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

EL EQUIPO ESTA COMPUESTO POR  
BOMBA DIÉSEL

MARCA: Patterson Pump Company  
 MODELO: 5X4X12B DMD  
 TIPO: Horizontal de carcasa bipartida, doble succión e impulsor colgante entre rodamientos.  
 CAUDAL NOMINAL: 750 GPM  
 PRESIÓN NOMINAL: 260 psig  
 BRIDA DE SUCCIÓN: 5" ANSI 125# FF  
 BRIDA DE DESCARGA: 4" ANSI 250# FF  
 TIPO DE BASE: Base estándar en acero estructural para el conjunto Bomba-Motor.  
 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:  
 Carcasa en fundición de hierro ASTM A-48-64 clase 40.  
 Impulsores en Bronce SAE 40 - ASTM B584-875.  
 Eje en acero aleado.  
 Camisa del eje para protección en Bronce ASTM-B505-954.  
 Anillo linterna para refrigeración en Bronce ASTM B505-932.  
 Anillos de desgaste en Bronce ASTM B505-932.  
 Obturación del eje en Grafito Impregnado.  
 Accionada por motor Diesel.

MOTOR DIÉSEL

MARCA: Clarke Fire  
 MODELO: JU6H-UF84 TIER-1  
 POTENCIA: 240 HP  
 VELOCIDAD: 2600 RPM  
 ALTURA DE OPERACIÓN: 3149f.a.s.l (960 m.s.n.m)  
 VOLTAJE DE BATERÍAS: 12 V  
 VOLTAJE DE PRECALENTAMIENTO: 120 V / 1 Fase  
 APROBADO: UL/FM  
 TANQUE DE COMBUSTIBLE: 280 Galones  
 EQUIPAMIENTO:

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Doble juego de baterías acorde con NFPA 20 para trabajo pesado y servic

horas. Cables y terminales incluidos.

Encendido Eléctrico, tablero de instrumentos con indicadores y luces para control de temperatura de agua de refrigeración del motor, amperímetro, tacómetro, horómetro, para interconectar al tablero principal del equipo contra incendio.

Silenciador tipo Industrial con conexión flexible.

Sistema de refrigeración por intercambiador de calor apoyado por bomba de agua y adicionado con sistema de turbinas para agua, proveniente de la descarga de la bomba principal. Controlado por válvula solenoide.

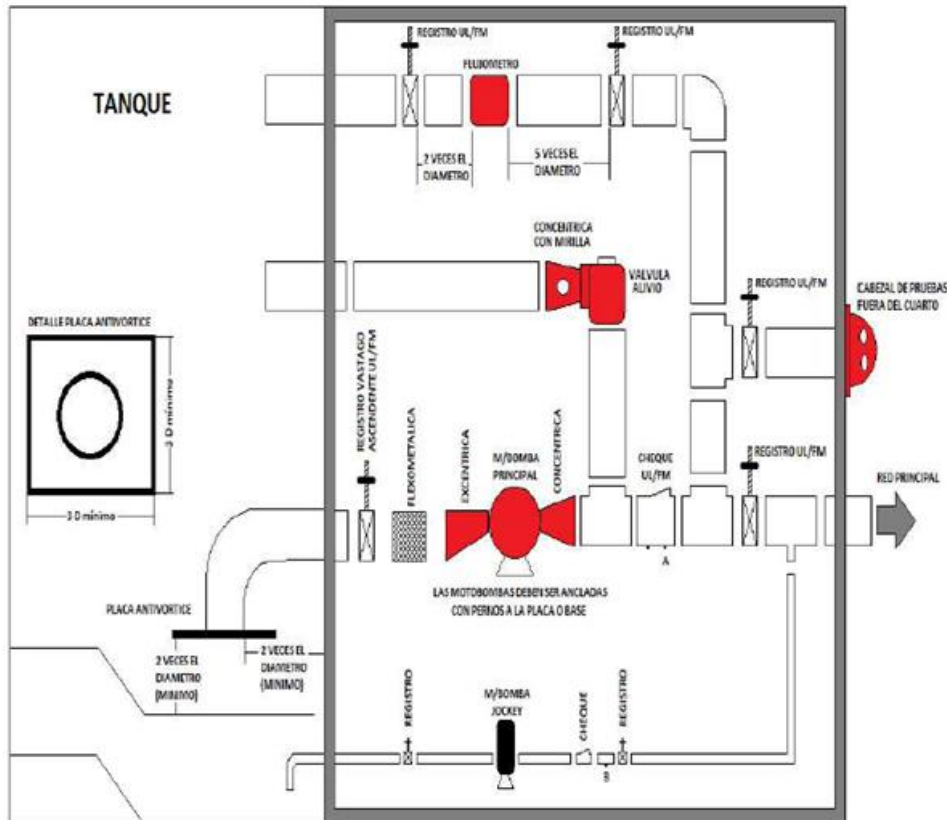
Bomba de aceite, bomba de combustible, filtro de aire y aceite.

Dos Cargadores de Baterías acorde con NFPA 20, instalado en el tablero principal del equipo contra incendio.

Sistema de combustible que incluye: tubería de llenado, tapa superior, filtro, válvula cheque, grifo de cierre, indicador de nivel, tapón de drenaje, accesorios de conexión a la tubería de combustible, patas para tanque y para-llamas.



Esquema de Instalación



TABLERO CONTROLADOR BOMBA DIÉSEL

MARCA: Firetrol

MODELO: FTA1100-J

GABINETE: NEMA 2

PROTECCIÓN: IEC IP11


APROBADO: UL/FM

CARACTERÍSTICAS STANDARD:

Breaker de 2 polos AC

Interruptor de 3 posiciones (MANUAL-OFF-AUTO)

Botón para arranque de prueba manual

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Interfaz de usuario con pantalla en cristal líquido de 80 caracteres, botones tipo membrana e indicadores LED de fácil lectura.

Temporizador de pruebas semanales

Reporte de datos y eventos (hasta 3000 eventos)

Transductor de presión de estado sólido

Informa los voltajes de las baterías y la tasa de carga de las mismas

INDICADORES VISUALES (LEDS):

Interruptor principal en AUTO

Falla en el arranque

Falla en cargador

Falla en Batería #1

Falla en Batería #2

Baja presión del sistema

Motor encendido

Alta temperatura del motor

Baja presión de aceite

Sobrevelocidad

Bajo nivel de combustible

MENSAJES DE ALERTA:


Error de presión

Falla en el arranque

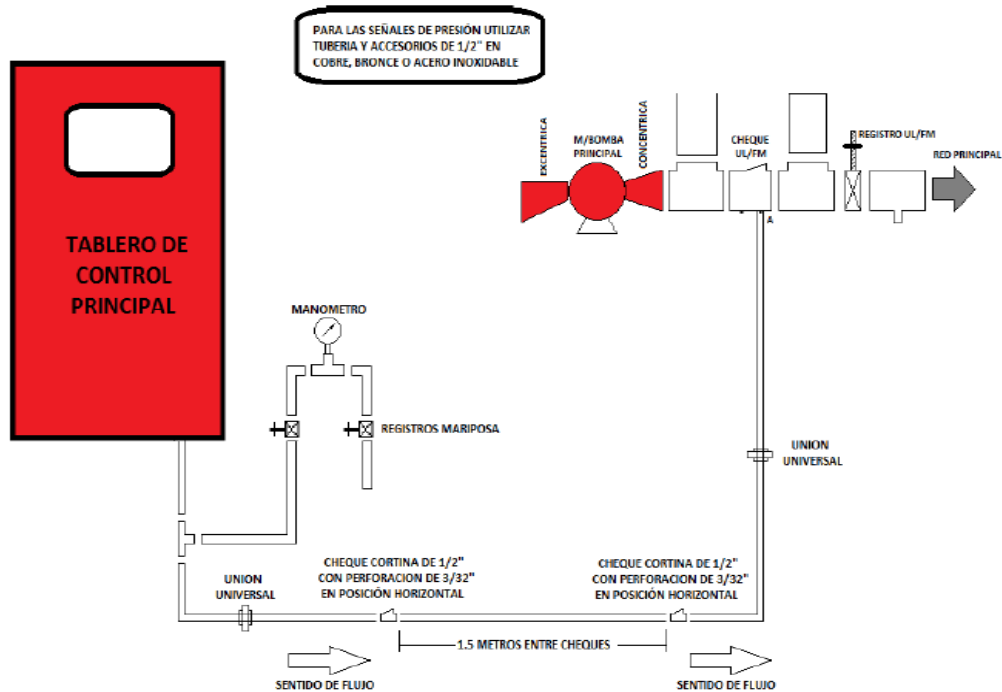
Baja presión de succión

Estado de ciclo de arranque

Error de almacenamiento de datos en disco

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### Esquema de Instalación



#### MOTOBOMBA JOCKEY

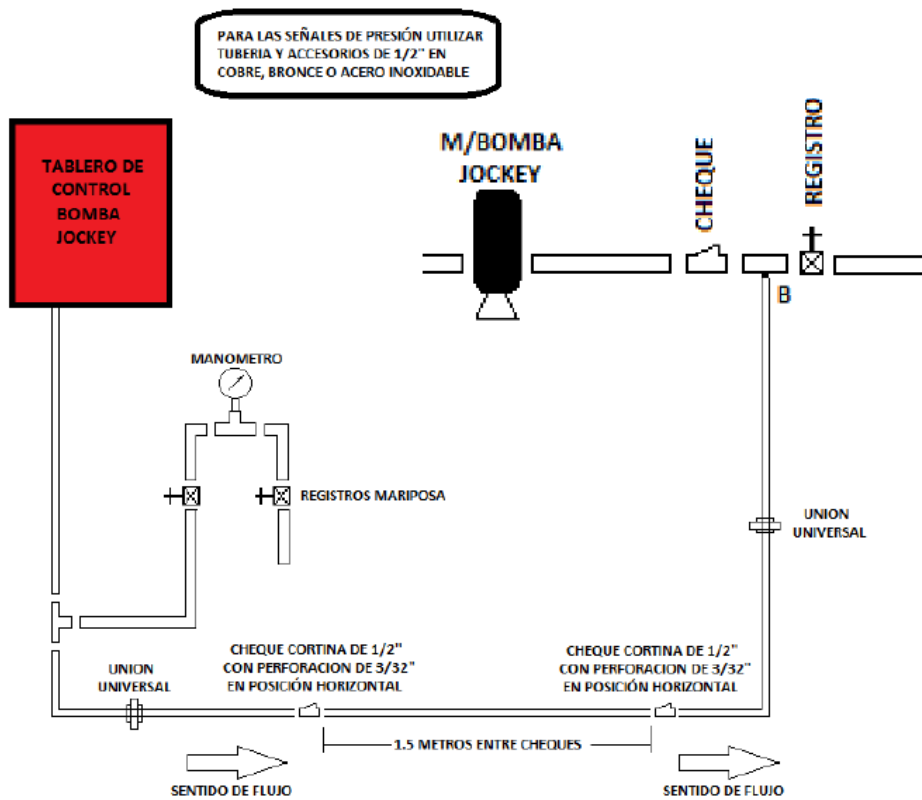
MARCA: IHM TURE ó similar  
 MODELO: VMSS2-180  
 TIPO: Multietapa Vertical en Línea  
 CAUDAL NOMINAL: 10,5 GPM  
 PRESIÓN NOMINAL: 265 PSI  
 ENCERRAMIENTO DEL MOTOR: TEFC  
 POTENCIA: 5 HP  
 VOLTAJE: 220 V / 3 Fases  
 VELOCIDAD: 3500 RPM


#### TABLERO CONTROLADOR BOMBA JOCKEY

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

MARCA: Patterson  
MODELO: FPJPC05360230  
GABINETE: NEMA 2  
PROTECCIÓN: IEC IP11  
APROBADO: UL

**Esquema de Instalación**



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**ACCESORIOS INCLUIDOS:**

Válvula automática desaireadora de ½" para la carcasa de la bomba.  
 Manómetro y Vacuómetro de carátula de 3½" para descarga y succión.  
 Reductor excéntrico de 6" x 5" para la succión.  
 Incrementador concéntrico de 4" x 6" para la descarga.  
 Válvula de alivio de 4" marca Cla-Val modelo 2050B-4KG.  
 Cono de desperdicio Cerrado de 4" X 6"  
 Cabezal de pruebas de 6" con 3 sets de válvulas en ángulo con tapas y cadenas.  
 Medidor de flujo de 6" marca GVI modelo 6-750-G con conexiones ranuradas.  
 Manual de operación y mantenimiento en CD

**PRUEBAS Y CERTIFICADOS:**

Prueba Hidrostática (No Atestiguada)  
 Prueba de Rendimiento (No Atestiguada)


**PUESTA EN MARCHA**

En el valor ofertado se incluye la puesta en marcha de los equipos en sitio (Medellín, Colombia), siguiendo los procedimientos estándar de Ignacio Gómez IHM S.A.S.

Nota: No incluye instalación del Equipo Listado ofertado.

Todos los equipos Contraincendios Normalizados y sus componentes son garantizados por Patterson Pump Co contra defectos de materiales, diseño, mano de obra y funcionamiento durante doce (12) meses contados a partir de la puesta en operación o dieciocho (18) meses contados a partir de la entrega efectiva de los bienes, lo que se cumpla primero.

**SERVICIOS INCLUIDOS**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Materiales de alta calidad que cumplen la Norma NFPA (UL/FM) y mano de obra realizada por técnicos especializados en la instalación de los equipos contra incendio bajo norma NFPA 20.

Tubería de succión de 8" con longitud máxima de 3 m. Incluye válvula OS&Y.

Tubería para conexión del cabezal de pruebas en diámetro de 6" con una distancia lineal máxima de 3 m.

Tubería para la conexión a la red principal en diámetro de 6", longitud máxima de 4 m. Incluye cheque y válvula de 6" en la descarga.

Tubería en 4" para la conexión de la válvula de alivio.

Tubería de conexión para bomba jockey.

Tubería de conexión de las líneas de presión en cobre.

Puesta en marcha ejecutada por un técnico especialista en este tipo de equipos.

Entrega de protocolo de puesta en marcha.

Entrenamiento y capacitación en una sola sesión sobre el manejo del equipo **SERVICIOS NO INCLUIDOS**

Obras civiles como manejo de tejas, muros, bases, morteros, pasa muros, etc.

Obras de canalización eléctrica.

Tendido de redes o acometidas eléctricas de ningún tipo.

Obras de adecuación de cuartos y similares.

Tableros de distribución.

Contenedor o celador en Obra.

Izaje horizontal o vertical del equipo.


Ingeniero residente HESQ o Similares

Tendido de tuberías por fuera de cuarto de bombas o más allá de 3mts lineales de longitud en la descarga.

Combustible para el llenado del tanque.

#### OBSERVACIONES

Las acometidas eléctricas deben llegar hasta los tableros de control y los motores de las bombas, para ser conectadas por el técnico.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.1.11 Plan de mantenimiento preventivo y pruebas del sistema

En un edificio de oficinas, el mantenimiento de las instalaciones y pruebas del sistema se rige bajo la norma NFPA 25. El plan consiste en inspección, pruebas y mantenimiento de equipos y accesorios contra incendios. Las correcciones y reparaciones deben ser hechas por personal de mantenimiento calificado o por un contratista calificado.


#### 3.1.11.1 Plan de mantenimiento del reservorio

**Tabla 17. Resumen inspección, pruebas y mantenimiento del reservorio**

Fuente: Norma NFPA 25, Tabla 9.1

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Estado del agua en el tanque	Inspección	Mensual/trimestral
Temperatura del agua	Inspección	Diaria/semanal
Agua-nivel	Inspección	Mensual/trimestral
Interior	Inspección	5 años/3 años
Válvulas de retención	Inspección	5 años
Alarmas de nivel de agua	Prueba	Semestral
Indicadores de nivel	Prueba	5 años
Nivel de agua	Mantenimiento	-
Válvulas de retención	Mantenimiento	-


#### 3.1.11.2 Plan de mantenimiento de los equipos de bombeo

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla 18. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de los equipos de bombeo Fuente: Norma NFPA 25, Tabla 8.1**

<b>Equipo o sistema</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
Sistema de bombas contra incendios	Inspección	Semanal
<b>Operación de la bomba</b>		
Sin flujo	Prueba	Semanal
Con flujo	Prueba	Anual
Hidráulico	Mantenimiento	Anual
Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual
Regulador, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable
Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable
Motor	Mantenimiento	Anual




	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.1.11.3 Plan de mantenimiento del sistema de columna de agua y mangueras

**Tabla 19. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de columna y mangueras Fuente: NORMA NFPA-25, Tabla 6.1**

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Tuberías	Inspección	Trimestral
Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral
Gabinetes	Inspección	Anual
Mangueras	Inspección	Anual
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Inspección	Anual
Válvula reductora de presión	Inspección	Trimestral
Boquilla de manguera	Prueba	Anual
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual
Manguera	Prueba	5 años/3 años
Válvula reductora de presión	Prueba	5 años
Prueba hidrostática	Prueba	5 años
Prueba de flujo	Prueba	5 años
Prueba de desagüe principal	Prueba	Anual
Conexiones de mangueras	Mantenimiento	Anual
Válvulas todos los tipos	Mantenimiento	Anual/cuando se requiere

### 3.1.11.4 Plan de mantenimiento del sistema de rociadores automáticos

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Para determinar las frecuencias mínimas requeridas para inspección, prueba y mantenimiento en los rociadores automáticos, debe usarse la Tabla 20.


**Tabla 20. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de rociadores automáticos Fuente: NORMA NFPA-25, Tabla 5.1**

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Rociador	Inspección	Anual
Rociador de repuesto	Inspección	Anual
Válvula de control	Inspección	Semanal/Mensual
Rociador	Prueba	A 50 años y cada 10 años después
Válvula de control	Mantenimiento	Anualmente o cuando se necesite

### 3.1.11.5 Plan de mantenimiento de las válvulas de control

**Tabla 21. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de válvulas de control Fuente: Norma NFPA-25, Tabla 12.1**

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
<b>Válvulas de control</b>		
Sellada	Inspección	Semanal
Cerrada	Inspección	Mensual
Interruptores de manipulación	Inspección	Mensual
<b>Válvulas de control</b>		
Posición	Prueba	Anual
Operación	Prueba	Anual
Supervisión Interruptores de posición	Prueba	Semi-anual
Válvulas de control	Mantenimiento	Anual


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La existencia y utilización de las normas de la NFPA, son la mejor herramienta al momento de diseñar, construir e instalar un sistema contra incendios, ya que nos permite tener consideraciones técnicas para diferentes situaciones que se puedan presentar. Otra herramienta fundamental que se debe tomar en cuenta son la variedad de métodos de evaluación de riesgo que existen y que nos son útiles, cuando queramos saber si las consideraciones hechas para la selección del método de extinción de incendio fueron suficientes.

Al momento de diseñar el sistema contra incendio, las normas de la NFPA son muy conservadoras, esto que si lo hacemos siguiendo las recomendaciones que nos da la norma, tendremos un buen margen de seguridad en nuestro sistema. Los altos costos del equipo de bombeo, motor a Diesel, tanque de almacenamiento, hacen que instalar un sistema contra incendio en una planta, sea una inversión muy alta, que no todos los empresarios quieren hacer y en ocasiones esperan a que ocurra un siniestro de grandes proporciones para iniciarla.

El estudio minucioso de los planos arquitectónicos de cada una de las plantas del edificio y la inspección visual en sitio permitió determinar la adecuada y correcta selección del equipo de bombeo para este diseño, está garantizada con que dicho equipo es capaz de suministrar como mínimo el 150% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

### 5.1 CONCLUSIONES

Como conclusión general se diseña un prototipo de un sistema de red contra incendio propuesto para la empresa Industrias Morarbe S.A, bajo las normas NFPA, se establece que en el análisis de la información a nivel nacional de los sistemas de protección contra incendios que utilizan agua, existe una normatividad amplia y extensa sobre su diseño.


Al describir la situación actual de la empresa se verificó y se constató que cuenta con sistemas contra incendios internos en cada una de sus áreas (extintores PQS, CO2, espumas AFFF) pero al mismo tiempo por ser una empresa grande y según las normativas legales vigentes necesita contar con un sistema contra incendios externo que sea idóneo para contrarrestar cualquier tipo de peligro que en estas áreas se produzcan ya sea por causa del almacenamiento de su producción que es material de licra y algodón principalmente, ubicados exteriormente en grandes cantidades, productos químicos o algún tipo de combustible que combinado con algún otro material genere un conato de incendio.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Este diseño, además de mencionar el problema, incluyó temas para la planeación, organización y coordinación con el que se desarrollan e implementan los proyectos de sistemas de extinción contra incendios y su disposición dentro de las edificaciones residenciales, comerciales e industriales, particularmente en la ciudad de Itagüí.

El diseño del sistema de bombeo se hace en base a los cálculos de datos reales y tomando las precauciones para asegurar el permanente abastecimiento del agente extintor, además es muy importante para la correcta selección del equipo de bombeo determinar el caudal real necesario para abastecer todas las zonas que se encuentran en riesgo.

Adicionalmente, debe ser objeto de especial interés la falta de control y vigilancia por parte del Estado para la implementación de este tipo de sistemas, más si se considera que las curadurías están encargadas de verificar el cumplimiento de las normas urbanísticas y de las edificaciones vigentes en el distrito o en los municipios, con la finalidad de expedir las licencias de construcción. Es función de las alcaldías de comprobar la aplicación de las normas que rigen esta actividad, infortunadamente en el país no existe una entidad particular competente y especializada para verificar el cumplimiento de las normas de protección contra incendios y aprobar previamente sus diseños y construcción.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


## 5.2 RECOMENDACIONES

Continuar con las capacitaciones a las brigadas contraincendios ya que esto familiariza y mejora significativamente la capacidad de respuesta ante un siniestro. Un sistema contra incendio mal operado genera graves errores que pueden costar vidas y dinero.

El trabajo de instalación debe ser realizado por personas con amplia experiencia y responsabilidad.

Se debe capacitar al personal encargado de la operación, inspección y mantenimiento del sistema, cuyas funciones se pueden realizar periódicamente con la norma internacional NFPA 25 (Norma para inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua), sin limitar o restringir el uso de otros programas de inspección, prueba o mantenimiento que proporcionen un grado equivalente del sistema y el funcionamiento para el que fue diseñado.

Para mantener la operabilidad del sistema, se debe realizar el mantenimiento e inspecciones periódicas a toda la red, con el fin de identificar los elementos que pudieren afectar la eficaz respuesta ante un conato de incendio.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


La empresa Industrias Mararbe S.A, debe contar con un esquema o programa de inspección, prueba y mantenimiento para los sistemas de protección contra incendio, el cual se puede ejecutar de acuerdo con las frecuencias de tiempo dispuestas en la norma NFPA 25.

Los hidrantes contra incendios deben estar situados en lugares fácilmente accesibles, fuera de espacios destinados a la circulación y estacionamiento de vehículos, así como con la debida señalética.

Se debe crear y aplicar un reglamento técnico específico de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional para aprobar los diseños y acreditar la construcción de los sistemas de protección contra incendios, avalado por una autoridad competente.

Para los proyectos que exijan la implementación de sistemas de redes de protección contra incendios, la curaduría que expida la respectiva licencia de construcción deberá solicitar los diseños aprobados por una entidad competente que certifique el cumplimiento de la normatividad vigente por parte del constructor.

No tener restricciones técnicas y económicas al momento de contratar la instalación de un sistema contra incendios, ya que al momento de un siniestro esto se verá reflejado en las pérdidas.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 5.3 TRABAJO FUTURO


Para el desarrollo de los sistemas de protección contra incendios se evidencia como problema fundamental la carencia de formación y capacitación adecuada para aplicar las normas nacionales en sus fases de diseño, construcción y mantenimiento, sin mencionar la falta de actualización de estas normas en Colombia.

Estas deficiencias se han venido superando con la entrada en vigencia de la NSR-98, posteriormente actualizada con la NSR-10, que ha incluido aspectos normativos relevantes. Sus capítulos J y K tienen origen en las Normas Técnicas Colombianas, NTC, que a su vez se concibieron con las bases documentales de las normas NFPA (National Fire Protection Association).

Es importante resaltar que la expedición del Acuerdo 20 de 1995, mediante el cual se implementó el Código de la Construcción, significó un gran avance en esta materia en el Distrito Capital, en especial las normas contenidas en los capítulos B.2 "Requisitos de resistencia y protección contra el fuego", B.3 "Medios de evacuación" y D.7 "Sistema de detección y extinción de incendios".

Si bien las normas colombianas para el manejo de los sistemas de protección contra incendios tienen un buen sustento en los códigos internacionales, su reglamentación es muy incipiente y su incumplimiento no necesariamente se les puede atribuir a los diseñadores y a los constructores. Uno de los principales problemas es la aparente falta de interés por parte del Estado para elaborar un reglamento técnico y de obligatorio cumplimiento, que exija una disciplina normativa sobre la implementación de




	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

sistemas de protección contra incendios y de una autoridad estatal que las haga cumplir. Sin embargo, a pesar de las dificultades que se presentan en este aspecto, la normatividad existente en el país es una de las más completas de Suramérica.

Así, por ejemplo, en el Distrito Capital el control de los diseños, la construcción de los sistemas contra incendios “su entrega es posterior y selectiva” lo ejercen entidades como la Secretaría Distrital del Hábitat para edificaciones residenciales y la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Medellín.


La Subdirección de Investigaciones y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital del Hábitat realiza las investigaciones y demás actuaciones administrativas pertinentes cuando existen quejas por el incumplimiento a las normas vigentes por parte de las personas naturales o jurídicas que realizan actividades de construcción de vivienda en el Distrito Capital, entre otros casos por inconsistencias en la construcción de sistemas contra incendios, puesto que no existe obligación legal de tramitar la aprobación de los diseños ante esta entidad y los conceptos técnicos que emiten no son vinculantes o de obligatorio cumplimiento.

Por su parte, la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Medellín es un órgano asesor y consultivo que emite conceptos acerca de si los sistemas de protección contra incendios

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


cumplen con las disposiciones normativas que regulan la materia y sólo puede hacerlo sobre aquellos que hayan sido puestos a su consideración o a petición de los interesados.

De acuerdo con lo anterior, es importante resaltar la urgente necesidad que hay en el país de expedir un reglamento técnico específico para aprobar los diseños y acreditar la construcción de los sistemas de protección contra incendios. En este reglamento podrán incluirse los anexos y demás normas desarrolladas por la NFPA y otras instituciones internacionales que se encargan de investigar y adelantar estudios de ingeniería para el diseño y la construcción de este tipo de sistemas, así como las especificaciones de fabricación de los materiales que se utilizan y sus procesos de certificación.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## REFERENCIAS

- 1) Armstrong, Fire Pumps, [http://www.armstrongpumps.com/product\\_catalogue.asp](http://www.armstrongpumps.com/product_catalogue.asp)
- 2) Armstrong, Fire Protection Professionals, [http://www.armstrongpumps.com/fire\\_protection.asp](http://www.armstrongpumps.com/fire_protection.asp).
- 3) “Diseño y Cálculo de Sistema de Protección Contra Incendio”, Seminario Taller, GL & Asociados, CD&A Consultores de Riesgo, Santafé de Bogotá, Octubre, 1998.
- 4) NFPA, National Fire Protection Association, [http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list\\_of\\_codes\\_and\\_standards.asp](http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp)
- 5) Tyco, Fire Suppression & Building Products, [http://www.tyco-fire.com/index.php?P=show&id=TFP315\\_01\\_2005&B=&BK=product&SB=S3](http://www.tyco-fire.com/index.php?P=show&id=TFP315_01_2005&B=&BK=product&SB=S3)
- 6) Manual de protección contra incendios, Editorial MAPFRE, 1era Reedición, Septiembre, 1980.
- 7) Manual de Protección Contra Incendios, Arthur E. Cote y Jim L. Linville, Editorial Mapfre, España, 2001, 1ª reimpresión, 2, 219 p.
- 8) Manual de Recipientes a Presión, Editorial Grupo Noriega, Edición 1999.
- 9) NFPA 10, Norma para extintores portátiles contra incendios. Edición 2007.
- 10) NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistema de Rociadores, Edición 2007.
- 11) NFPA 14, Norma para la Instalación de Tubería Vertical y de Mangueras, Edición 2007.
- 12) NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias contra Incendios, Edición 2007.
- 13) NFPA 22. Norma para tanques de agua para protección privada de incendios, edición 2013.
- 14) NFPA 24. Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios, edición 2013.
- 15) NFPA 25, Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios, Edic. 2002.
- 16) NFPA 101, Código de Seguridad Humana, Edic. 2000.
- 17) Norma API 650, Welded Tanks for Oil Storage, Edición 2009.
- 18) NTC 1669. Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio. NTC 2301. Norma para la instalación de sistemas de rociadores.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

FIRMA ESTUDIANTE *Fabio Velazquez*

FIRMA ASESOR *[Signature]*

FECHA ENTREGA: 31/01/2018

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_      ACEPTADO \_\_\_      ACEPTADO CON  
MODIFICACIONES \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_