

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

*“Construcción e Instalación de un Sistema Contra Incendio para  
Fábrica de Aceites y Mantecas”*

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentada por:

Henry Leonardo Mejía Romero

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año 2011

## AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y en especial al Ing. Ernesto Martínez lozano Director de Tesis, por su gran ayuda.

# DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Ernesto Martínez L.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Federico Camacho B.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Henry Leonardo Mejía Romero

## RESUMEN

La Agencia Guayaquil es la encargada de la distribución del producto terminado, que proviene de la planta principal ubicada en la ciudad de Manta, para satisfacer la demanda de combustibles a nivel nacional.

La Agencia Guayaquil consta entre sus áreas: bodegas de almacenamiento de aceites, jabones, comida para perros, productos enlatados como sardina y atún, patios externos de almacenamiento y parqueos y áreas administrativas.

Los incendios son una de las mayores catástrofes naturales y dentro de este campo cabe destacar los Incendios en plantas industriales, que han producido accidentes industriales mayores, con falta de seguridad humana y de planes de emergencias adecuados lo que ha provocado situaciones de pérdidas irreparables, desde la imagen de la empresa hasta desastres cuantiosos.

Ante esta situación, el Departamento de Proyectos de Empresa decidió la construcción de un sistema contra incendios debido a normas internacionales de seguridad. Este trabajo consiste en el diseño del sistema, que comprende reservorio, sistema de tuberías, sistema de rociadores automáticos y sistema de bombeo, basándonos en normas NFPA.

Se comenzará con el análisis de la situación actual para determinar las condiciones de la instalación. Luego se procederá al diseño del sistema, el cual se basa en las normas NFPA las mismas que recogen las recomendaciones mínimas de seguridad y protección que deben tomarse en cuenta para proteger un área, usando una combinación de sistemas y equipos: mangueras, extintores y rociadores. Esta parte contendrá los cálculos correspondientes al diseño. Posteriormente se realizará la selección de los materiales para poder hacer los planos correspondientes a la instalación.

El diseño del Sistema Hidráulico de Protección Contra Incendios considera los siguientes criterios de diseño:

- Las bodegas, por su riesgo Especial de Almacenamiento, deben tener un sistema húmedo de rociadores (sprinklers) y de mangueras en gabinetes Clase III. Todos estos datos se obtuvieron mediante información de apilamiento, empaquetamiento, pendientes y alturas de techos proporcionadas por visitas realizadas por el autor de la tesis.
- La planta en general y zonas de almacenamiento tendrán gabinetes clase III estratégicamente distribuidos.
- El suministro de agua contra incendios debe ser independiente del suministro de agua potable, es decir, exclusivo para el sistema contra

incendios, y se lo hará desde su reserva en cisterna para mantener el sistema funcionando bajo condiciones de incendio.

- El Sistema dispondrá de un cuarto de bombas contra incendios. La red de incendios se mantiene presurizada mediante una bomba tipo jockey. Las bombas tanto la principal como la jockey van de acuerdo con la NFPA 20, listadas UL y aprobadas FM.
- En las instalaciones de agua contra incendios se utilizará tubería de acero negro ranurada por deformación.
- Existirá en el exterior de la Planta 1 toma Siamesa de 4"x 2 ½" x 2 ½" rosca NST (NH), para conexión del cuerpo de bomberos, ubicada en un lugar estratégico. El sistema contará con válvulas seccionadoras para no deshabilitar todos los elementos del sistema en caso de mantenimiento o problemas puntuales en el sistema.
- Se ubicaran en cada uno de los gabinetes de manguera extintores ABC portátiles, de acuerdo a la norma NFPA 10.

Se realizan los estudios y análisis de costos de la mano de obra, materiales, dirección técnica y responsabilidad; además de los cronogramas de ejecución de obra y selección de personal capacitado de mando técnico que garantice el desarrollo del proyecto sin contratiempo. Al concluir estas fases se inicia la construcción del Sistema Contra Incendio. Al término de la

construcción del sistema de incendio de acuerdo al cronograma aprobado, se ejecutarán las pruebas del Sistema de acuerdo a formatos y parámetros normalizados.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS.....	XII
SIMBOLOGÍA.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
ÍNDICE DE PLANOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN .....	3
1.1. Inspección del Lugar.....	4
1.1.1. Identificación de la Empresa.....	5
1.1.2. Actividad y Ocupación de la Empresa.....	6
1.1.3. Tipo de Construcción y Riesgos Existentes.....	11
1.2. Análisis de Riesgo del Sitio.....	14
1.2.1. Sistema y Medios de Extinción.....	15
1.2.2. Suministro de Agua y Depósitos.....	15

1.2.3. Sistema de Protección.....	16
-----------------------------------	----

## CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	18
2.1. Fundamentos Teóricos de Fluidos.....	18
2.1.1. Generalidades y Propiedades Físicas.....	23
2.1.2. Ecuación de la Continuidad.....	26
2.1.3. Ecuación de la Energía General “Teorema de Bernoulli”.....	28
2.1.4. Números de Reynolds.....	29
2.1.5. Fórmula de Darcy’s y Factor de Fricción.....	30
2.1.6. Ecuación de Poiseuille.....	32
2.1.7. Longitud Equivalente L/D.....	35
2.1.8. Coeficiente de Resistencia (K).....	36
2.1.9. Coeficiente de Flujo (Cv).....	37
2.2. Flujos de Líquido.....	38
2.2.1. Flujo en Tuberías.....	40
2.2.2. Flujo en Válvulas y Accesorios.....	42
2.3. Selección de Materiales y Accesorios.....	46
2.4. El Agua y el Fuego.....	49
2.4.1. El Fuego.....	49
2.4.2. El Agua.....	54

2.5. Resistencia al fuego de diversos materiales.....	56
2.6. Transmisión de calor.....	59
2.7. Métodos para extinguir el fuego.....	67
2.8. Clasificación del fuego.....	73
2.9. Clasificación de las ocupaciones según norma NFPA 13.....	76

### CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	79
3.1. Introducción.....	79
3.2. Abastecimiento y Uso del Agua.....	81
3.2.1. Red de uso público.....	83
3.2.2. Fuentes inagotables.....	83
3.2.3. Depósitos o cisternas.....	83
3.3. Cálculo de la reserva de agua.....	84
3.3.1. Reserva para bocatoma de incendios.....	85
3.3.2. Reserva para rociadores automáticos.....	86
3.4. Tipo de Tuberías y Accesorios.....	88
3.4.1. Tuberías.....	88
3.4.2. Uniones.....	90
3.4.3. Accesorios.....	90
3.5. Dimensionamiento de las redes .....	94

3.5.1. Requerimientos mínimos.....	96
3.5.2. Pérdidas de cargas.....	97
3.6. Bocatomas de incendio, Siamesa y Extintores .....	100
3.6.1. Bocatoma de Incendio... ..	100
3.6.2. Siamesa.....	106
3.6.3. Extintores.....	108
3.6.3.1. Clasificación de Extintores.....	109
3.6.3.2. Aplicación en sistemas contra incendio.....	112
3.7. Rociadores automáticos.....	113
3.7.1. Requerimientos hidráulicos.....	119
3.7.2. Requerimientos para su instalación.....	121
3.7.3. Métodos de cálculo para su instalación.....	126
3.7.3.1. Método Hidráulico.....	126
3.7.3.2. Diseño por medio de tablas.....	129

#### CAPÍTULO 4

4. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE BOMBAS CONTRA INCENDIO.....	132
4.1. Cálculos y aplicación de parámetros para la selección de bombas contra incendio.....	133
4.1.1. Caudal.....	135
4.1.2. Cabezal o Presión Total.....	137
4.1.3. Velocidad específica ( $N_s$ ).....	138
4.1.4. Presión de Aspiración positiva Neta (NPSH).....	139

4.1.5. Cavitación.....	142
4.1.6. Leyes de Afinidad.....	144
4.1.7. Capacidad, presión Nominal y potencia de las Bombas Contra Incendio.....	145
4.2. Selección de Bombas y Fuerza Motriz.....	146
4.2.1. Selección de la Fuerza Motriz para Bombas Contra Incendio.....	147
4.2.1.1. Motores Eléctricos.....	148
4.2.1.2. Motores a Diesel.....	151
4.2.2. Clases y Selección de Bombas Contra Incendio.....	153
4.2.2.1. Clases de Bombas.....	154
4.2.2.1.1. Centrifugas de Eje Horizontal.....	156
4.2.2.1.2. Tipo Turbinas de Eje Vertical.....	162
4.2.2.2. Selección de Bombas.....	170
4.2.2.2.1. Bomba Eléctrica Principal.....	172
4.2.2.2.2. Bomba a Diesel Auxiliar.....	174
4.2.2.2.3. Bomba Jockey.....	178
4.3. Selección de Protecciones, Controles y Accesorios de Bombas Contra Incendio y Motores.....	181

## CAPÍTULO 5

5. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO BASADO EN NORMAS NFPA.....	194
5.1. Análisis de Riesgos existentes.....	194
5.2. Método de Extinción a aplicarse.....	197
5.3. Selección del Tipo de Sistema de Rociadores Automáticos.....	197
5.4. Determinación del caudal requerido y Cálculo del Cabezal Dinámico Total.....	198
5.5. Dimensionamiento de la Red de Tuberías.....	208
5.6. Selección de Rociadores.....	210
5.7. Selección de Extintores.....	211
5.8. Selección de Cajetines o Gabinetes contra Incendio.....	215
5.9. Selección del Sistema de Bombeo.....	217

## CAPÍTULO 6

6. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS PRINCIPALES Y ANEXOS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS....	222
6.1. Cronograma de Construcción.....	227
6.1.1. Selección del Personal de Mando, Supervisión y Técnico.....	227
6.1.2. Pruebas de Personal Calificado.....	229
6.1.3. Selección de Logística y Herramientas.....	231

6.2. Normas de Seguridad del Personal.....	232
6.3. Normas de Métodos de Trabajo.....	237
6.3.1. Métodos de Soldaduras a Aplicarse.....	245
6.3.2. Método de Selección de Soportería.....	249
6.3.3. Sistemas de Aplicación de Pinturas para Protección de Equipos, Accesorios y Otros.....	250

## CAPÍTULO 7

7. PRUEBAS, MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES DE ACUERDO A NORMAS (NFPA).....	253
7.1. Pruebas Hidrostáticas y Gradiente Hidráulico.....	256
7.1.1. Pruebas de Tuberías y Mangueras.....	260
7.1.2. Prueba de Extintores.....	263
7.1.3. Pruebas de Sprinkles.....	270
7.1.4. Pruebas del Sistemas Presurizado.....	274
7.1.5. Prueba de Bombas Contra Incendio.....	274
7.2. Mantenimiento de todos los Componentes del Sistema Contra Incendios.....	282

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	303
-------------------------------------	-----

ANEXOS.....	307
-------------	-----

APÉNDICES.....	316
----------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	
--------------	--

## ABREVIATURAS

NFPA	National Fire Protection Association
ANSI	American National Standards Institute, Inc
ASME	American Society Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
AWWA	American Water Works Association, Inc
NEMA	National Electrical Manufactures Association
NPSH	Presión de aspiración positiva neta
OSHA	Ley de Seguridad e Higiene Ocupacional
Cv	Coefficiente de flujo
Cd	Coefficiente de contracción
CEMA	Canadían Electrical Manufactures Association
$\Delta P$	Pérdidas por fricción en psi/ft
RPM	Revoluciones por minuto
HP	Horse power

## SIMBOLOGÍA

A	Área
a	Radio
Ø	Diámetro
du/dy	Gradiente de velocidad
E	Rendimiento
F	Fuerza
f	Factor de fricción
ft	Esfuerzo de tensión permisible
fr	Esfuerzo de tensión permisible
Fy	Esfuerzo comercial de las placas de material
Fu	Esfuerzo último de las placas de material
g	Gravedad
G	Gravedad específica líquida (1.0 para el agua)
H	Energía total, altura presión total o cabezal (bomba); altura de líquido (pies)
Hp	Potencia efectiva
h	Altura
hd	Altura de impulsión pies (m)
he	Pérdida de contracción brusca
hf	Pérdidas en tuberías
hl	Pérdidas en tuberías
hs	Altura de aspiración
hv	Altura de velocidad
hvd	Altura de velocidad de descarga pies (m)
hvs	Altura cinética de aspiración pies (m)
hp	Altura piezométrica (presión normal)
K	Coefficiente de resistencia o pérdida
KPa	Kilopondio de aire (absoluta)
L	Longitud
Le	Longitud equivalente
m	Flujo de masa

N	Velocidad
Ns	Velocidad específica
P	Presión
Pv	Presión de velocidad
Q	Caudal o flujo de volumen
Re	Número de Reynolds
°C	Grados centígrados
°F	Grados fahrenheit
Q	Flujo total en gpm en un tramo específico
d	Diámetro interno real de la tubería, en pulgadas
C	Coeficiente de fricción
P <sub>f</sub>	Pérdida de presión debido a la fricción entre los puntos indicados
P <sub>v</sub>	Pérdidas por fricción en psi/ft
h	Elevación en pies
P <sub>e</sub>	Pérdidas por elevación en psi/ft
k	Factor de diseño para rociadores
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
gpm	Galones por minuto
ft	Pies
ft <sup>2</sup>	Pies cuadrados
gpm/ft <sup>2</sup>	Galones por minuto por pie cuadrado
l/min/m <sup>2</sup>	Litros por minuto por metro cuadrado
m/s	Metros por segundos
mm	Milímetros
psi	Libra por pulgada cuadrada
min	Minutos
r	Fuerza transmitida por los pernos
t	Tiempo
U	Velocidad en lámina superior
UL	Underwriter Laboratories.Inc
V	Velocidad media del fluido; volumen
Vs	Volumen específico
v	velocidad
Z	Elevación
ρ	Densidad
γ	Peso específico
ζ	Tensión de cortadura
μ	Viscosidad absoluta
ν	Viscosidad cinemática

$\varepsilon$	Rugosidad
$\Delta p$	Caída de presión (Lbs. /pulgs <sup>2</sup> )
$\eta$	Viscosidad de remolino
$\frac{\varepsilon}{D}$	Rugosidad relativa

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Croquis de las Instalaciones de la Empresa.....	4
Figura 1.2 Croquis de Vista General de la Empresa.....	7
Figura 1.3 Vista Calle Exterior de la Empresa.....	11
Figura 1.4 Vista calle Exterior y los Negocios Informales.....	12
Figura 1.5 Periferia Sur de la Empresa.....	12
Figura 1.6 Periferia Este de la Empresa.....	13
Figura 1.7 Periferia Oeste de la Empresa.....	13
Figura 2.1 Deformación Resultante de la Aplicación de una Fuerza de Cortadura Constante.....	21
Figura 2.2 Representación Gráfica de la Aplicación del teorema de Bernoulli a un Depósito con una Tubería.....	29
Figura 2.3 Distribución de la Velocidad, Cortadura y Pérdidas en un Tubo Redondo.....	33
Figura 2.4 Contracción Brusca en una Tubería.....	43
Figura 2.5 Representación de Fuego Clase A.....	74
Figura 2.6 Representación de Fuego Clase B.....	74
Figura 2.7 Representación de Fuego Clase C.....	75
Figura 2.8 Representación de Fuego Clase D.....	75
Figura 3.1 Demanda para Rociadores.....	87
Figura 3.2 Accesorios más Empleados en los Sistemas Contra Incendios.....	91
Figura 3.3 Pérdidas de Fricción, Hazen – Williams.....	99
Figura 3.4 Bocatoma Tipo 1.....	102
Figura 3.5 Bocatoma Tipo 2.....	103
Figura 3.6 Bocatoma Tipo 3.....	104

Figura 3.7 Válvula Siamesa.....	108
Figura 3.8 Partes de un Rociador Automático.....	116
Figura 3.9 Rociadores Básicos.....	117
Figura 3.10 Rociadores Almacenamiento.....	117
Figura 3.11 Rociadores Decorativos.....	118
Figura 3.12 Rociadores Cobertura Extendidas.....	118
Figura 3.13 Rociadores Institucionales.....	119
Figura 3.14 Rociadores Secos.....	119
Figura 4.1 Curva de Presión de Aspiración positiva Neta NPSH.....	141
Figura 4.2 Bomba Centrífuga Eje Horizontal.....	157
Figura 4.3 Bomba Centrífuga Eje Vertical.....	163
Figura 4.4 Verificación de Alineación Paralela y Angular de Conjunto Bomba - Motor.....	171
Figura 4.5 Curva Normalizada de Presión – Caudal para Bombas de Incendios Horizontales y Verticales.....	173
Figura 4.6 Bomba Jockey.....	181
Figura 5.1 Esquema de Conexión de Sistema de Tubería Húmeda.....	198
Figura 5.2 Descarga de Agua de un Rociador de 1/2" y 1 7/32" de Orificio Nominal.....	210
Figura 5.3 Extintor PQS Tipo ABC.....	214
Figura 5.4 Esquema Gabinete Contra Incendio Tipo 3.....	216
Figura 5.5 Tablero de Control Bomba Principal Contra Incendio.....	220
Figura 5.6 Tablero de Control Bomba Jockey.....	221
Figura 6.1 Soporte Tubería Sistema Contra Incendio.....	250
Figura 7.1 Placa Identificativa del Extintor.....	263
Figura 7.2 Placa que Identifica que el Extintor está Homologado.....	264
Figura 7.3 Marcado Ph sobre Extintor.....	264
Figura 7.4 Extintor con la Válvula Desenroscada.....	267
Figura 7.5 Máquina para Vaciado y Recarga Automática de Extintores de Polvo.....	267

Figura 7.6 Fase en la que el Extintor se Llena con Agua.....	268
Figura 7.7 Máquina Neumática para dar Presión a Extintores de Polvo y CO2.....	268
Figura 7.8 Máquina de Secado para Extintores.....	268
Figura 7.9 Recarga de Extintor con Polvo.....	269
Figura 7.10 Extintor Retimbrado con su Válvula.....	269
Figura 7.11 Recarga Manual de Nitrógeno.....	269
Figura 7.12 Extintor Retimbrado y Preparado para Entregárselo al Cliente.....	270

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Productos y Marcas de la Empresa – Oleaginosas y Mantecas.....	8
Tabla 2 Productos y Marcas de la Empresa – Limpieza.....	9
Tabla 3 Coeficiente de Pérdidas K para Diversas Transiciones de tubería.....	45
Tabla 4 Listado de Materiales y Accesorios Sistema Contra Incendio.....	48
Tabla 5 Resistencia al Fuego de Muros de Fábrica de Bloque de Hormigón.....	58
Tabla 6 Resistencia al Fuego de Muros de Hormigón Armado.....	59
Tabla 7 Resistencia al Fuego de Losas Macizas de Hormigón Armado...	59
Tabla 8 Guía Básica para Combate de Incendio.....	78
Tabla 9 Abastecimiento de Agua para Clases de Riesgo.....	85
Tabla 10 Reservas Mínimas Requeridas de Agua Potable.....	85
Tabla 11 Recomendación de Uso de Tuberías.....	89
Tabla 12 Comparación de Materiales de Tubería.....	89
Tabla 13 Flujo Requerido para Velocidad no Menor a 3 m/s.....	97
Tabla 14 Valores C de Hazen – Williams.....	98
Tabla 15 Longitudes Equivalentes.....	100
Tabla 16 Tipos de Extintores que se deben Usar Según la Clase de Fuego.....	113
Tabla 17 Máxima Área de Cobertura de un Sistema de Acuerdo al Tipo de Riesgo.....	122
Tabla 18 Rangos de Temperatura, Clasificación de Temperatura y Código de Color.....	123
Tabla 19 Área de Cobertura para Rociador de Acuerdo al Tipo de Riesgo.....	124

Tabla 20 Máxima Distancia entre Rociadores de Acuerdo al Tipo de riesgo.....	125
Tabla 21 Tabulación de Tuberías para Riesgo Leve.....	130
Tabla 22 Tabulación de Tuberías para Riesgo Ordinario.....	131
Tabla 23 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistema de Rociadores.....	283
Tabla 24 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistema de Columna y Manguera.....	291
Tabla 25 Mantenimiento de Componentes Sistemas de Columna y Mangueras.....	292
Tabla 26 Mantenimiento de Casetas de Mangueras.....	295
Tabla 27 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bomba de Incendio.....	296
Tabla 28 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendio, en Ausencia de Recomendaciones de Fabricantes.....	299

## **INDICE DE PLANOS**

- Plano 1 Croquis de la Empresa
- Plano 2 Distribución de la Red Contra Incendio
- Plano 3 Modelo Cálculo
- Plano 4 Detalle Cisterna

## INTRODUCCIÓN

Cuando se trata de la seguridad tanto de las personas que habitan en las edificaciones y de los bienes materiales que se encuentren en ellas, se debe siempre considerar los Sistemas Contra Incendios.

El uso correcto y eficaz de un Sistema Contra Incendio en cualquier tipo de edificación, en caso de presentarse un conato de incendio, será capaz de salvaguardar a las personas brindándoles el tiempo necesario para poder evacuar la edificación y dar la oportunidad a que el Cuerpo de Bomberos de la localidad llegue a sofocar el incendio.

Las principales razones por las que se eligen Sistemas Contra Incendios son la seguridad de las personas, de los bienes materiales, del medio ambiente, de la producción que una empresa pueda generar, de sentirse competitiva ante el mundo puesto que nadie en la actualidad está dispuesto a realizar negocios con una empresa que no presta las garantías del caso y que esté a expensas de que en cualquier momento pueda ser objeto de un siniestro de incendio.

Durante los últimos años han aumentado la frecuencia de incendios, causando daños irreparables, dentro de este campo cabe destacar los

incendios en plantas industriales, bodegas de almacenamiento de productos, plataformas petroleras, etc., es por estas razones y debido a normas internacionales de seguridad que la Empresa tiene la necesidad de instalar un Sistema Contra Incendio.

Se propone un trabajo mediante el cual no se asegura que no habrá pérdida alguna pero por lo menos no existirán grandes catástrofes, sean éstas por fallas humanas o no.

En el desarrollo de los capítulos que consta el proyecto de tesis, cada uno de ellos ha sido realizado aplicando las normas vigentes de las instituciones internacionales y locales que reglamentan, códigos y reglas, para protección de riesgos de incendio de propiedades públicas y privadas; a fin de proteger también a la vida humana como punto primordial.

# CAPÍTULO 1

## 1. INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

El objetivo principal de las inspecciones de protección contra incendios consiste en analizar las condiciones constructivas y las actividades desarrolladas en las instalaciones de la Empresa, para detectar toda situación que pueda suponer un riesgo.

Los criterios para inspeccionar el sitio a instalar el sistema contra incendio, en este caso una Agencia de almacenamiento y distribución de productos terminados son:

- a) Establecer la base para una evaluación de los riesgos a causa del fuego.
- b) Determinar los medios que puedan reducir el peligro en los edificios o su contenido.

- c) Al visitar la instalación, puede escogerse diferentes rutas de inspección.
- d) Identificar cuáles son las fuentes principales de riesgo.

Durante la inspección se debe establecer un cronograma de visitas uniforme, recorrer todo el sitio, sin dejar ningún punto sin visitar.

Es imprescindible poseer un conocimiento detallado de las características de la propiedad que se visita representándolas en un croquis completo. Ver Anexo Plano 1

### **1.1. Inspección del lugar**

La inspección debe dar tres resultados esenciales:

- a) Informe descriptivo actualizado, exacto y completo en que se describan las características relativas a la protección contra incendios, así como los riesgos de incendio de la Agencia.
- b) Plano que indique las características físicas y distribución de las instalaciones.
- c) Recomendaciones o sugerencias de ser necesarias.

Las características de cualquier propiedad pública o privada pueden clasificarse en lo que se conoce como COPE de acuerdo a cualquiera de las cuatro categorías siguientes: Construcciones (C), Ocupación(O), Protección (P), Exposición (E).

### 1.1.1. Identificación de la Empresa

#### Cuestionario de Inspección en Sitio

- a) Nombre y dirección de la empresa: CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN AGENCIA GUAYAQUIL
- b) Fecha del informe: Agosto del 2010
- c) Nombre del inspector: Henry L. Mejía Romero
- d) Número de plantas o altura del edificio: oficinas administrativas, bodegas de almacenamiento de productos y de repuestos.
- e) Tipo de materiales de construcción de:
  - Paredes:** bloques de cemento enlucido.
  - Pisos:** Cemento reforzado y estructuras de acero al carbono
  - Cubiertas:** Planchas de Fibrolit con estructuras soportes de acero al carbono.

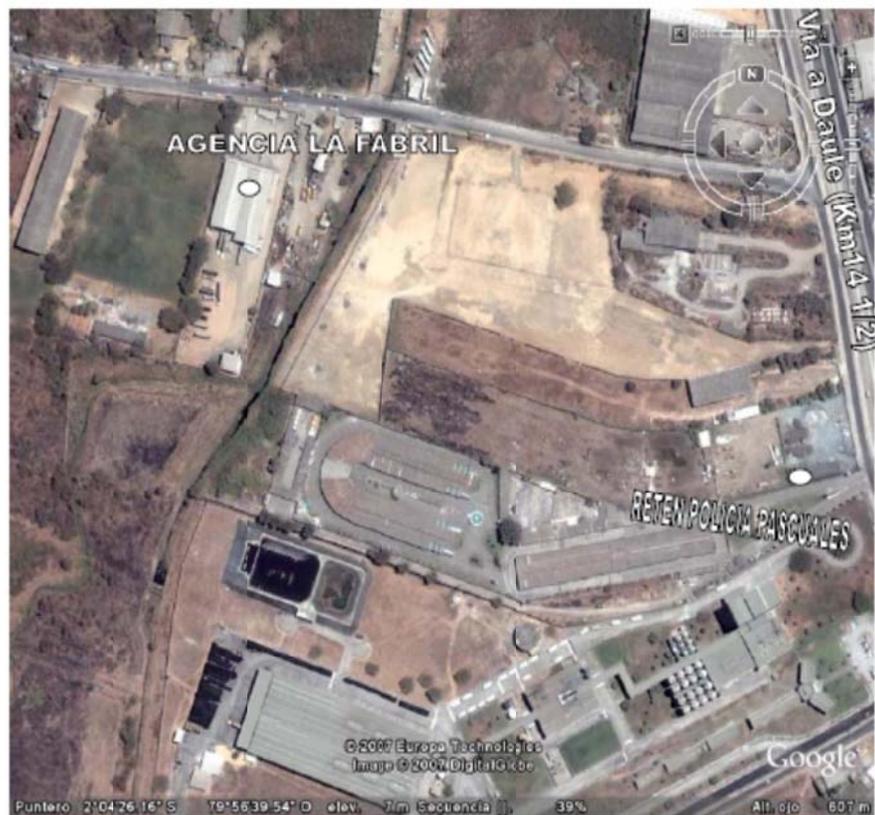
- g) Tipo de ventanas: Aluminio y vidrio.
- h) Tipo de falsos techos suspendidos: En los edificios administrativos y de jefatura técnica existen este tipo de techo falso o tumbado con el fin de mejorar la presentación y el ambiente de trabajo.
- i) Situación de los muros corta fuegos interiores y tipo de materiales con que están contruidos: En el caso presente son de bloques, totalmente enlucidos.

### **1.1.2 Actividad y Ocupación de la Empresa**

Con la denominación Empresa, se constituye una compañía de nacionalidad ecuatoriana y domiciliada en la ciudad de Manta donde sus instalaciones principales están en el Km 5 de la Vía Montecristi, Provincia de Manabí; cuyo objetivo principal es la producción y exportación de productos oleaginosos, sus derivados y de productos de limpieza, para consumo masivo e industrial.

La Agencia Guayaquil, es un centro de almacenamiento y distribución de los productos de La Empresa provenientes de la Planta ubicada en el Sur de la Ciudad de Guayaquil (Cdla. La Pradera II) y de la Planta de Manta (Km 5 Vía Montecristi).

Empresa industrializa productos oleaginosos y de limpieza, tanto para el mercado industrial como para el segmento de consumo masivo, algunos de sus marcas se muestran a continuación en las tablas 1 y 2 respectivamente.



**FIGURA 1.2 VISTA GENERAL DE LA EMPRESA**

**TABLA 1**  
**PRODUCTOS Y MARCAS DE LA EMPRESA – OLEAGINOSAS**  
**Y MANTECAS**

PRODUCTOS PRINCIPALES	MARCAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aceites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girasol</li> <li>• Favorita Light</li> <li>• Favorita Achiote</li> <li>• Favorita</li> <li>• Criollo</li> <li>• Perla</li> <li>• Sabrosón</li> <li>• Sabrofrito</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Margarina de mesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klar</li> <li>• Ricamesa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Margarina para panificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marva</li> <li>• Hojaldrina</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Mantecas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabrosa</li> <li>• Sabropan</li> </ul>

**Fuente:** Administración EMPRESA

**TABLA 2**  
**PRODUCTOS Y MARCAS DE LA EMPRESA – LIMPIEZA**

<b>PRODUCTOS PRINCIPALES</b>	<b>MARCAS</b>
➤ Jabones de lavar	• Lavatodo
	• Machete
	• Perla
	• Espumas
➤ Jabones de tocador	• Jolly
	• Fresque
➤ Lava vajillas	• Triz
➤ Limpiador	• Pisolín

**Fuente:** Administración EMPRESA

El presente proyecto se trata de la construcción e instalación de un Sistema Contra Incendio en un Centro de almacenamiento y distribución de productos terminados. Este tipo de actividad demanda un proceso continuo de 16 horas, tiempo en que todo el personal, maquinarias y anexos están en pleno funcionamiento o servicio, bajo la supervisión y dirección de personal técnico y

administrativo capacitado y responsable de las funciones que desempeñan.

Sin embargo como en toda actividad relacionada al almacenamiento de productos, está sujeta a riesgos de incendio y de seguridad tanto para las personas como para los activos existentes, razón por la cual es responsabilidad de los directivos cumplir las normas internacionales y nacionales que están reglamentadas a fin de evitar tragedias.

Por lo tanto es deber en este tipo de empresa y en cualquiera de otra clase:

- a) Construcción de un sistema contra incendio en base a la realidad presente.
- b) Organización del departamento de Seguridad Industrial.
- c) Capacitación del personal de acuerdo a la reglamentación.
- d) Establecer y realizar simulacros de evacuación cada cierto tiempo y en que deben estar involucrados todas las personas, sin excepción.

### 1.1.3 Tipo de Construcción y Riesgos Existentes

El tipo de construcción de las oficinas y galpón que forman parte de la empresa son de cemento reforzado, acero estructural, techos y fibrolit o Steel Panel. Sin embargo se tiene que considerar los riesgos a los que está expuesta en cualquier momento:

#### a) Riesgos o peligros exteriores:

La Empresa limita con una calle que comunica la vía Daule con las bodegas de PETROCOMERCIAL, frente a ésta se encuentran terrenos baldíos de propiedad de PETROCOMERCIAL, terrenos en los cuales se llevan a cabo negocios familiares y actividades en las cuales existe el riesgo inminente de originarse un incendio de considerables proporciones.



**FIGURA 1.3 VISTA CALLE EXTERIOR DE LA EMPRESA**



**FIGURA 1.4 VISTA CALLE EXTERIOR Y LOS NEGOCIOS INFORMALES**

Al Sur se localizan terrenos baldíos de propiedad del Municipio, los mismos que están cubiertos en su totalidad de árboles y malezas y que al ser prendidos por personas sin conocimiento de la tragedia que pueden ocasionar, constituyen un gran peligro para la Empresa.



**FIGURA 1.5 PERIFERIA SUR DE LA EMPRESA**

Al Este de la Empresa se encuentran terrenos baldíos los cuales son utilizados para estacionamiento de tanqueros de la

empresa PETROCOMERCIAL, razón por la cual se la considera como sector de mucho riesgo.



**FIGURA 1.6 PERIFERIA ESTE DE LA EMPRESA**



**FIGURA 1.7 PERIFERIA OESTE DE LA EMPRESA**

b) Riesgos internos:

Para el análisis presente por el proceso operativo que se lleva a diario con líquidos combustibles, áreas de soldaduras y trabajos de riesgos, instalaciones de cocinas, bodegas de almacenamiento y bodega de repuestos, equipos y accesorios.

c) Riesgos comunes:

Calefacción, iluminación, aire acondicionado, equipos eléctricos y electrónicos, personas descuidadas que no cumplen con las normas de seguridad tales como fumadores, trabajadores y contratistas.

## **1.2. Análisis de Riesgo del Sitio**

Se debe cumplir con las normas existentes tanto locales como internacionales, para lo que se deben implantar:

- Programas de inspección con el personal capacitado para el efecto con objetivos de mejorar y prevenir riesgos que comprometan la seguridad del sitio. Estas inspecciones deben de cumplirse con frecuencias.
- Programa de inspección, mantenimiento y prueba del sistema contra incendio una vez construido de acuerdo a las normas NFPA.
- Capacitación y adiestramiento de los empleados en la seguridad contra incendio, proporcionándole material de consulta.
- Formación de brigadas de incendios.

### **1.2.1. Sistema y Medios de Extinción**

Los sistemas y medios de extinción contra incendio que las normas exigen, son los siguientes:

- a) Rociadores automáticos (sprinklers).
- b) Sistemas de anhídrido carbónico, de espuma, de polvo y/o de halógeno.
- c) Extintores portátiles.
- d) Hidrantes públicos y privados.
- e) Tomas fijas y bocatomas de incendio equipadas con sus respectivas mangueras.

### **1.2.2. Suministro de Agua y Depósitos**

Referente al suministro de agua y depósitos para almacenamiento:

1. Fuentes de suministros como ríos, esteros, lagos etc.
2. Suministro de agua del servicio público: Se instala una toma localizada adecuadamente (gemelas), para uso del Cuerpo de Bomberos.
3. Conducciones externas de agua: En este caso Interagua
4. Necesidades de almacenamiento de acuerdo al requerimiento:

Se construye cisterna de almacenamiento de agua para aspiración de bomba contra Incendio de acuerdo a requerimientos del sistema hidráulico.

5. Bombas contra Incendio: Son seleccionadas de acuerdo a los cálculos hidráulicos respectivos del sistema a construirse.
6. Sistemas de distribución y accesorios que también dependen de las normas y cálculos hidráulicos (válvulas, hidrantes, tomas fijas y mangueras, medidores de agua, etc.).
7. Necesidad de caudal contra incendio.

### **1.2.3 Sistema de Protección**

Concerniente a la detección y protección de los peligros o riesgos de incendios, han existido innovaciones en base a las malas experiencias y casos de incendios que se han registrado a través de los años, en muchos lugares del mundo. De allí que las instituciones que norman a nivel mundial lo concerniente a riesgos de incendio día a día se preocupan de modificar los reglamentos y capacitar a las personas interesadas.

Al momento se puede indicar sistemas de detección y protección diferentes, utilizadas de acuerdo al diseño y normas:

- Rociadores.
- Gabinetes y mangueras fijas.
- Hidrantes.
- Extintores.
- Alarmas contra humo.
- Detectores de llamas.
- Detectores de controles automáticas.
- Controles de temperaturas.
- Detectores de fugas de gases.
- Sistemas de alarmas locales para evacuación.

# CAPÍTULO 2

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En el diseño y cálculo hidráulico de redes para protección de riesgos contra incendio, se necesita conocimientos de mecánica de los fluidos, soldadura, mecánica de los sólidos, y otros complementos teóricos prácticos, que ayudan al diseñador a llevar a culminación un buen proyecto.

Se hará énfasis a muchos temas y axiomas como:

Ecuación de la continuidad, Teorema de Bernoulli, números de Reynolds, formula de Darcy's, etc.

### 2.1. Fundamentos Teóricos de Fluidos

La mecánica de los fluidos es una ciencia que forma la base de toda técnica. Tiene relación con la estática, cinemática y dinámica

de los fluidos, ya que el movimiento de un fluido se produce debido al desequilibrio de las fuerzas que actúan sobre él.

Mecánica de fluidos, es la parte de la física que se ocupa de la acción de los fluidos en reposo o en movimiento, así como de las aplicaciones y mecanismos de ingeniería que utilizan fluidos. La mecánica de fluidos es fundamental en campos tan diversos como la aeronáutica, la ingeniería química, civil e industrial, la meteorología, las construcciones navales y la oceanografía.

La mecánica de fluidos puede subdividirse en dos campos principales: la estática de fluidos, o hidrostática, que se ocupa de los fluidos en reposo, y la dinámica de fluidos, que trata de los fluidos en movimiento. El término de hidrodinámica se aplica al flujo de líquidos o al flujo de los gases a baja velocidad, en el que puede considerarse que el gas es esencialmente incompresible. La aerodinámica, o dinámica de gases, se ocupa del comportamiento de los gases cuando los cambios de velocidad y presión son lo suficientemente grandes para que sea necesario incluir los efectos de la compresibilidad.

Entre las aplicaciones de la mecánica de fluidos están la propulsión a chorro, las turbinas, los compresores y las bombas. La hidráulica

estudia la utilización en ingeniería de la presión del agua o del aceite.

El movimiento de un fluido se llama flujo. El flujo de un fluido puede clasificarse de muchas maneras tales como:

El flujo turbulento es el más frecuente en las aplicaciones prácticas de la ingeniería, en este tipo de fluido las partículas se mueven siguiendo trayectorias muy irregulares. Las partículas implicadas en el movimiento pueden tener tamaños pequeños hasta muy grande.

En el fluido turbulento la pérdida de energía mecánica varía aproximadamente con el cuadrado de la velocidad.

En el flujo laminar las partículas del fluido se mueven a lo largo de las trayectorias lisas en capas o laminas, deslizándose una capa sobre la adyacente. El flujo laminar cumple con la ley de Newton de la viscosidad.

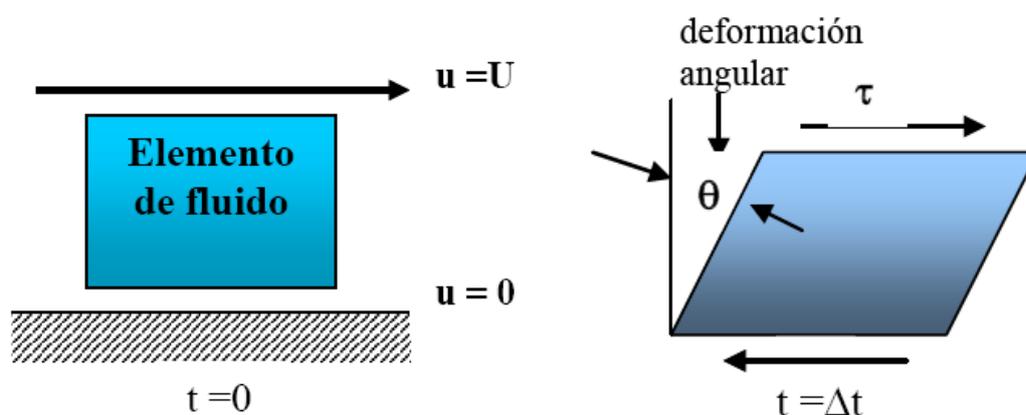
En el flujo laminar la pérdida de energía mecánica varía aproximadamente con la primera potencia de la velocidad, además no es estable cuando la viscosidad es pequeña, o grande la velocidad o el caudal y se rompe transformándose en turbulento.

La capa de fluido en la inmediata vecindad de un contorno de flujo real, en que se ve afectada la velocidad relativa respecto al contorno por la cortadura viscosa, es lo se llama capa límite. Las capas límites dependen de su longitud, la viscosidad del flujo próximo a ellas y la rugosidad del contorno, de allí que pueden ser laminares o turbulentas.

En los cálculos del movimiento de un fluido, la viscosidad y la densidad son las propiedades del fluido que más se utilizan.

Un fluido es una substancia que se deforma continuamente cuando se somete a una tensión de cortadura, por muy pequeña que esta sea.

Una fuerza cortante es la componente tangente a la superficie de la fuerza y esta fuerza dividida por el área de la superficie, es la tensión de cortadura media sobre el área considerada



**FIGURA 2.1 DEFORMACIÓN RESULTANTE DE LA APLICACIÓN DE UNA FUERZA DE CORTADURA CONSTANTE**

$$\tau = F/A$$

$$F = \mu \frac{AU}{t}$$

$$\tau = \mu \frac{U}{t}$$

$$\text{Si } \frac{U}{t} = \frac{du}{dy}$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \text{ (2.1.1.) Ley de Newton de la viscosidad}$$

Los fluidos pueden clasificarse en Newtonianos y no Newtonianos.

En los primeros existe una relación lineal entre la tensión de cortadura y la velocidad de deformación resultante, de allí que ( $\mu$  es constante en la ecuación 2.1.1)

En los fluidos no Newtonianos no existe tal relación lineal.

Los gases y los líquidos ligeros se aproximan a los fluidos Newtonianos, mientras que los líquidos pesados y los gases en las cercanías de sus puntos críticos no son Newtonianos

El fluido ideal es el que carece de rozamiento y es incompresible, y no debe confundirse con un gas perfecto. Un fluido sin rozamiento

es el que se supone tiene viscosidad nula y sus procesos de flujos son reversibles y está representado por el eje de la ordenada.

### **2.1.1. Generalidades y Propiedades Físicas**

La naturaleza del movimiento de un fluido real es muy compleja.

Las leyes fundamentales del movimiento de un fluido no son completamente conocidas, por lo que se necesita recurrir a la experimentación. De allí que combinando el análisis basado en principios de la mecánica y de la termodinámica con la experimentación ordenada, ha sido posible construir eficientes maquinas y grandes estructuras hidráulicas.

Entre las propiedades de los fluidos tenemos:

- a) Viscosidad es una propiedad distintiva de los fluidos. Está ligada a la resistencia que opone un fluido a deformarse continuamente cuando se le somete a un esfuerzo de corte. Esta propiedad es utilizada para distinguir el comportamiento entre fluidos y sólidos. Además los fluidos pueden ser en general clasificados de acuerdo a la relación que exista entre el esfuerzo de corte aplicado y la velocidad de deformación.

La Ley de la viscosidad de Newton Ec. (2.1.1) establece que para una velocidad angular de deformación dada del fluido, la tensión de cortadura es directamente proporcional a la viscosidad.

La resistencia de un fluido a la tensión de cortadura depende de la cohesión y grado de transferencia de cantidades de movimiento de sus moléculas. La cohesión parece ser la causa predominante en la viscosidad de un líquido.

De la Ec. (2.1.1) la viscosidad  $\mu$  es:

$$\text{Viscosidad absoluta o dinámica } \mu = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}} \quad (2.1.1.a)$$

Respecto a las unidades la viscosidad absoluta se expresa:

En el sistema técnico en  $\text{Kg.sg/m}^2$  y en el c.g.s en poise o centipoise.

- b) La Viscosidad Cinemática ( $\nu$ ) es el cociente de la viscosidad dinámica por la densidad e interviene en

muchas aplicaciones como, por ejemplo en el número

de Reynolds, que es  $\frac{VD}{\nu}$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.1.1b)$$

Para la viscosidad cinemática las unidades se expresan:

En el sistema U.T.M es  $1\text{m}^2/\text{sg}$  y en el c.g.s se llama stoke.

c) Densidad ( $\rho$ ) es la masa por unidad de volumen.

Sus unidades son  $\text{UTM}/\text{m}^3$  y  $\text{Kg masa}/\text{m}^3$

d) Volumen específico ( $V_s$ ) es el inverso de la densidad, es decir el volumen que ocupa por unidad de masa.

$$V_s = \frac{1}{\rho} \quad (2.1.1.c)$$

e) Peso específico ( $\gamma$ ) de una sustancia es su peso por unidad de volumen.

$$\gamma = \rho_{\text{UTM}} g = \frac{\rho \text{Kg m}}{9.81 \text{ g}} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \quad (2.1.1.d)$$

El peso específico cambia con la situación, dependiendo de la gravedad. (g).

- f) La densidad relativa ( $S$ ) de una sustancia es la relación de su peso y el peso de un volumen igual de agua en condiciones normales.

También puede ser la relación entre la densidad, o peso específico y la del agua.

- g) Presión ( $P$ ) en un punto es el límite del cociente de la fuerza normal por el área, cuando el área tiende a cero en el punto.

La presión tiene unidades de fuerza por unidad de área como:  $\text{Kg/cm}^2$ ,  $\text{Kg/m}^2$ , pies, m, lbs. /pulg<sup>2</sup>.

### **2.1.2. Ecuación de la Continuidad**

Un sistema se refiere a una masa determinada de material y se diferencia del resto, que se lo conoce generalmente como medio ambiente.

Los contornos de un sistema forman una superficie cerrada, y esta superficie puede variar con el tiempo, de manera que contenga la misma masa durante los cambios de su condición.

El principio de la conservación de la masa establece que la masa del interior de un sistema permanece constante con el tiempo, es decir:  $\frac{dm}{dt} = 0$

Normalmente se expresa el segundo principio de Newton del movimiento para un sistema de la forma siguiente:

$$\Sigma F = \frac{d(mV)}{dt}$$

El volumen de control es una región fija del espacio y es útil en el análisis donde el movimiento se presenta dentro y fuera del espacio fijo. El contorno del volumen de control es su superficie de control. El tamaño y la forma del volumen de control son totalmente arbitrarios, pero con frecuencia se hace coincidir en parte con contornos sólidos.

Para flujo permanente en tubo corriente, la masa que atraviesa por segundo una sección del tubo es  $\dot{m}$ .

$$dm = \rho_1 V_1 A_1 = \rho_2 V_2 A_2$$

Si se considera constante la densidad sobre la sección recta de una serie de tubos de corriente adyacentes, entonces:

$$\dot{m} = \rho_1 V_1 A_1 = \rho_2 V_2 A_2$$

Si  $Q = AV$  (Flujo de volumen)

$$\dot{m} = \rho_1 Q_1 = \rho_2 Q_2$$

Para flujo permanente e incompresible

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (2.1.2.a)$$

Que es una forma muy útil de la ecuación de la continuidad.

### 2.1.3. Ecuación de la Energía General “Teorema de Bernoulli”

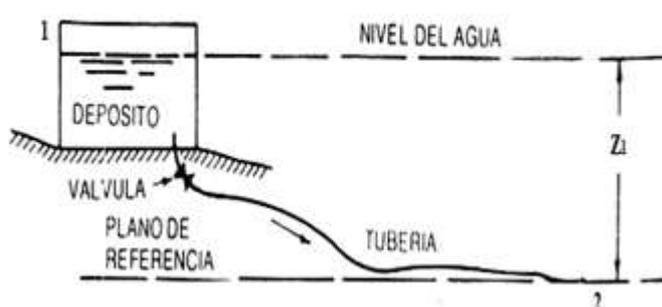
El teorema de Bernoulli es una aplicación de la ley de la conservación de la energía, o el flujo de fluidos en un conducto. La energía total en puntos particulares, arriba de un plano horizontal referencial, es igual a la suma del cabezal de elevación, el cabezal de presión y el cabezal de velocidad y se expresa así:

$$Z + \frac{144P}{\rho} + \frac{v^2}{2g} = H = \text{Cte} \quad (2.1.3.a)$$

En este caso no se consideran las pérdidas de fricción por ser despreciables, pero en el caso práctico en que estas pérdidas (hl) en que los incrementos o decrecimientos de energía son valiosos, deben ser incluidas en la ecuación de Bernoulli.

Entonces un balance de energía debe ser escrito para 2 puntos dados de un fluido, de acuerdo a la ecuación anterior y figura siguiente:

$$Z_1 + \frac{144P_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{144P_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$



**FIGURA 2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA APLICACIÓN DEL TEOREMA DE BERNOULLI A UN DEPÓSITO CON UNA TUBERÍA**

#### 2.1.4. Números de Reynolds

El número de Reynolds relaciona la densidad, viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo en una expresión adimensional, que interviene en numerosos problemas de dinámica de fluidos. Dicho número o combinación adimensional aparece en muchos casos relacionado con el hecho de que el flujo pueda considerarse laminar (número de Reynolds pequeño) o turbulento (número de Reynolds

grande). Desde un punto de vista matemático el número de Reynolds de un problema o situación concreta se define por medio de la siguiente fórmula:

$$R_e = \frac{Dv\rho}{\mu} \quad (2.1.4.a)$$

Si el número de Reynolds es menor que 2000 el flujo es laminar.

Si el número de Reynolds es mayor que 4000 el flujo es turbulento.

Entre 2000 y 4000 es la zona crítica en que el flujo puede ser laminar o turbulento, dependiendo de muchas condiciones a variar que se presenten.

#### **2.1.5. Fórmula de Darcy's y Factor de Fricción**

El factor de fricción o coeficiente de resistencia de Darcy-Weisbach ( $f$ ) es un parámetro adimensional que se utiliza para calcular la pérdida de carga en una tubería debida a la fricción.

El cálculo del factor de fricción y la influencia de dos parámetros (número de Reynolds  $Re$  y rugosidad relativa  $\epsilon r$ ) depende del régimen de flujo.

La ecuación general de la caída de presión, conocida como fórmula de DARCY'S y expresada en pies de fluido, es:

$$h_L = \frac{fLV^2}{D2g} \quad (2.1.5.a)$$

Esta ecuación puede ser escrita para expresar la caída de presión en lbs, por pulgadas cuadradas, una vez que se haga las sustituciones de unidades apropiadas:

$$\Delta p = \frac{\rho f L v^2}{144 D 2g} \quad (2.1.5.b)$$

La ecuación de DARCY'S es válida para flujo laminar o turbulento en una tubería.

El factor de fricción (f), es determinado experimentalmente.

El factor de fricción para  $Re < 2000$ , flujo laminar es una función del número de Reynolds.

El factor de fricción para  $Re > 4000$ , además de su función del número de Reynolds lo es de las características de la pared de la tubería.

En la región crítica de Reynolds entre 2000 y 4000, f además depende del cambio de sección, dirección de flujo y obstrucciones como válvulas flujo arriba. De allí que el factor

de fricción es indeterminado, puede ser valor bajo si el flujo es laminar o valor alto si el flujo es turbulento.

Para flujo laminar ( $Re < 2000$ ) el factor de fricción puede encontrarse de la ecuación:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64\mu}{Dv\rho} = \frac{64\mu}{124dvp} \quad (2.1.5.c)$$

Al sustituir en la [Ec. 2.1.5.b] de caída de presión (lbs. / pulg.<sup>2</sup>)

$$\Delta p = 0.000668 \frac{\mu Lv}{d^2} \quad (2.1.5.d)$$

Para flujo turbulento ( $Re > 4000$ ) el factor de fricción que además depende de la rugosidad relativa  $\frac{\varepsilon}{D}$ , en que rugosidad ( $\varepsilon$ ) de las paredes del tubo, D diámetro del tubo.

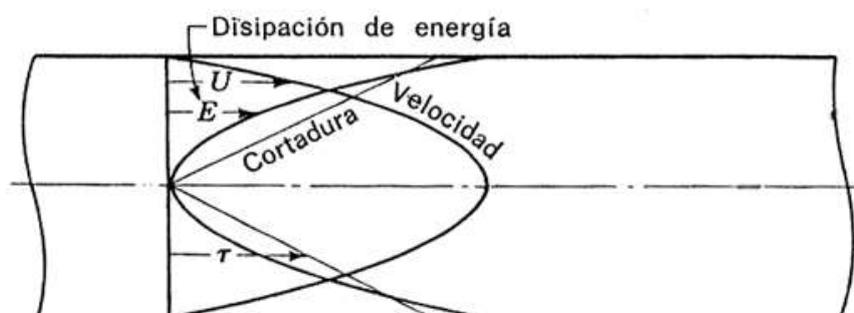
La característica de la superficie interna de la tubería comercial es prácticamente independiente, la rugosidad de las paredes tiene mayor efecto en el factor de fricción en los tamaños de tuberías de menor diámetro.

#### 2.1.6. Ecuación de Poiseuille

Después de un análisis y aplicación de las ecuaciones de movimiento y de la energía, se deduce una expresión de las

pérdidas para flujo laminar unidimensional. En un flujo permanente en tubo no hay incremento de energía cinética, por lo que en flujo horizontal la caída de presión representa el trabajo realizado por el fluido por unidad de volumen, y que se convierte en energía térmica por acción de la tensión viscosa.

$$\text{Pérdidas} = \text{Potencia} = -Q \frac{dp}{dl} L = Q\Delta p \quad (2.1.6.a)$$



**FIGURA 2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA VELOCIDAD, CORTADURA Y PÉRDIDAS EN UN TUBO REDONDO**

De la Fig. (2.3) en que se observa la distribución de la velocidad, la cortadura y las pérdidas en un tubo redondo.

La velocidad máxima ( $u_{\text{máx.}}$ ) viene dada para  $r = 0$ , por:

$$u_{\text{máx.}} = -\frac{a^2}{4\mu} \frac{d(p + \gamma h)}{dl} \quad (2.1.6.b)$$

Como la distribución de la velocidad es un paraboloides de revolución Fig. (2.3), su volumen es la mitad del cilindro circunscrito, por tanto la velocidad media es la mitad de la  $u_{\text{máx.}}$

$$V = -\frac{a^2}{8\mu} \frac{d(p+\gamma h)}{dl} \quad (2.1.6.c)$$

Si el caudal  $Q = V\pi a^2$

$$Q = -\frac{\pi a^4}{8\mu} \frac{d(p+\gamma h)}{dl} \quad (2.1.6.d)$$

Si para un tubo horizontal  $h = \text{constante}$ ; escribiendo la caída de presión  $\Delta p$  en la longitud  $L$

$$\frac{\Delta p}{L} = -\frac{dp}{dl}$$

Si se utiliza el diámetro  $D$  del tubo en lugar del radio se tiene que:

$$\text{Caudal } Q = \frac{\Delta p \pi D^4}{128\mu L} \quad (2.1.6.e)$$

$$\text{Velocidad media } v = \frac{\Delta p D^2}{32\mu L} \quad (2.1.6.f)$$

Caída de presión o pérdida de energía por unidad de volumen

$$\Delta p = \frac{128\mu L Q}{\pi D^4} \quad (2.1.6.g)$$

De lo anterior se deduce que la rugosidad del tubo no entra en las ecuaciones.

Siendo la ecuación de Poiseulle la siguiente:

$$Q = \frac{\Delta p \pi D^4}{128 \mu L} \quad (2.1. 6.e)$$

### 2.1.7. Longitud Equivalente L/D

Los datos de pruebas de pérdidas de presión para una variedad amplia de válvulas y accesorios son valiosos por el trabajo de numerosos investigadores. Estudios extensos en este campo han sido llevados por Laboratorios, pero por el tiempo consumido y la naturaleza costosa de cada prueba, es imposible tener datos de cada tamaño y tipo de válvulas y accesorios.

En la ecuación de DARCY'S para pérdidas en tuberías rectas:

$$h_L = \left( f \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2g}$$

La razón L/d es lo que se llama longitud equivalente en diámetro de tuberías rectas, que puede ocasionar la misma caída de presión como la obstrucción en la misma condiciones.

El valor de  $L/D$  para algunas válvulas y accesorios puede necesariamente variar inversamente con el cambio del factor de fricción ( $f$ ) para diferentes condiciones de flujo.

#### **2.1.8. Coeficiente de Resistencia (K)**

$$\text{SI } h_L = K \frac{V^2}{2g} \quad (2.1.8.a)$$

Donde  $K$  es el coeficiente de resistencia y es definido como el número del cabezal de velocidad debido a pérdidas en válvulas o accesorios. En la mayoría de válvulas y accesorios la pérdida debido a la fricción, resulta de la longitud actual de la ruta de flujo y en menor grado debido a obstrucciones en las rutas, cambio de dirección de flujo en las rutas, etc.

El coeficiente de resistencia  $K$  podría teóricamente ser una constante para todos los tamaños de un diseño dado de válvulas en líneas y accesorios, si todos los tamaños fueran geoméricamente similar.

Cuando un sistema contiene más de un tamaño de tubería, válvulas o accesorios, se aplica una ecuación que expresa todas las resistencias  $K$  en términos de un tamaño cuya resistencia es conocida o está establecida de acuerdo a una

lista comercial para tuberías de acuerdo a su número de célula.

$$K_a = K_b \left( \frac{d_a}{d_b} \right)^4 \quad (2.1.8.b)$$

El índice (b) se refiere a una resistencia para un tamaño ya establecido, mientras que el índice (a) define K y d, para la tubería de otro tamaño que se desea encontrar.

### 2.1.9. Coeficiente de Flujo (Cv)

El coeficiente de flujo Cv de una válvula es definido como el flujo de agua a 60°F, en galones por minuto a una caída de presión de 1 libra por pulgada cuadrada a través de una válvula.

Por sustitución apropiada de las unidades equivalente en la ecuación de DARCY'S, se demuestra que:

$$C_v = \frac{29.9d^2}{\sqrt{K}} \quad (2.1.9.a)$$

Además la cantidad de galones por minuto para productos de baja viscosidad que atraviesan la válvula se determina por:

$$Q = C_v \sqrt{\Delta p \left( \frac{62.4}{\rho} \right)} = 7.9 C_v \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \quad (2.1.9.b)$$

A su vez la caída de presión será:

$$\Delta p = \frac{\rho}{62.4} \left( \frac{Q}{C_v} \right)^2 \quad (2.1.9.c)$$

## 2.2. Flujos de Líquido

Cualquiera que sea la naturaleza del flujo, todas las situaciones de flujos están sometidas a los principios fundamentales siguientes:

- Los principios de Newton del movimiento se deben cumplir para toda partícula y en cualquier instante.
- La ecuación de la continuidad, es decir la ley de la conservación de la masa.
- El primer y segundo principio de la termodinámica.
- Las condiciones de contorno, como el que dice que “los fluidos no pueden penetrar un contorno”.
- Puede intervenir la ecuación de Newton de la viscosidad.

Además se va a enumerar términos técnicos importantes que nos ayudarán a comprender el flujo de fluidos.

- Se dice que un fluido es permanente cuando las propiedades del fluido y las condiciones del movimiento en

cualquier punto, no cambian con el tiempo, se cumple

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0.$$

Es decir que la densidad  $\rho$ , la presión  $p$  y la temperatura  $T$ , no cambian con el tiempo  $t$  en cualquier punto, así

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial p}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial T}{\partial t} = 0$$

- Un flujo no permanente es cuando las condiciones en cualquier punto cambian con el tiempo  $\frac{\partial v}{\partial t} \neq 0$
- El flujo es uniforme cuando en cualquier punto del fluido el vector velocidad es idéntico, es decir con igual modulo, dirección y sentido en un instante dado, y se expresa por  $\frac{\partial v}{\partial s} = 0$  para  $t = \text{cte.}$
- El flujo es no uniforme cuando el vector velocidad varía en un instante dado de un punto a otro  $\left( \frac{\partial v}{\partial s} \neq 0 \right)$ .
- El flujo es unidimensional si desprecia las variaciones o cambio de velocidad, presión etc., transversales a la dirección de flujo Ej. Flujo en una tubería

### 2.2.1. Flujo en Tuberías

En el movimiento permanente e incompresible se expresan las irreversibilidades en función de la pérdida de energía, o caída de la línea de altura piezométrica.

La línea de altura piezométrica está dada  $\frac{P}{\gamma}$  por encima del centro de la tubería, y si  $Z$  es la altura del cambio de la tubería, entonces  $Z + \frac{P}{\gamma}$  es la altura de un punto de línea de altura piezométrica. Las pérdidas o irreversibilidades, ocasionan que esta línea caiga en la dirección del movimiento.

Conocida la formula de DARCY'S para pérdida de energía mecánica en flujo permanente de un fluido en tubería, para los cálculos respectivos es:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Las experiencias demuestran que en flujos permanente la pérdida de energía por unidad de peso:

1. Es, directamente proporcional a la longitud de la tubería.

2. Es, aproximadamente proporcional al cuadrado de la velocidad.
3. Es, aproximadamente inversamente proporcional al diámetro.
4. Depende de las rugosidades de las paredes internas del tubo.
5. Depende de la viscosidad y densidad del fluido.
6. Es independiente de la presión.

Para tuberías lisa  $f = f(V, D, \rho, \mu, \varepsilon, \varepsilon', m)$   $\varepsilon = \varepsilon' = m = 0$

Para tubería rugosa  $f = f\left(\frac{VD\rho}{\mu}, \frac{\varepsilon}{D}, \frac{\varepsilon'}{D}, m\right)$

Para un tipo de rugosidad  $f = f\left(R, \frac{\varepsilon}{D}\right)$

Debido a la complejidad de las superficies naturales, MOODY construyó el gráfico más práctico para la determinación del coeficiente  $f$  de tuberías comerciales.

Este gráfico es un diagrama de STANTON que expresa  $R$  en función de la rugosidad relativa y del número de Reynolds.

Si la ecuación de Poiseuille para flujo laminar (2.1.6.e) y la velocidad media  $V$  es  $Q/\pi r^2$ , se tendrá que:

$$V = \frac{\Delta p D^2}{32 \mu L}$$

A la vez que  $\Delta p = \gamma h_L$ , de allí que:

$$h_f = \frac{32 \nu \mu L}{\gamma D^2} = \frac{64 \mu L V}{\rho 2g D^2} = \frac{64 L V^2}{\frac{\rho D V}{\mu} D 2g}$$

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$h_f = \frac{64 L V^2}{R_e D 2g}$$

Comparando ecuaciones se deduce que:

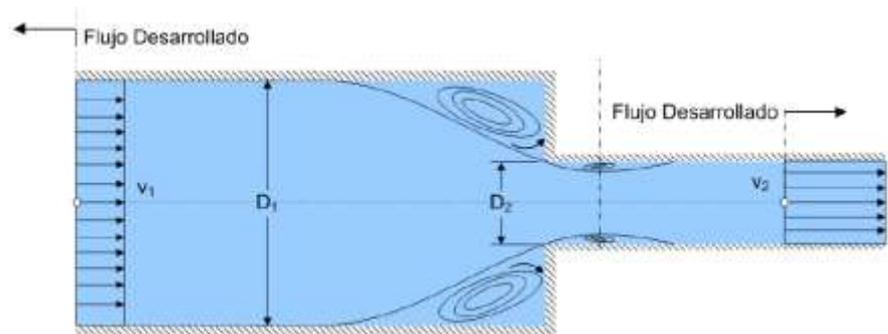
$$f = \frac{64}{R_e} \quad (2.2.1.a)$$

Esta ecuación se aplica para resolución de sistemas de flujo laminar en tuberías y se usa para todas las rugosidades, pues en flujo laminar la pérdida de energía es independiente de la rugosidad.

### 2.2.2. Flujo en Válvulas y Accesorios

Las pérdidas que se presentan en las instalaciones hidráulicas debidos a codos, bifurcaciones, juntas de unión, válvulas etc., se llaman pérdidas menores, aunque en el

fondo su valor es muy importante como en el caso de pérdidas debido a la expansión brusca de una tubería.



**FIGURA. 2.4 CONTRACCIÓN BRUSCA EN UNA TUBERÍA**

Si la ecuación para una expansión como la de la Fig. (2.4), se escribe:

$$h_e = K \frac{v_1^2}{2g} = \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2 \frac{v_1^2}{2g} \quad (2.2.2.a)$$

$$\text{En que } K = \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2$$

Si la expansión brusca de un tubo a un depósito,  $\frac{D_1}{D_2} = 0$  y

la pérdida es  $\frac{v_1^2}{2g}$ , esto es, la energía cinética del tubo se convierte en energía térmica.

La pérdida desde la sesión 1 a la vena contraída es pequeña, comparada con la perdidas entre la sección 0 y la 2, donde la energía cinética se vuelve a convertir en energía de presión, aplicando la Ec. (2.2.2.a) Para la expansión de la Fig. (2.4).

$$h_e = \frac{(V_0 - V_2)^2}{2g}$$

Aplicando ecuación de la continuidad  $V_0 C_c A_2 = V_2 A_2$  en que  $C_c$  es el coeficiente de contracción, y se calcula que la pérdida vale

$$h_e = \left( \frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \frac{(V_2)^2}{2g} \quad (2.2.2.b)$$

La pérdida a la entrada de un tubo desde un deposito es  $0.5 V^2/2g$ , si la entrada no es abocinada.

Para entrada abocinada, la pérdida varía entre  $(0.01V^2/2g)$  y  $(0.05V^2/2g.)$

Para aperturas reentrante como cuando el tubo penetra dentro del depósito, la pérdida se toma como  $(1.0V^2/2g)$  para paredes de tubo delgado.

Ver coeficientes de pérdidas K según el caso en:

**TABLA 3**  
**COEFICIENTE DE PÉRDIDAS K PARA DIVERSAS TRANSICIONES DE TUBERÍAS.**

	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10.0
Válvula de ángulo (totalmente abierta)	5.0
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	25
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.91
Codo de retroceso	2.2
Empalme en T normal	1.8
Codo 90° normal	0.90
Codo 90° de radio medio	0.75
Codo 90° de radio grande	0.60

Las pérdidas menores también se pueden expresar en función de la longitud de tubo equivalente ( $L_e$ )

$$\text{Si } f \frac{L_e V^2}{D 2g} = K \frac{V^2}{2g}$$

$$L_e = \frac{KD}{f} \quad (2.2.2.c)$$

Si las válvulas estuvieran clasificadas de acuerdo a la resistencia que ellas ofrecen al flujo, muchas de ellas como las válvulas de bola, purga, mariposa, cuchilla, compuerta; estarían en la clase

de baja resistencia. Otras como las de globo y angulares clasifican para clase de alta resistencia.

La pérdida de presión producida por una válvula o accesorio consisten en:

1. Caída de presión dentro de la válvula misma.
2. Caída de presión en el flujo arriba de la tubería en exceso, lo cual podría ocurrir si no hubiera una válvula en la línea. El efecto es pequeño.
3. Caída de presión en el flujo debajo de la tubería en exceso, lo cual podría ocurrir si no hubiera una válvula en la línea. El efecto es mayor.

Para todos los propósitos prácticos, se asume que la caída de presión o cabezal de pérdida debido al flujo de fluidos en el rango turbulento a través de válvulas y accesorios varían como el cuadrado de la velocidad.

### **2.3. Selección de Materiales y Accesorios**

La selección de materiales y accesorios: como son tuberías, codos, te, reducciones, válvulas, bridas, etc.; que se emplearán en la construcción del Sistema Contra Incendio, se lo hace en base a

normas establecidas para garantizar su calidad, durabilidad y condiciones de trabajos.

Se emplea tuberías de acero al carbono soldadas y sin costuras, que cumplen con la norma ASTM A53.

Respecto a las uniones soldadas que se usan son las que se ajustan a la norma AWS D109.

Las uniones roscadas utilizadas para diámetros menores de 3", cumplen con las normas ANSI/ASME B1. 201

También se utiliza en la construcción del sistema, uniones VICTAULIC normalizadas por la ULFM.

Las válvulas de compuertas, mariposas, cheques, angulares; también se utilizaron las normalizadas por la ULFM.

A continuación se representará el cuadro de materiales y sus características que se utiliza para la construcción del Sistema Contra Incendio.

**TABLA 4**  
**LISTADO DE MATERIALES Y ACCESORIOS SISTEMA CONTRA**  
**INCENDIOS**

ITEM	MATERIALES	Cantidad	unid
1	Tubo Ø 4" ASTM 53, sch 40	45	unid
2	Tubo Ø 3" ASTM 53, sch 40	51	unid
3	Tubo Ø 1 1/2" ASTM 53, sch 40	20	unid
4	Tubo Ø 1 1/4" ASTM 53, sch 40	20	unid
5	Tubo Ø 1" ASTM 53, sch 40	20	unid
6	Tubo ranurado Ø 2 1/2" ASTM 53, sch 40	7	unid
7	Tubo ranurado Ø 1 1/2" ASTM 53, sch 40	2	unid
8	Reducción concéntrica Ø4" x Ø3" , sch 40 P/S	8	unid
9	Reducción concéntrica Ø3" x Ø2 1/2" , sch 40 P/S	9	unid
10	Reducción concéntrica Ø2 1/2" x Ø1 1/2" , sch 40 P/S	11	unid
11	Brida Ø4" x 150 lbs, sch 40 P/S	19	unid
12	Codo 90° x Ø4" , sch 40 P/S	16	unid
13	Codo ranurado 90° x Ø3" UL/FM	17	unid
14	Tee Ø4" , sch 40 P/S	11	unid
15	Platina 50 x 6 mm	3	unid
16	Ángulo 50 x 6 mm	12	unid
17	Tubo cuadrado 75 x 75 x 3 mm	8	unid
18	Acople Mecánico Ø3" UL/FM	84	unid
19	Acople Mecánico Ø2 1/2" UL/FM	76	unid
20	Codo ranurado 90° x Ø2 1/2" UL/FM	16	unid
21	Tee ranurada Ø2 1/2" UL/FM	11	unid
22	Cajetín Metálico 700 x 700 x 200 mm	11	unid
23	Válvula Bronce Tipo Angular Ø2 1/2" (hembra-hembra), UL	11	unid
24	Válvula Bronce Tipo Angular Ø1 1/2" (hembra-hembra), UL	11	unid
25	Extintor PQS Tipo ABC 10 lbs	11	unid
26	Manguera Ø1 1/2" x 15 mt con acoples	11	unid
27	Niple Bronce contra incendio Ø1 1/2"	11	unid
28	Pitón Ø 1 1/2" D propósito 305	11	unid
29	Válvula Siamesa Ø4" x Ø2 1/2" x Ø2 1/2"	1	unid
30	Válvula Cheque Ø4"	1	unid
31	Válvula de Compuerta bridada Ø4" UL/FM	3	unid
32	Pernos Ø5/8" x 4" con tuerca	152	unid
33	Pernos de expansión Ø3/8" x 4"	60	unid
34	Pernos de expansión Ø1/2" x 4"	44	unid
35	Abrazaderas tipo U para tubo Ø4"	40	unid
36	Abrazaderas tipo U para tubo Ø3"	40	unid
37	Tee ranurada Ø3" UL/FM	11	unid
38	Rociador Abierto Tipo colgante Ø 1/2"	180	unid
39	Pintura esmalte rojo brillante	16	galón
40	Pintura anticorrosiva gris	16	galón
41	Diluyente laca	16	galón
42	Desoxidante	8	galón

43	Barra roscada 3/8" x 2 metros	120	unid
44	Colgante para tubo 3"	25	unid
45	Colgante para tubo 4"	15	unid
46	Prensa para soporte colgante	160	unid
47	Accesorio T mecanica ranurada 3" x 1 1/2"	60	unid
48	Colgante para tubo 1 1/2"	60	unid
49	Colgante para tubo 1/2" - 1"	60	unid
50	Union extendida 3/8"	160	unid
51	Threat Outlet 1/2"	180	unid
52	Reducción campana concentrica 1 1/4" x 1" p/s	60	unid
53	Reducción campana concentrica 1 1/2" x 1 1/4" p/s	60	unid
54	Codo 90° x Ø1", sch 40 P/S	60	unid

## 2.4. El Agua y El Fuego

### 2.4.1. El Fuego

El fuego es una reacción exotérmica auto alimentada con presencia de un combustible en una fase sólida, líquida y/o gaseosa. El proceso está generalmente (aunque no necesariamente) asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico con emisión de luz. Una combustión confinada con una súbita elevación de presión constituye una explosión.

La ignición constituye el fenómeno que inicia la combustión autoalimentada. Los incendios se diferencian de las explosiones en que surgen en casos donde el combustible y el oxidante no están previamente mezclados.

Para resumir, se cita a continuación los principales fundamentos de la ciencia del fuego:

1. Para que surja la combustión, se necesita un agente oxidante, un material combustible y un foco de ignición.
2. Para inflamar o permitir la propagación de la llama, hay que calentar el material combustible hasta su temperatura de ignición provocada.
3. La combustión continuará hasta que se consuma el material combustible o la concentración del producto oxidante descienda por debajo de la necesaria para permitir la combustión.

A continuación se definen algunos conceptos básicos relacionados con la combustión:

- ❖ **Combustión:** Es una reacción química de óxido-reducción de un material combustible con el oxígeno, en presencia de calor donde la llama, incandescencia o el humo pueden o no estar presentes.
- ❖ **Fuego:** Es el proceso de combustión que se caracteriza por la presencia de llama y/o humo.

- ❖ **Incendio:** es el proceso de fuego cuando éste se propaga de una forma incontrolada en el tiempo y espacio.
- ❖ **Punto de inflamación:** Es la mínima temperatura a la cual un líquido inflamable/combustible emite vapores en cantidad suficiente como para formar mezclas inflamables con el aire, cerca de la superficie del líquido.

La combustión da como producto:

1. Gases del fuego,
2. Llamas,
3. Calor y
4. Humo.

Todos estos productos se producen en diversos grados en todos los fuegos.

**Gases del Fuego:** La principal causa de pérdidas de vidas en los incendios es la inhalación de gases y humo caliente, tóxico y deficiente en oxígeno. La cantidad y el tipo de gases del fuego que se encuentren presentes durante y después de un incendio, varían en gran medida de acuerdo con la

composición química del material quemado, la cantidad de oxígeno disponible y la temperatura. El efecto de los gases tóxicos y el humo en las personas dependerán del tiempo que éstas permanezcan expuestas a ellos, de la concentración de los gases en el aire y de la condición física de la persona. En un incendio suele haber varios gases. Los que comúnmente se considera tales son: monóxido de carbono, bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, bióxido de azufre, amoniaco, cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno, acroleína y fosgeno.

**Llama:** La combustión o quemado de los materiales en una atmósfera rica en oxígeno suele ir acompañada de llamas. Es por esto que las llamas se consideran un producto propio, característico de la combustión. Las quemaduras pueden ser consecuencia del contacto directo con la llamas o del calor irradiado de las mismas. Son raras las ocasiones en que las llamas se separan una distancia apreciable de los materiales de combustión.

**Calor:** El calor es el producto de la combustión más responsable de la propagación del fuego. La exposición al

calor de un incendio afecta a las personas en proporción directa a la distancia de la exposición y a la temperatura del calor. Los peligros de exponerse al calor de un incendio varían desde las lesiones menores hasta la muerte. La exposición al aire caliente aumenta el pulso cardíaco y provoca deshidratación, cansancio, obstrucción del tracto respiratorio y quemaduras.

**Humo:** El humo es una materia que consiste en partículas sólidas muy finas y vapor condensado. Los gases del fuego provenientes de combustibles comunes, como la madera, contienen vapor de agua, bióxido de carbono y monóxido de carbono. Estos gases suelen salir del combustible con la velocidad suficiente para acarrear gotitas de alquitrán inflamables que parecen humo. Las partículas de carbón se forman a partir de la descomposición de estos alquitranes, éstos también se encuentran presentes en los gases del fuego provenientes de quemar productos del petróleo, en particular de aceites y destilados pesados.

### 2.4.2. El Agua

El agua es y ha sido durante mucho tiempo, el agente más corriente en la extinción de incendios. El efecto de extinción del agua se basa en el enfriamiento del material combustible, por debajo de su temperatura de ignición. El calor que se quita de la fuente del fuego es absorbido por el agua y se disipa parcialmente con el calor. Sin embargo, el problema para su empleo radica en que esta se escurre en gran proporción.

Las propiedades físicas que hacen del agua un excelente agente extintor son:

1. A temperatura estable es un líquido pesado y relativamente estable.
2. Una libra de hielo, al derretirse en agua, a 0°C absorbe 143.4 BTU (151.3KJ), que es calor de fusión del hielo.
3. Se requiere 1 Btu para elevar la temperatura de 1 libra de agua 1°F, que es el calor específico del agua. Por lo tanto, elevar la temperatura de 1 Libra de agua desde 32 a 212°F, requiere 180 Btu.

4. El calor latente de vaporización del agua, es decir, convertir 1 Libra de agua en vapor, a una temperatura constante es 970.3 Btu por Libra a presión constante.
5. Cuando el agua pasa de líquido a vapor, su volumen, a presión atmosférica, aumenta 1600 veces aproximadamente. Este gran volumen de agua (vapor saturado) desplaza un volumen igual del aire (oxígeno) disponible para mantener la combustión.

A parte del agua, no hay otro agente extintor tan corriente que posea todas estas características.

Al combatir un incendio se persigue, como objetivo, obtener su extinción en la forma más rápida posible y con la menor cantidad de agua. Esto apunta a utilizar, de modo efectivo, la menor cantidad de agua de la reserva, y limitar los daños que ésta produce. Durante siglos, el método empleado ha sido dirigir un chorro compacto de agua desde una distancia segura hacia la base del fuego; sin embargo, un método más eficaz consiste en aplicar agua en forma pulverizada, lo que aumenta el efecto refrigerante del agua y la conversión de agua en vapor.

## **2.5. Resistencia al fuego de diversos materiales**

La resistencia al fuego se define como la capacidad que posee un elemento expuesto al mismo, para que durante el tiempo establecido, mantenga su estabilidad, no emita gases inflamables por la cara no expuesta al fuego, que sea estanco a las llamas o gases calientes y que evite que se produzcan, en la cara no expuesta, temperaturas más altas a las establecidas en las Normas correspondientes.

Esta parte está dedicada a los riesgos de incendio que presentan los distintos tipos de materiales, ya que mostrará que la solución a los problemas de incendio se centra en evitar que se produzca la ignición y si ésta tiene lugar, minimizar las proporciones del fuego.

Las medidas de acciones pasivas, que siempre se deben de considerar en la construcción de cualquier edificación, son acciones orientadas a que un edificio, dentro de una arquitectura y uso determinado, presente mayor resistencia a que se generen incendios y, en todo caso, a reducir la velocidad de propagación de los mismos.

Bajo este concepto, los materiales incombustibles y los no inflamables (placas de yeso laminado, perfiles metálicos, lanas de vidrio y de roca) juegan un papel importante según dos aspectos

diferentes de comportamiento ante el fuego de los materiales y de los elementos constructivos del edificio.

La conocida clasificación "M" indica la capacidad relativa de los materiales para favorecer el inicio o desarrollo de un incendio, según las normas UNE.

La clase MO significa que el material no es combustible, la clase M1 indica un material combustible pero no inflamable, las clases M2, M3 y M4 significan productos con un grado de inflamabilidad creciente; como por ejemplo:

- ❖ Hay placas de yeso laminado M-0 incombustible, y otras M-1 no inflamables.
- ❖ Las lanas minerales son de naturaleza M-0, como material inorgánico.

Hay dos aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar el comportamiento ante el fuego de los materiales: el poder calorífico de los mismos (es decir, la capacidad de emitir gases tóxicos).

En este punto es importante destacar el rol importante que juegan las placas de yeso laminado ya que tienen un poder calorífico bajo, es decir, se calientan muy poco en la cara opuesta a la expuesta; y debido a su capacidad de retención de humedad, comienza por desprenderla, con lo cual tarda un tiempo prolongado en causar el

calor. Las placas de yeso laminado, al contener solamente yeso en su alma, son totalmente ecológicas y solamente desprenden vapor de agua retenido en su interior. El yeso no se quema y por lo tanto no desprende humo.

A continuación se detallan algunos de los elementos estructurales y no estructurales, usados en la construcción, con su valor de Resistencia al Fuego (RF)

**TABLA 5**  
**RESISTENCIA AL FUEGO DE MURO DE FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN**

Espesor en cm sin considerar los revestimientos	29	24	14	11	9	5,5
<b>Elemento constructivo</b>						
Elemento de fábrica de bloques huecos de hormigón:						
Sin revestir.	RF-180	RF-180	RF-120	RF-90	RF-60	RF-30
Con 1,5 cm de revestimiento de mortero de yeso o cemento en la cara expuesta.	RF-240	RF-180	RF-120	RF-120	RF-90	RF-60
Con mortero de yeso o cemento en ambas caras.	RF-240	RF-240	RF-180	RF-180	RF-120	RF-90
Con 1,5 cm de mortero vermiculita y yeso en la cara expuesta.	RF-240	RF-240	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120
Elemento de fábrica de bloques macizos de hormigón:						
Sin revestir.	RF-240	RF-180	RF-120	RF-90	RF-60	RF-30
Con 1,5 cm de revestimiento de mortero de yeso o cemento en la cara expuesta.	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120	RF-90	RF-60
Con mortero de yeso o cemento en ambas caras.	RF-240	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120	RF-90
Con 1,5 cm de mortero de vermiculita y yeso en la cara expuesta.	RF-240	RF-240	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120
	Resistencia al fuego, en minutos.					

**TABLA 6**  
**RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS DE HORMIGÓN ARMADO**

Esesor en cm sin considerar los revestimientos	24	20	16	14	12	10
Recubrimiento en cm de la armadura principal	2,5	2,5	2,5	1,5	1,0	1,0
<b>Elemento constructivo</b>						
Muro de hormigón armado:						
Sin revestir.	RF-240	RF-180	RF-120	RF-90	RF-60	RF-30
Con 1,5 cm de revestimiento de yeso o cemento en la cara expuesta.	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120	RF-120	RF-60
Con 1,5 cm de revestimiento de mortero de yeso o cemento en cada cara.	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120	RF-120	RF-90
Con 1,5 cm. de mortero de vermiculita y yeso en cada cara.	RF-240	RF-240	RF-240	RF-180	RF-180	RF-120
	Resistencia al fuego, en minutos.					

**TABLA 7**  
**RESISTENCIA AL FUEGO DE LOSAS MACIZAS DE HORMIGÓN ARMADO**

Esesor de la losa, en cm, sin considerar revestimientos	175	15	12	12	10	10
Recubrimiento, en cm, de la armadura principal	6,5	5,5	4,0	3,0	2,0	1,0
<b>Tipo de losa</b>						
Losa de hormigón armado:						
Sin revestir.	RF-240	RF-180	RF-120	RF-90	RF-60	RF-30
Con 1 cm de revestimiento con mortero de yeso y vermiculita o perlita en la cara inferior.		RF-240	RF-180	RF-120	RF-120	RF-120
Con 2 cm de revestimiento con mortero de yeso y vermiculita o perlita en la cara inferior.			RF-240	RF-180	RF-180	RF-180
	Resistencia al fuego, en minutos.					

## 2.6. Transmisión de calor

El calor puede transferirse de tres formas: por conducción, por convección y por radiación.

### CONDUCCIÓN

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de

forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph Fourier dio una expresión matemática precisa que hoy se conoce como ley de Fourier de la conducción del calor. Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado).

El factor de proporcionalidad se denomina conductividad térmica del material. Los materiales como el oro, la plata o el cobre tienen conductividades térmicas elevadas y conducen bien el calor, mientras que materiales como el vidrio, el amianto tienen conductividades cientos e incluso miles de veces menores; conducen muy mal el calor, y se conocen como aislantes. En ingeniería resulta necesario conocer la velocidad de conducción del calor a través de un sólido en el que existe una diferencia de temperatura conocida. Para averiguarlo se requieren técnicas

matemáticas muy complejas, sobre todo si el proceso varía con el tiempo; en este caso, se habla de conducción térmica transitoria. Con la ayuda de ordenadores (computadoras) analógicos y digitales, estos problemas pueden resolverse en la actualidad incluso para cuerpos de geometría complicada.

### **CONVECCIÓN**

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección. El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural. La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos.

Por ejemplo, se calienta desde abajo una cacerola llena de agua. El líquido más próximo al fondo se calienta por el calor que se ha

transmitido por conducción a través de la cacerola. Al expandirse, su densidad disminuye y como resultado de ello el agua caliente asciende y parte del fluido más frío baja hacia el fondo, con lo que se inicia un movimiento de circulación. El líquido más frío vuelve a calentarse por conducción, mientras que el líquido más caliente situado arriba pierde parte de su calor por radiación y lo cede al aire situado por encima. De forma similar, en una cámara vertical llena de gas, como la cámara de aire situada entre los dos paneles de una ventana con doble vidrio, el aire situado junto al panel exterior —que está más frío— desciende, mientras que al aire cercano al panel interior —más caliente— asciende, lo que produce un movimiento de circulación.

El calentamiento de una habitación mediante un radiador no depende tanto de la radiación como de las corrientes naturales de convección, que hacen que el aire caliente suba hacia el techo y el aire frío del resto de la habitación se dirija hacia el radiador. Debido a que el aire caliente tiende a subir y el aire frío a bajar, los radiadores deben colocarse cerca del suelo (y los aparatos de aire acondicionado cerca del techo) para que la eficiencia sea máxima. De la misma forma, la convección natural es responsable de la ascensión del agua caliente y el vapor en las calderas de convección natural, y del tiro de las chimeneas. La convección

también determina el movimiento de las grandes masas de aire sobre la superficie terrestre, la acción de los vientos, la formación de nubes, las corrientes oceánicas y la transferencia de calor desde el interior del Sol hasta su superficie.

## **RADIACIÓN**

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica. En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un comportamiento cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. La naturaleza cuántica de la energía radiante se había postulado antes de la aparición del artículo de Einstein, y en 1900 el físico alemán Max Planck empleó la teoría cuántica y el formalismo matemático de la mecánica estadística para derivar una ley fundamental de la radiación. La expresión

matemática de esta ley, llamada distribución de Planck, relaciona la intensidad de la energía radiante que emite un cuerpo en una longitud de onda determinada con la temperatura del cuerpo. Para cada temperatura y cada longitud de onda existe un máximo de energía radiante. Sólo un cuerpo ideal (cuerpo negro) emite radiación ajustándose exactamente a la ley de Planck. Los cuerpos reales emiten con una intensidad algo menor.

La contribución de todas las longitudes de onda a la energía radiante emitida se denomina poder emisor del cuerpo, y corresponde a la cantidad de energía emitida por unidad de superficie del cuerpo y por unidad de tiempo. Como puede demostrarse a partir de la ley de Planck, el poder emisor de una superficie es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. El factor de proporcionalidad se denomina constante de Stefan-Boltzmann en honor a dos físicos austriacos, Joseph Stefan y Ludwig Boltzmann que, en 1879 y 1884 respectivamente, descubrieron esta proporcionalidad entre el poder emisor y la temperatura. Según la ley de Planck, todas las sustancias emiten energía radiante sólo por tener una temperatura superior al cero absoluto. Cuanto mayor es la temperatura, mayor es la cantidad de energía emitida. Además de emitir radiación, todas las sustancias son capaces de absorberla. Por eso, aunque un cubito de hielo

emite energía radiante de forma continua, se funde si se ilumina con una lámpara incandescente porque absorbe una cantidad de calor mayor de la que emite.

Las superficies opacas pueden absorber o reflejar la radiación incidente. Generalmente, las superficies mates y rugosas absorben más calor que las superficies brillantes y pulidas, y las superficies brillantes reflejan más energía radiante que las superficies mates. Además, las sustancias que absorben mucha radiación también son buenos emisores; las que reflejan mucha radiación y absorben poco son malos emisores. Por eso, los utensilios de cocina suelen tener fondos mates para una buena absorción y paredes pulidas para una emisión mínima, con lo que maximizan la transferencia total de calor al contenido de la cazuela.

Algunas sustancias, entre ellas muchos gases y el vidrio, son capaces de transmitir grandes cantidades de radiación. Se observa experimentalmente que las propiedades de absorción, reflexión y transmisión de una sustancia dependen de la longitud de onda de la radiación incidente. El vidrio, por ejemplo, transmite grandes cantidades de radiación ultravioleta, de baja longitud de onda, pero es un mal transmisor de los rayos infrarrojos, de alta longitud de onda. Una consecuencia de la distribución de Planck es que la longitud de onda a la que un cuerpo emite la cantidad máxima de

energía radiante disminuye con la temperatura. La ley de desplazamiento de Wien, llamada así en honor al físico alemán Wilhelm Wien, es una expresión matemática de esta observación, y afirma que la longitud de onda que corresponde a la máxima energía, multiplicada por la temperatura absoluta del cuerpo, es igual a una constante, 2.878 micrómetros-Kelvin. Este hecho, junto con las propiedades de transmisión del vidrio antes mencionadas, explica el calentamiento de los invernaderos. La energía radiante del Sol, máxima en las longitudes de onda visibles, se transmite a través del vidrio y entra en el invernadero. En cambio, la energía emitida por los cuerpos del interior del invernadero, predominantemente de longitudes de onda mayor, correspondiente al infrarrojo, no se transmiten al exterior a través del vidrio. Así, aunque la temperatura del aire en el exterior del invernadero sea baja, la temperatura que hay dentro es mucho más alta porque se produce una considerable transferencia de calor neta hacia su interior.

Además de los procesos de transmisión de calor que aumentan o disminuyen las temperaturas de los cuerpos afectados, la transmisión de calor también puede producir cambios de fase, como la fusión del hielo o la ebullición del agua. En ingeniería, los procesos de transferencia de calor suelen diseñarse de forma que

aprovechen estos fenómenos. Por ejemplo, las cápsulas espaciales que regresan a la atmósfera de la Tierra a velocidades muy altas están dotadas de un escudo térmico que se funde de forma controlada en un proceso llamado ablación para impedir un sobrecalentamiento del interior de la cápsula. La mayoría del calor producido por el rozamiento con la atmósfera se emplea en fundir el escudo térmico y no en aumentar la temperatura de la cápsula.

## **2.7. Métodos para extinguir el fuego**

La falta o eliminación de uno de los elementos que intervienen en la combustión (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena), daría lugar a la extinción del fuego. Según el elemento que se elimine, aparecerán distintos mecanismos de extinción:

### **Método de supresión por enfriamiento**

En la mayoría de los casos, el fuego se extingue cuando la superficie del material en combustión se enfría por debajo de la temperatura a la que se produce suficiente vapor para mantener la combustión.

El enfriamiento superficial no es normalmente efectivo sobre productos gaseosos y líquidos inflamables con punto de inflamación por debajo de la temperatura del agua aplicada. Generalmente, no es recomendable emplear agua para líquidos con punto de inflamación por debajo de 100 °F (37,8 °C).

La cantidad de agua necesaria para extinguir un fuego depende del calor desprendido por el mismo. La velocidad de extinción depende de la rapidez en la aplicación del agua, caudal y del tipo que se aplique.

Lo más efectivo es descargar agua de manera que se absorba el máximo calor. El agua absorbe el máximo de calor cuando se transforma en vapor y esto se consigue con mayor facilidad si se aplica pulverizada en vez de un chorro compacto.

Se dispone de bastante información sobre los factores que afectan a la velocidad de absorción de calor y a la vaporización de las gotas de agua. Debido a que estos factores no pueden controlarse estrechamente en la mayoría de los casos, no pueden utilizarse para cálculos exactos en el momento de un incendio.

La aplicación de agua pulverizada se basa en los siguientes principios:

1. La velocidad de transmisión de calor es proporcional a la superficie expuesta de un líquido. Para un volumen dado de agua la superficie aumenta drásticamente si el agua se convierte en gotas.
2. La velocidad de transmisión de calor depende de la diferencia de temperatura entre el agua y el material en combustión o el aire que le rodea.
3. La velocidad de transmisión de calor depende del contenido en vapor de agua, especialmente en cuanto a la propagación del fuego.
4. La capacidad de absorción de calor de agua depende de la distancia recorrida y de su velocidad en la zona de combustión. (En este factor debe tenerse en cuenta la necesidad de descarga de un volumen adecuado de agua sobre el fuego).

Cuando la velocidad de absorción de calor por el agua se acerca al desprendimiento total de calor del fuego, el incendio empieza a estar controlado. Cuando la velocidad de absorción de calor del agua es superior al desprendimiento de calor, ya se tiene la extinción. Otros factores a tener en cuenta para el control y la

extinción del fuego son la pérdida de calor por aberturas y a través de las paredes, suelos y techos.

**Tamaño de gota:** Los cálculos demuestran que el diámetro óptimo para la gota del agua es de 0,01 a 0,04 plg. (0,3 a 1,0 mm), y que los mejores resultados se obtienen cuando las gotas son de tamaño uniforme. Actualmente no hay ningún dispositivo de descarga capaz de producir gotas totalmente uniformes, aunque muchos dispositivos de descarga expulsan gotas que son bastantes iguales en una amplia gama de presiones. La gota deberá ser suficientemente grande para poder alcanzar el punto de combustión a pesar de la resistencia del aire, la fuerza opuesta de la gravedad, y cualquier corriente de aire y penacho de la llama. Cuando las gotas de agua son demasiadas pequeñas, pueden verse desviadas por el penacho o evaporarse antes de llegar a la base del fuego.

Mejorar los materiales combustibles es, a menudo, un método empleado para prevenir la ignición de materiales que aún no han quemado. Si los combustibles absorben agua, tardarán más tiempo en arder debido a que el agua deberá evaporarse antes de que se calienten lo suficiente para quemarse.

### **Método de supresión por sofocación**

El aire puede desplazarse e incluso suprimirse si se genera suficiente vapor. La combustión de determinados materiales puede extinguirse mediante esta acción sofocante, que se produce con más rapidez si el vapor que se genera puede confinarse, de alguna forma, en la zona de combustión. El proceso de calor mediante vapor termina cuando éste empieza a condensarse, transformación que requiere que el vapor ceda calor. Cuando dicho cambio se produce, se forman nubes visibles de vapor de agua. Si la condensación se produce encima del fuego no tiene efecto enfriador sobre el material en combustión. Sin embargo, el vapor absorbe calor del fuego si se disipa en nubes de vapor de agua encima del mismo.

Los fuegos de materiales combustibles ordinarios se extinguen normalmente por el efecto enfriador de agua, no por sofocación creada por la generación de vapor. Aunque este último puede suprimir las llamas, normalmente no extingue dichos incendios.

El agua puede sofocar el fuego de un líquido inflamable cuando su punto de inflamación esté por encima de 37,8 °C y su densidad relativa sea mayor que 1,1 y, además no sea soluble en agua. Para

conseguir este efecto de la manera eficaz, se le añade normalmente al agua espumante. El agua debe entonces aplicarse a la superficie del líquido de una forma suave.

En aquellos casos en los que la combustión de un material libere de oxígeno, el efecto de sofocación aludido no es posible.

### **Método de supresión por emulsificación**

Se logra una emulsión cuando se agitan juntos dos líquidos inmiscibles y uno de ellos se dispersa en el otro. La extinción por este procedimiento se logra aplicando agua a determinados líquidos viscosos inflamables, ya que en el enfriamiento de la superficie de dichos líquidos viscosos, como el fuel-oil número 6, la emulsión aparece en forma de espuma espesa, que retrasa la emisión de vapores inflamables. Debe tenerse cuidado si el procedimiento se aplica a líquidos con cierta profundidad, porque la espumación puede producir el derrame de líquido ardiendo por fuera del recipiente contenedor. Generalmente, para la extinción por emulsionamiento se emplea una pulverización del agua relativamente fuerte y gruesa. Debe evitarse el empleo de chorros compactos que producirían espumaciones violentas.

### **Método de supresión por dilución**

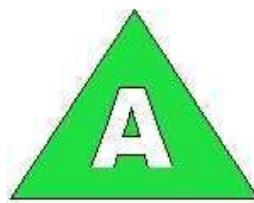
Los fuegos de materiales inflamables hidrosolubles pueden extinguirse, en algunos casos, por dilución. El porcentaje de dilución necesario varía ampliamente, al igual que el volumen de agua y el tiempo necesario para la extinción.

Por ejemplo, la dilución puede aplicarse con éxito contra un fuego en un vertido de alcohol metílico o etílico, si se consigue una mezcla adecuada de agua y alcohol; sin embargo, no es práctica común si se trata de depósitos. El peligro de rebose, debido a la gran cantidad de agua que se requiere, y el de espumación, si la mezcla alcanza la temperatura de ebullición del agua, hace que esta forma de extinción sea escasamente efectiva.

## **2.8. Clasificación del fuego**

Las diferentes clases de Fuego clasificadas según la Norma NFPA 10 (portable Fire Extinguishers) son:

- ❖ **Fuegos de la clase A:** Materiales combustibles ordinarios como madera, tela, papel, caucho y plásticos. Este tipo de fuego se representa con la letra **“A”** dentro de un triángulo color verde.



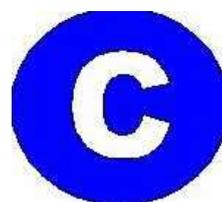
**FIGURA 2.5 REPRESENTACIÓN DE FUEGO  
CLASE A**

- ❖ **Fuegos de la clase B:** Incendio de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares. Este tipo de fuego se representa con la letra “**B**” dentro de un cuadrado color rojo.



**FIGURA 2.6 REPRESENTACIÓN DE FUEGO  
CLASE B**

- ❖ **Fuegos de la clase C:** Incendio de equipo eléctrico vivo donde la seguridad del operario exige el uso de agentes extinguidores que no sean conductores eléctricos. Este tipo de fuego se representa con la letra “**C**” dentro de un círculo color azul.



**FIGURA 2.7 REPRESENTACIÓN DE FUEGO CLASE C**

- ❖ **Fuegos de la clase D:** Incendio de ciertos metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio; que precisan un medio extinguidor que absorba el calor y que reaccione con los metales que se queman. Este tipo de fuego se representa con la letra “D” dentro de una estrella de 5 puntas color amarillo.



**FIGURA 2.8 REPRESENTACIÓN DE FUEGO CLASE D**

- ❖ **Fuegos de la clase K:** Incendio que se produce y se desarrolla en los extractores y filtros de campanas de cocinas, donde se acumula la grasa y otros componentes combustibles que al alcanzar altas

temperaturas produce combustión espontánea. Su símbolo es un cuadrado de color negro con una “K” de color blanco en su inferior.

## **2.9. Clasificación de las ocupaciones según Norma NFPA 13**

Según norma NFPA 13, por el tipo de ocupación se presentan los siguientes riesgos que se refieren únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua de los rociadores.

La clasificación de las ocupaciones no deberá pretender ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

**Ocupaciones de riesgo ligero.** Las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.

### **Ocupaciones de riesgo ordinario:**

- **Riesgo ordinario (Grupo 1):** Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es

baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 8 pies (2,4 m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

- **Riesgo ordinario (Grupo 2):** Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3,66 m), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor no superan los 8 pies (2,4 m).

#### **Ocupaciones de riesgo extra.**

- **Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1):** Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de calor pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.

- **Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2):** Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderada hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso.

**TABLA 8**  
**GUÍA BÁSICA PARA COMBATES DE INCENDIO**

CLASES DE FUEGO	METODOS DE EXTINCION				AGENTES EXTINTORES						
	ENFRIAM.	SOFOCACN.	AISLAMNTO	I.R.C.	POS.	CO <sub>2</sub>	AGUA	A. LIG	ESPUMA	HALON	PURPK
TIPO "A"	1	3	2	2	2	3	1	1	1	3	-
TIPO "B"	3	1	2	3	1	2	3	2	2	2	-
TIPO "C"	X	1	1	2	2	1	-	-	-	1	-
TIPO "D"	X	1	2	1	3	-	-	-	-	2	1
AGTE. EXT. TIPO.					ABC	BC	A	AB	AB	BC	D

1. EFECTIVO    2. PUEDE UTILIZARSE    3. PUEDE NO SER EFECTIVO    X. NO UTILIZAR AGENTES ACUOSOS

I.R.C. = Inhibir Reacción en Cadena    P.Q.S. = Polvo Químico Seco    A. Lig. = Agua Ligero    Purple K = Bicarbonato de Potasio

# **CAPÍTULO 3**

## **3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **3.1. Introducción**

Con muy raras excepciones se puede decir que alguien o algo deben apagar el fuego producido ya sea por algún agente artificial o natural en cualquier sitio. Hay fuegos que se extinguen sin intervención específica alguna, en estos casos ya se ha consumido todo el material combustible, pero hay fuegos que no se apagan hasta que lo hace algún agente externo como el Cuerpo de Bomberos; y hay fuegos que no se apagan hasta que lo hace alguien o algún Sistema Contra Incendios instalado en el lugar del siniestro.

La Hidráulica de la Protección Contra Incendios, es una parte de la Mecánica de Fluidos, que estudia el flujo de agua que pasa por las tuberías y orificios de descarga, tales como las salidas e los Gabinetes para protección contra incendios, Hidrantes o Sistema de Rociadores Automáticos.

En este capítulo se describen las propiedades físicas del agua que afectan a los cálculos hidráulicos y las fórmulas utilizadas para los cálculos de caudal y las pérdidas de presión en los Sistemas de Protección Contra Incendios.

Un Sistema de Protección Contra Incendio es un sistema que incluye dispositivos, soportaría, equipos y controles para detectar fuego o humo, para hacer actuar una señal y para suprimir el fuego o humo. Los dos objetivos principales de la protección del fuego son salvar vidas y proteger las propiedades.

El tipo más común de Sistemas de Protección Contra Incendio es el que se basa en el uso de agua. Por lo tanto, resulta esencial que se disponga de un suministro adecuado de agua. El agua debe proporcionarse con el flujo y la presión necesarios para que se activen los sistemas de aspersores automáticos y para poder

utilizar las mangueras contra incendios, además de los requisitos normales de la planta.

### **3.2. Abastecimiento y Uso del Agua**

Podría suponerse que el agua es el agente extintor más utilizado porque es barata y fácilmente disponible, en comparación con otros líquidos. Sin embargo resulta que aparte del precio y disponibilidad, el agua es el mejor agente extintor que cualquier otro líquido conocido, para la mayoría de los fuegos.

El agua tiene un alto calor de evaporación por unidad de peso, por lo menos cuatro veces mayor que el de cualquier líquido no inflamable. Además no es nada tóxica (incluso un líquido químicamente inerte, como el nitrógeno líquido, puede causar asfixia). El agua puede almacenarse a presión y temperaturas normales. Su punto de ebullición 100 °C, está muy por debajo de los 250 – 450 °C que es la temperatura de pirólisis de la mayoría de los sólidos combustibles, por lo que el enfriamiento por evaporación de la superficie de pirolización resulta muy eficaz. Ningún otro líquido posee todas estas propiedades, además de su bajo precio.

Sin embargo, el agua no es un agente extintor perfecto. Se congela a los 0 °C, conduce la electricidad y puede estropear algunos bienes de modo irreversible, aunque en muchos casos se pueden recuperar. El agua puede no resultar eficaz en incendios de líquidos inflamables, sobre todo los insolubles en agua y que flotan en la misma, como los hidrocarburos. El agua no es compatible con ciertos metales calientes o ciertos productos químicos. Por eso, en los incendios de estos materiales son preferibles otros agentes extintores, como la espuma acuosa, los gases inertes, los halones y polvos químicos secos.

Los dos modos más corrientes de aplicar el agua a un fuego son mediante un chorro continuo o pulverizado, con una manguera o pulverizándola a través de rociadores automáticos.

El agua a utilizarse debe ser limpia, dulce o salada siempre y cuando se consideren características químicas para seleccionar los equipos y materiales a utilizarse.

Se pueden considerar los siguientes tipos de fuentes de abastecimiento con sus condiciones de uso:

### **3.2.1. Red de Uso Público**

- La fuente más común de abastecimiento de agua.
- Debe ser complementada con una cisterna interna que pueda prever cualquier anomalía en el sistema.

### **3.2.2. Fuentes Inagotables**

El suministro de estas fuentes debe garantizar el caudal que necesite el sistema contra incendios al que sirve, debe de tenerse en cuenta que podrían haber períodos de sequía que pudieran afectar alguna de estas fuentes.

Entre estas están consideradas las fuentes naturales como ríos, lagos, mares, y las artificiales como pueden ser embalses, pozos, canales, etc.

### **3.2.3. Depósitos o Cisternas**

Estos serán para uso exclusivo del sistema contra incendios, en caso contrario las tomas de salida para otros usos deberán estar ubicadas por encima del nivel máximo de la reserva para el sistema contra incendios.

Existen depósitos construidos bajo superficie, sobre superficie, elevados y de presión. Entre estos están de los

que se succiona agua por medio de equipos de bombeo, y los que distribuyen el agua por gravedad.

### **3.3. Cálculo de la Reserva de Agua**

El cálculo de la reserva de agua para cualquier Sistema Contra Incendios está dado por varios factores los cuales dependen principalmente del tipo de protección a instalar y de la clasificación que la edificación tenga según el riesgo por la actividad que realice.

Se debe disponer de una adecuada Reserva de Agua para que cualquiera que sea el tipo de protección instalada funcione en el caso de un siniestro.

Es de importancia tener en cuenta que la reserva destinada para el uso exclusivo del Sistema Contra Incendio, no deberá ser utilizada para ningún otro propósito.

Los suministros mínimos de agua para cualquier sistema combinado de protección contra incendios dado por Bocatomas de Incendio y Sistema de Rociadores Automáticos, que es la protección más aplicada en nuestro medio para cualquier tipo de edificación común, viene dada por la siguiente tabla:

**TABLA 9**  
**ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CLASES DE RIESGOS**

Clasificación del Riesgo	Rociadores GPM	Mangueras Interiores		Combinación de Mangueras Interiores y Exteriores		Duración en minutos
		GPM	litros/min	GPM	litros/min	
Ligero	Ver densidad en las curvas	100	380	100	378	30
Ordinario G1		100	380	250	946	60 – 90
Ordinario G2		100	380	250	946	60 – 90
Extra G1		100	380	500	1.892	90 – 120
Extra G2		100	380	1000	3.375	120

**1 GPM = 3,785 l/min**

**TABLA 10**  
**RESERVAS MÍNIMAS REQUERIDAS DE AGUA POTABLE**

Tipo de protección	Tipo de Riesgo		
	Riesgo Ligero	Riesgo Ordinario	Riesgo Extra
<b>Protección con Bocatomas de Incendio</b>	45 m <sup>3</sup>	68 m <sup>3</sup>	---
<b>Protección con Rociadores Automáticos</b>	34 m <sup>3</sup>	51 m <sup>3</sup>	170 m <sup>3</sup>
<b>Protección Combinada (Bocatomas y Rociadores)</b>	80 m <sup>3</sup>	120 m <sup>3</sup>	250 m <sup>3</sup>

### 3.3.1. Reserva para Bocatomas de Incendio

La Mínima reserva calculada para el Sistema Contra Incendios, está dada a partir de la consideración del número de Bocatomas de Incendio funcionando simultáneamente, es decir, dependiendo del tipo de Riesgo en la edificación se

determinará el tipo de Bocatomas de Incendio a usar, los cuales están detallados más adelante.

El tiempo determinado como mínimo para la reserva de agua está dado en función del tiempo de respuesta del Cuerpo de Bomberos de la ciudad que en función constante está dado por 60 minutos según las normas internacionales, aunque para el caso de considerarse como un Tipo de Riesgo Extra el tiempo será de 90 minutos como mínimo.

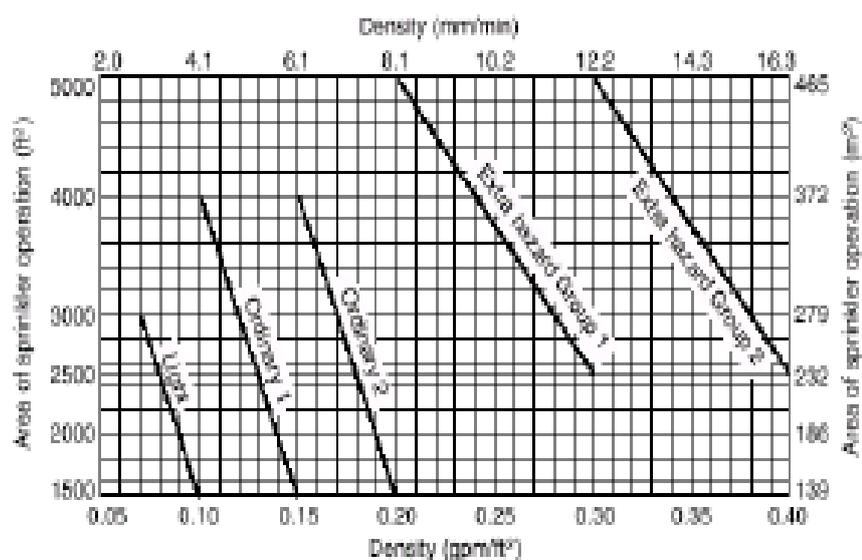
Es recomendable la consideración de dos Bocatomas de Incendio en el Sistema Contra Incendio actuando en simultáneo para el cálculo de la reserva de agua.

### **3.3.2. Reserva para Sistema de Rociadores Automáticos**

El cálculo de la reserva de agua se llega a determinar asimismo por el tipo de Riesgo asignado a la edificación y se determina en función de una densidad de aplicación la cual relaciona el área a proteger con el sistema de rociadores.

Usualmente, su valor fluctúa entre  $0.1 \text{ gpm/ft}^2$  ( $4.1 \text{ l/min/m}^2$ ) y  $0.60 \text{ gpm/ft}^2$  ( $24.6 \text{ l/min/m}^2$ )

Cabe acotar que en una misma edificación se pueden tener más de una clasificación por su riesgo, en estos casos se calculará la demanda de cada Riesgo por separado y se tomará la mayor de ellas para los cálculos respectivos.



**FIGURA 3.1 DEMANDA PARA ROCIADORES**

Fuente: Norma NFPA 13 Fig. 11.2.3.1.5

Del gráfico se puede observar que al seleccionar un área, sobre la cual estará calculado el Sistema de Rociadores Automáticos, se puede obtener una densidad de aplicación la cual viene dada en galones por minuto y por pie cuadrado (gpm/ft<sup>2</sup>).

### **3.4. Tipo de Tuberías y Accesorios**

#### **3.4.1. Tuberías**

El método para transportar el agua necesaria para el combate de incendio en caso de un siniestro se lo realiza a través del tendido de tuberías desde la fuente de captación de agua hasta los equipos o aparatos de disposición de la misma.

Las tuberías para el Sistema Contra Incendio se calculan de forma que puedan soportar la presión y puedan distribuir el agua en su cantidad necesaria hasta el punto de utilización.

Los tipos de tuberías generalmente usados en el Sistema Contra Incendio son de Hierro y Acero, incluso se acostumbra a usar materiales como PVC en las situaciones donde se prevén serios problemas de corrosión

Necesariamente las tuberías usadas para la instalación del Sistema Contra Incendio deben soportar presiones mínimas de trabajo de por lo menos 175 PSI, por lo que se recomienda el uso de las siguientes tuberías las cuales tienen su norma de fabricación en la tabla siguiente:

**TABLA 11  
RECOMENDACIÓN DE USO DE TUBERÍAS**

<b>Material</b>	<b>Norma Aplicable</b>
Hierro Negro (con costura y sin costura)	ASTM A795
Acero (con costura y sin costura)	ASTM A53
Hierro Dúctil	AWWA C600
Hierro Galvanizado	ASTM 120

**TABLA 12  
COMPARACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍA**

<b>Material</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
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 Sólo 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 interior Reduce la caída de presión	Instalación de gasto considerable Material costoso

### 3.4.2. Uniones

- **Uniones soldadas.-** Todas las tuberías metálicas podrán ser unidas entre sí con soldadura. Las juntas soldadas seguirán métodos ajustados a la norma AWS D10.9.
- **Uniones roscadas.-** Las tuberías también podrán ser unidas por medio de roscas. Las roscas cumplirán con las normas ANSI/ASME B1.20.1.
- **Uniones bridadas.-** las tuberías podrán unirse también mediante bridas soldadas a los extremos de la tubería o accesorios. El proceso de soldado de las bridas a la tubería o accesorio seguirá el proceso de la norma AWS D10.9.
- **Uniones ranuradas.-** El sistema de unión de tuberías y accesorios por este método es el más versátil que se encuentra en la actualidad y el más fiable de todos los anteriores. Se podrá utilizar este tipo de junta sobre todo en áreas donde está prohibido soldar.

### 3.4.3. Accesorios

Se dispone de una extensa variedad de accesorios para lograr que el sistema que se está instalando llegue a todos

los lugares deseados, teniendo en cuenta dejar en su recorrido la respectiva toma de agua.

Los accesorios del Sistema Contra Incendio deben ser de construcción certificada, y su calidad de construcción y eficiencia ser aprobadas, por lo tanto, deben exhibir en su carcasa o en la placa las siglas UL, ULC o FM.

Los accesorios deben ser diseñados para soportar las presiones y caudales de agua que va a generar la estación de bombeo.

### **FIGURA 3.2 ACCESORIOS MÁS EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO**

- Codo ranurado 90°



- Codo ranurado 45°



- Tee Mecánica ranurada o Tee de Derivación



- Acople ranurado



- Válvula cheque ranurado



- Reducción ranurada



- Reducción ranurada



- Abrazadera Tipo pera UL/FM



- Detector de Flujo



- Válvula de Compuerta UL/FM



➤ Rociadores y Escudos



➤ Brida ranurada UL/FM



### 3.5. Dimensionamiento de las redes

Existe un método para el cálculo del dimensionamiento de tuberías para el Sistema Contra Incendio, el cual está muy bien aceptado ya que tiene sus principios en los cálculos hidráulicos.

Aplicando este método, las tuberías se proyectan de tal manera que existe uniformidad y proporcionan al sistema la presión y caudal mínimo especificado para cada elemento de combate contra el fuego.

Para realizar el diseño hidráulico hay que calcular la presión y el caudal mínimo necesarios en la conexión para mangueras hidráulicamente más remota desde cualquier toma del sistema,

teniendo en consideración las pérdidas de carga y sumando los caudales necesarios para las tomas fijas y Sistema de Rociadores Automáticos en cada punto en el que dichos sistemas están conectados a la tubería cuyo diseño hidráulico se esté calculando.

Un diseño hidráulico es aquel en donde las dimensiones de las tuberías son calculadas en base a las presiones y flujos que se desean obtener para lograr un fin determinado. Por consiguiente, las características de los equipos de bombeo también quedan determinados como una consecuencia de los cálculos hidráulicos.

En el caso de los Sistemas Contra Incendios, los flujos y presiones necesarios son recomendadas de acuerdo a los riesgos involucrados, es decir a la magnitud del incendio estimado; las presiones necesarias en las tomas de agua, los rociadores a colocarse, también son sugeridos por la normas internacionales o por el fabricante de estos equipos, es decir que partiendo de los parámetros de caudal y presión necesarios y mediante la aplicación de fórmulas de hidráulica se determinan las dimensiones de las tuberías y las especificaciones principales de los equipos de bombeo para obtener los objetivos propuestos.

### 3.5.1. Requerimientos mínimos

**Presión:** Para los Sistemas Contra Incendio se necesitan de presiones elevadas para que sus accesorios funcionen con eficiencia, por ejemplo:

<b>Accesorio</b>	<b>Presión mínima</b>
Rociador Automático k=5.6	7 Psi.
Bocatoma de Incendio	60 Psi.

**Caudal:** El caudal mínimo para la protección mediante la activación de uno de los siguientes elementos es:

<b>Accesorio</b>	<b>Caudal mínimo</b>
Rociador Automático k=5.6	14 GPM
Bocatoma de Incendio	100 GPM

**Velocidad:** La velocidad del flujo del agua a la cual se proyectan los Sistemas contra incendios está dada en un rango de 4 m/s a 8 m/s; siendo la velocidad recomendada para diseño de 6 m/s.

**TABLA 13**  
**FLUJO REQUERIDO PARA VELOCIDAD NO MERNOR A**  
**3m/s EN TUBERÍA**

Fuente: NFPA Norma 24 Tabla 10.10.2.1.3

<b>TUBERÍA Pulgadas</b>	<b>FLUJO GPM</b>	<b>FLUJO l/min</b>
4	390	1476
6	880	331
8	1560	5905
10	2440	9285
12	3520	13323

**Diámetros de Tuberías:** los diámetros mínimos a emplear para el rociador de mínimo caudal será:

<b>Accesorio</b>	<b>Diámetro mínimo</b>
Rociador Automático k=5.6	1"
Bocatoma de Incendio	1 ½"

### 3.5.2. Pérdidas de cargas

Las pérdidas de carga producida por la fricción que ejerce el flujo a través de la tubería se encuentran tabuladas y han sido determinadas mediante la fórmula de Hazen – Williams:

$$\Delta P = \frac{4.52 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * 0^{4.87}} \quad (3.5.2.a)$$

**Donde:**

$\Delta P$  = Pérdidas por fricción en psi/ft

$Q$  = Flujo en GPM

$\phi$  = Diámetro interno real de la tubería en Pulgadas

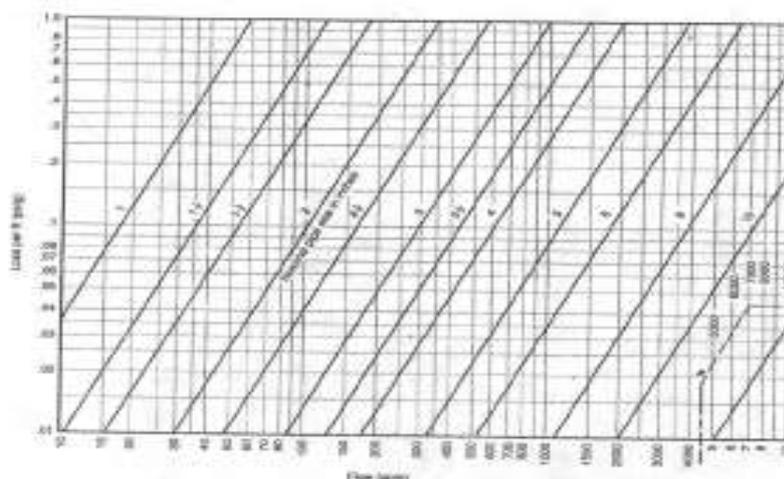
**C** = Coeficiente de fricción

**TABLA 14**  
**VALORES C DE HAZEN – WILLIAMS**  
Fuente: NFPA Norma 13 TABLA 6-4.4.5

<b>Tubería o Tubo</b>	<b>Valor C*</b>
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento interior	100
Acero negro(sistemas de tubería seca, incluyendo de preacción)	100
Acero negro(sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

Para pérdidas por fricción en tuberías de acero Schedule 40, el coeficiente de Hazen – Williams es 120.

También se lo puede realizar por medio de una gráfica, la cual nos da el valor de las pérdidas, ver figura



**FIGURA. 3.3 PÉRDIDAS DE FRICCIÓN, HAZEN – WILLIAMS**

Fuente: Manual de Protección Contra Incendios Fig. 5.20

La presión debida a la velocidad del agua  $P_v$  en psi:

$$P_v = 0.001123 \frac{Q^2}{\phi^4} \quad (3.5.2.b)$$

Donde:

$P_v$  = Pérdidas por velocidad en psi/ft

$Q$  = Flujo en GPM

$\phi$  = Diámetro interno real de la tubería en pulgadas

Para calcular la presión por elevación  $P_e$  en psi conocido como el cambio de elevación  $h$  en pies:

$$P_e = 0.433h \quad (3.5.2.c)$$

Donde:

$P_e$  = Pérdidas por elevación en psi/ft

$h$  = Altura en pies

Para determinar las pérdidas localizadas, para todos los accesorios colocados en el recorrido de la tubería, se considera la información contenida en la siguiente tabla, la cual indica, según el accesorio que se disponga la cantidad de longitud de tubería equivalente.

**TABLA 15**  
**LONGITUDES EQUIVALENTES**  
 Fuente: NFPA Norma 14 Tabla 7-11.1.1.1

Equivalent Pipe Length Chart

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent ft (m) of Pipe						
	¾ in. (20 mm)	1 in. (25 mm)	1½ in. (38 mm)	2 in. (51 mm)	2½ in. (64 mm)	3 in. (76 mm)	
45° Elbow	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	
90° Standard Elbow	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	
90° Long-Turn Elbow	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3.0)	12 (3.7)	
Gate Valve	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	
Butterfly Valve	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	
Swing Check*	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent ft (m) of Pipe						
	3½ in. (90 mm)	4 in. (100 mm)	5 in. (125 mm)	6 in. (150 mm)	8 in. (200 mm)	10 in. (250 mm)	12 in. (300 mm)
45° Elbow	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	8 (2.4)	11 (3.4)	13 (4.0)
90° Standard Elbow	6 (2.4)	10 (3.1)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
90° Long-Turn Elbow	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	12 (3.7)	14 (4.3)	16 (5.0)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.2)	35 (10.7)	50 (15.3)	60 (18.3)
Gate Valve	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Butterfly Valve	—	12 (3.7)	8 (2.4)	10 (3.1)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Swing Check*	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.8)	46 (14.1)	55 (16.8)	65 (20.0)

Use with Hazen-Williams C = 100 only. For other values of C, the figures in this table should be multiplied by the factors below.

Value of C	80	100	120	150	140	100
Multiplying factor	0.472	0.713	1.00	1.14	1.36	1.51

### 3.6. Bocatomas de incendio, Siamesa y Extintores

#### 3.6.1. Bocatomas de Incendio

La necesidad de colocar Bocatomas de Incendio para la lucha contra el fuego en edificaciones se hace indispensable,

puesto que se vuelve imperiosa la necesidad de que en caso de algún siniestro, extinguirlo de inmediato.

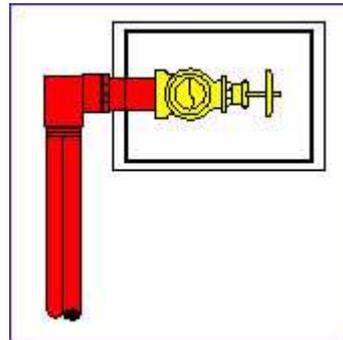
Incluso en edificaciones que cuentan con un Sistema Automatizado de Rociadores, se hace necesaria la colocación de Bocatomas de Incendio ya que sirven de complemento y respaldo de los Rociadores Automáticos.

Se dice que la primera arma de combate en caso de algún siniestro siempre será el extintor, seguidamente de las Bocatomas de Incendio en caso de que no se lo pueda controlar; y si no es extinguido el fuego mediante los dos primeros en caso de tenerlos se activarán los rociadores automáticos, los cuales en su gran mayoría, siempre resultan efectivos.

A continuación se citan los tres tipos de Bocatomas que se emplean en los Sistemas Contra Incendios.

- **Tipo 1.-** Este tipo de sistemas está compuesto por Bocatomas de Incendio que consta con conexiones para mangueras de 2 ½" de diámetro, es decir que en su interior tienen una válvula del tipo angular de 2 ½" de diámetro.

Este tipo de Bocatoma deberá ser capaz de proporcionar un caudal de 150 GPM a una presión mínima de 60 Psi y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ordinario y Extra.

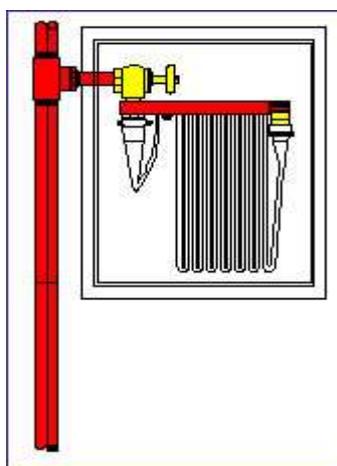


**FIGURA 3.4 BOCATOMA TIPO 1**

- **Tipo 2.-** Están compuestos por Bocatomas de Incendio que constan con conexiones para mangueras de 1 ½" de diámetro. Estos sistemas están pensados para que cualquier ocupante de la edificación pueda dar un primer combate al fuego. Este tipo de Bocatoma deberá ser capaz de proporcionar un caudal de 100 GPM a una presión mínima de 60 Psi y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ligero. Actualmente no son muy recomendables puesto que se espera en caso de un incendio es que todos evacuen el

edificio y que nadie combata el fuego a menos que se encuentre entrenado o forme parte de una brigada contra incendio.

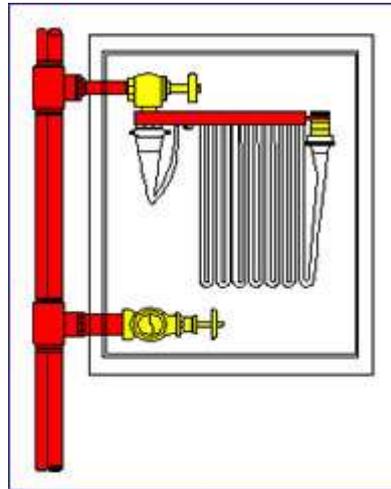
Este Sistema consta de una manguera de 1 ½" de diámetro de 30 metros de largo, con la cual se puede lograr un primer combate al fuego.



**FIGURA 3.5 BOCATOMA TIPO 2**

- **Tipo 3.-** Son una combinación de los dos anteriores, ya que en su interior consta de 2 tomas fijas de agua, es decir, tienen una toma de 1 ½" conectada a una manguera de 1 ½" de diámetro de 30 metros de largo y otra toma fija de 2 ½" de diámetro con la cual se podrán conectar el Cuerpo de Bomberos con sus mangueras. Este tipo de Bocatoma deberá ser capaz de proporcionar un caudal de 250 GPM a una presión mínima de 60 Psi y

son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riego Tipo Ordinario y Extra.



**FIGURA 3.6 BOCATOMA TIPO 3**

Los componentes de una Bocatoma de Incendios equipada son:

- 1) Cajetín metálico con puerta de vidrio colapsable.
- 2) Válvula de Bronce del tipo angular (1 ½" y/o 2 ½")
- 3) Manguera de lona con chaqueta sencilla de 1 ½" de diámetro con acoples, longitud = 30 metros
- 4) Soporte de manguera
- 5) Pitón
- 6) Extintor PQS 10 lbs
- 7) Hacha

Las Bocatomas de Incendio por lo general constan en su interior con una manguera de lona forrada con una longitud de 30 metros, por lo que se pueden ubicar las bocatomas de incendio no más de 60 metros lineales de separación. Aunque una manguera de 30 metros puede cubrir un radio de acción de 45 metros, por lo que el chorro de agua a una presión mínima de 60 Psi deberá cubrir 15 metros de longitud. Es recomendable instalar las bocatomas de incendio siempre en los accesos principales y/o salidas de escape, nunca se deberán encontrar obstruidos por ningún objeto que dificulte su operación o que los esté tapando a la vista.

Se verificarán cada tres meses a medida de mantenimiento lo siguiente:

- Accesibilidad y señalización de la totalidad de las bocatomas de incendios equipadas.
- Buen estado, mediante inspección visual de todos los elementos constitutivos, procediendo a desenrollar o desplegar la manguera en toda su extensión.
- Existencia de presión adecuada en la red, mediante lectura del manómetro.

Cada cinco años se efectuarán las siguientes operaciones de verificación, sobre la totalidad de las bocatomas de incendio equipadas:

- Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado, comprobando el correcto funcionamiento en las diversas posiciones de la boquilla, así como la efectividad del sistema de cierre. Adicional se comprobará la estanqueidad de la manguera a la presión de trabajo, así como de las juntas de los racores.
- Comparación de la indicación del manómetro con la de otro de referencia acoplado en el racor de conexión de la manguera.
- Cada cinco años la manguera deberá ser sometida a una presión de prueba de  $15 \text{ kg/cm}^2$  ( 1.47 kPa).

### **3.6.2. Siamesa**

En los instantes en que un fuego deja de ser tal para convertirse en un incendio, empiezan a funcionar y activarse automáticamente los dispositivos ubicados de manera estratégica para el control del siniestro, a su vez el Cuerpo de Bomberos puede bombear agua hacia los sistemas de

combate contra el fuego mediante unas conexiones especiales para tales casos llamadas Siamesas.

El Cuerpo de Bomberos podrá conectarse desde su carro bomba hasta la conexión siamesa mediante mangueras, ya que la conexión siamesa tiene sus extremos roscados estandarizados con un diámetro de 2 ½" lo cual hace un fácil empalme entre la conexión y la copla de las mangueras.

Las conexiones para el Cuerpo de Bomberos deben ser de los tipos aprobados, ubicados en lugares de fácil y rápido acceso, a la vista del público y bien señalizados para una ágil y pronta actuación de los bomberos en caso de un siniestro.

Este tipo de conexiones son ubicadas en la fachada frontal del edificio, puesto que se espera que el Cuerpo de Bomberos llegue y se conecte de manera inmediata a la siamesa.

Cada siamesa debe estar provista de una válvula de retención (Válvula Cheque) pero no de compuerta, porque puede encontrarse cerrada en caso de un incendio lo que impediría el ingreso del agua.

Por lo general se provee una tubería de 4" de diámetro que sirva de conexión entre la toma siamesa y el resto del Sistema de Protección Contra Incendios.



**FIGURA 3.7 VÁLVULA SIAMESA**

### **3.6.3. Extintores**

Los extintores son aparatos portátiles que contienen un agente extinguidor que al ser accionado lo emana bajo presión permitiendo dirigirlo hacia el fuego. El extintor es el primer elemento que se usa en los primeros minutos de iniciación de un fuego. Son sumamente efectivos cuando se les sabe utilizar en la fase inicial de un incendio, su tiempo de descarga es solo de algunos segundos, por lo que si el fuego empieza a extenderse salga de inmediato del sitio.

### 3.6.3.1. Clasificación de Extintores

Existen diferentes tipos de extintores y su clasificación según la Norma NFPA 10 es la siguiente:

#### **Extintor de Incendio Operado por Cartuchos o Cilindro.**

Un extintor de incendio en el cuál el gas expelente está en un recipiente separado del tanque que contiene el agente extintor.

**Extintor de Incendios no Recargable.** Un extintor de incendios no recargable no puede ser sometido a mantenimiento completo, pruebas hidrostáticas y restaurarse a su capacidad plena de operación por las prácticas normales utilizadas por los distribuidores y negociantes de equipos de incendios.

**Extintores de Incendio Portátil.** Dispositivo portátil que contiene un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de eliminar o extinguir un fuego, que puede ir sobre ruedas.

**Extintor de incendios recargables.** El extintor recargable puede ser sometido a mantenimiento completo, incluyendo inspección interna del recipiente a presión, reemplazo de todas las partes, sellos defectuosos y prueba hidrostática.

**Extintores residenciales automáticos.**

- **Extintores residenciales automáticos.** Un elemento extintor fijo, dotado con medios automáticos de operación que es designado, probado, listado para uso en un tipo de riesgo específico tal como se especifica en su etiqueta.
  
- **Extintores residenciales de uso general.** Un extintor que ha sido investigado, probado y listado específicamente para uso solamente en y alrededor de residencias (viviendas unifamiliares, bifamiliares y en estructuras para unidades habitacionales multifamiliares) con el propósito de extinguir incendios.

- **Extintores residenciales para propósito especial.** Un extintor de incendios designado, probado y listado para un tipo especial de riesgo como se especifique en su etiqueta.

**Extintores auto expelentes.** Un elemento portátil en el cuál el agente tiene suficiente presión de vapor a temperaturas normales de operación para expulsarse.

**Extintor presurizado.** Un extintor en el cuál, tanto el agente extintor como el gas expelente están contenidos en el mismo recipiente y que incluye un manómetro indicador de la presión.

**Extintores de neblina de agua.** Un extintor portátil que contiene agua destilada y emplea una boquilla que descarga el agente en una aspersion fina.

**Extintor de incendios tipo de agua.** El extintor de incendios de agua contiene agentes a base de agua, tales como agua, espuma, AFFF (Aqueous Film Forming Foam), FFFP (Film Forming Fluoro-Protein), anticongelante y chorro cargado.

**Extintor sobre Ruedas.** Un extintor de incendio portable equipado con un armazón de soporte y ruedas para ser transportado por una persona hasta el fuego.

#### **3.6.3.2. Aplicación en Sistemas Contra Incendio**

Los extintores a base de agua generalmente se los usa para la protección de edificios comunes, es decir hoteles, apartamentos, etc.; sin embargo no solo extintores de esta clase se deben de colocar en edificaciones de este tipo. Por ejemplo en la mayoría de los hoteles que tienen sus restaurantes los elementos combustibles principales son la madera, papel, los tejidos y principalmente las grasas por lo que se deberá de contar con extintores de polvo químico seco. En los edificios de los hospitales por ejemplo se puede disponer de los extintores a base de agua por los pasillos y zonas de rápido tránsito, pero en las zonas de los laboratorios, cocinas o sala de grupos electrógenos deben de emplearse los extintores de dióxido de carbono.

En el cuadro siguiente se muestra la aplicación de cada uno de los tipos de extintores en función de las clases de fuego:

**TABLA 16**  
**TIPOS DE EXTINTORES QUE SE DEBEN USAR**  
**SEGÚN LA CLASE DE FUEGO**

	A Agua	AB Espuma	ABC Polvo Químico	BC Dióxido de Carbono	ABC Halón
Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI
Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI
Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI
Metales	NO	NO	NO	NO	NO
Grasas	NO	NO	NO	NO	NO

### 3.7. Rociadores Automáticos

Los rociadores automáticos son dispositivos termosensibles diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas produciendo en forma automática la liberación de un chorro de agua que se distribuye en formas y cantidades específicas sobre áreas designadas; los rociadores automáticos distribuyen agua automáticamente agua sobre un fuego para extinguirlo totalmente o para impedir su propagación en caso de que su foco inicial estuviera fuera de su alcance o si el fuego fuese de un tipo que no se puede extinguir por medio del agua que se descarga por los rociadores.

El agua llega a los rociadores desde los equipos de bombeo a través de un sistema de tuberías, los rociadores están distribuidos a intervalos regulares sobre las áreas que se desean proteger.

Este tipo de protección contra incendios se lo comenzó a desarrollar a finales del siglo XIX, pero el desarrollo de los mismos ha aumentado su eficacia gracias a las experiencias adquiridas y a ensayos de laboratorio.

Los sistemas de los rociadores automáticos son uno de los medios descubiertos más fiables para el combate del fuego en caso de un incendio desde su aparición hace más de 100 años que se lleva utilizando.

Los principales objetivos de usar rociadores automáticos son:

- Detectan el fuego, puesto que se accionan debido al aumento de temperatura del ambiente característico de un incendio.
- Control, el agua entra a apagar inmediatamente cuando se produce el fuego en forma automática.
- Están presentes en todos los lugares de la edificación, están colocados en lugares donde no siempre puede haber personas, por razones de difícil acceso o por seguridad.
- El daño producido por el agua es mínimo, por la forma en que operan los rociadores el agua es distribuida solo sobre el área

donde se encuentra el fuego, evitando el daño de materiales por el uso del agua en lugares innecesarios.

De acuerdo a la National Fire Protection Association (NFPA) “Los rociadores automáticos son el medio más efectivo para controlar incendios en las edificaciones”. La combinación del mejor agente extintor (el agua) y el mejor sistema de distribución y acción disponible es el motivo por el cual el sistema de rociadores debe ser tomado muy en cuenta, planificados y diseñados desde otro punto de vista, con referencia específica a las necesidades totales de protección para la vida humana, los edificios o su contenido.

Es importante acotar que en la mayoría de incendios que se tienen registros, el número de rociadores automáticos funcionando simultáneamente ha sido un máximo de 8.

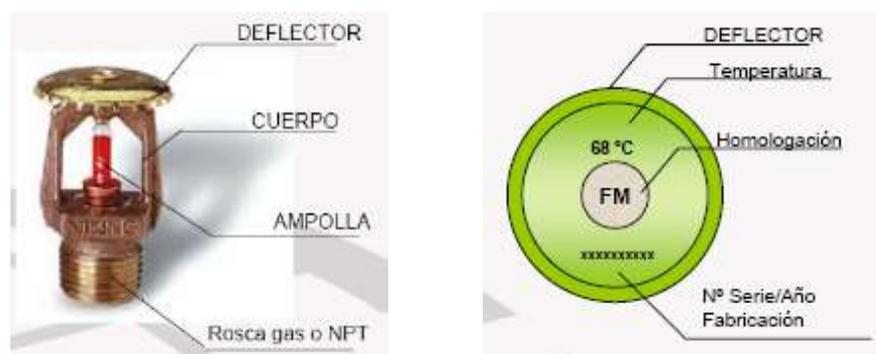
Es posible que para algunos casos especiales se disponga de un número mayor de rociadores automáticos funcionando simultáneamente ya que se desea tener un margen mayor de seguridad, por ejemplo en un Aeropuerto Internacional que es una obra de máxima seguridad se consideran como máximo un número de 12 rociadores automáticos funcionando simultáneamente para realizar los cálculos hidráulicos.

Se han conocido tres tipos de rociadores automáticos, clasificados así por el tipo de dispositivo para impedir el paso del agua:

- Rociadores de enlace fusible
- Rociadores de Ampolla
- Rociadores de Discos Bimetálicos

El comúnmente usado en la actualidad es el rociador de ampolla el cual tiene un mecanismo bien sencillo que consiste en un bulbo que contiene cierto líquido, pero el bulbo de vidrio no está totalmente lleno del líquido, dentro queda una burbuja la cual se comprime al expandirse el líquido a causa del calor, y al desaparecer la burbuja la presión interior aumenta rápidamente hasta que el bulbo de vidrio se rompe y permite el paso del agua.

Generalmente y dependiendo del diseño del rociador, estos traen a su vez un deflector en su parte superior, el cual está encargado de distribuir el agua en toda el área calculada para su uso.



**FIGURA 3.8 PARTES DE UN ROCIADOR AUTOMÁTICO**

De acuerdo a la posición en la cual se va a ubicar al rociador automático para que distribuya el agua en el área predeterminada, se los puede clasificar en tres grandes grupos:

- Rociadores Tipo Pendent
- Rociadores Tipo Upright
- Rociadores Tipo Horizontal

#### **Clasificación de los Rociadores Automáticos por sus usos:**

- Rociadores Básicos



**FIGURA 3.9 ROCIADORES BÁSICOS**

- Rociadores Almacenamiento



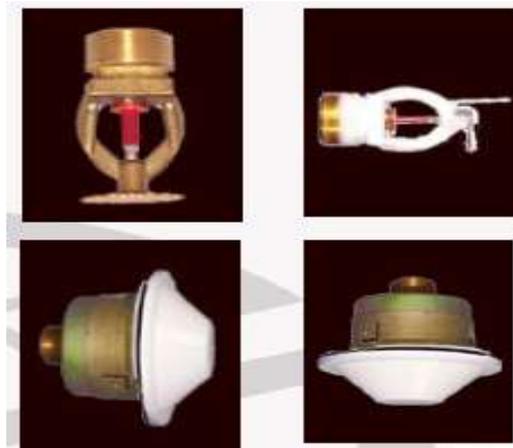
**FIGURA 3.10 ROCIADORES ALMACENAMIENTO**

➤ Rociadores Decorativos



**FIGURA 3.11 ROCIADORES BÁSICOS**

➤ Rociadores de Cobertura Extendida



**FIGURA 3.12 ROCIADORES COBERTURA EXTENDIDA**

➤ Rociadores Institucionales



**FIGURA 3.13 ROCIADORES INSTITUCIONALES**

➤ Rociadores Secos



**FIGURA 3.14 ROCIADORES SECOS**

### 3.7.1. Requerimientos Hidráulicos

Cuando se habla de requerimientos básicos para un Sistema de Protección Contra Incendios por medio de Rociadores

Automáticos, se entiende como las especificaciones mínimas recomendadas para su diseño e instalación.

Principalmente, y porque su importancia así lo amerita, se tiene recomendaciones bien fundamentadas para la elección del tipo de rociador automático a utilizar, el área de cobertura para cada rociador, las temperaturas de activación de los Rociadores, la presión mínima de trabajo por rociador, los espaciamientos entre rociadores, la posición de rociador con respecto a una pared, la posición del rociador con respecto al techo o tumbado, puesto que debe cumplir con los mínimos requerimientos un sistema de protección para que funcione correctamente.

La **presión mínima** a la cual un rociador automático puede funcionar y obtener una adecuada distribución de agua dentro de toda su área de cobertura es de 7 Psi ( $0.5 \text{ kg/cm}^2$ )

La máxima presión de operación de un rociador normal; excepto cuando se trata de rociadores automáticos de altas presiones, es de 175 Psi.

El **factor c** conocido como de descarga de los rociadores automáticos, para un orificio de rociador de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, está estipulado con un valor de **c=0.75**.

Para el cálculo del **caudal que pasa por un rociador** se parte de la fórmula usada para el cálculo de caudal que pasa por orificios y tubos cortos:

$$Q = 29.83cd^2\sqrt{P} \text{ (3.7.1.a)}$$

Se tiene un valor constante para los rociadores automáticos con orificio de ½” de 5.6 al que se lo conoce como el **factor K** de los rociadores automáticos.

Por lo que la fórmula para el cálculo del caudal que pasa por un rociador automático va a depender de su factor K y de la presión que necesitemos para que trabaje con normalidad en caso de un incendio

$$Q = K\sqrt{P} \text{ (3.7.1.b)}$$

Por lo que el caudal que pasará por un sprinkler será de 14.82 GPM, que será el caudal mínimo para un rociador automático

### **3.7.2. Requerimientos para su Instalación**

Se puede proteger una cierta área con uno o varios Sistemas de Rociadores Automáticos dependiendo del Tipo de Riesgo

según la actividad que genera dicha edificación. La **máxima área que un sistema** debe cubrir se indica a continuación:

**TABLA 17**  
**MÁXIMA ÁREA DE COBERTURA DE UN SISTEMA DE**  
**ACUERDO AL TIPO DE RIESGO**

Tipo de Riesgo	Máxima Área de Cobertura
Riesgo Leve	52.000 pies <sup>2</sup> (4.831 m <sup>2</sup> )
Riesgo Ordinario	52.000 pies <sup>2</sup> (4.831 m <sup>2</sup> )
Riesgo Extra	
➤ Sistema Tabulado	25.000 pies <sup>2</sup> (2.323 m <sup>2</sup> )
➤ Sistema Hidráulicamente Calculado	40.000 pies <sup>2</sup> (3.716 m <sup>2</sup> )

Estos datos de máxima área de cobertura son usados para casi todas las edificaciones ya sea cualquiera la actividad que se realice y sin importar a que parte de la edificación se está refiriendo.

Según sea el riesgo de la edificación por su actividad, se pueden tener rociadores automáticos del mismo tipo pero con diferentes propiedades físicas, y por lo tanto con diferentes **temperaturas de accionamiento** del rociador.

Por lo general, la temperatura de activación de los rociadores automáticos depende de la temperatura máxima que se va a tener en los techos o tumbados.

**TABLA 18**  
**RANGOS DE TEMPERATURA, CLASIFICACIÓN DE**  
**TEMPERATURA Y CÓDIGO DE COLOR**

Fuente: NFPA Norma 13 TABLA 6-4.4.5

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

Uno de los principales puntos a tomar en consideración al momento de diseñar e instalar los sistemas de rociadores automáticos es su ubicación y distribución en el área que van a servir.

El **área de cobertura de un rociador automático** para un sistema de Protección Contra Incendios, está definida por dos longitudes:

- La longitud medida perpendicularmente entre rociadores, o entre la mitad de la longitud entre dos rociadores y la pared u obstrucción que se encuentre en caso de que sea el último rociador el que se está determinando su área de cobertura; como sugerencia se puede escoger entre la distancia más larga ya sea la distancia entre la pared o la distancia entre el próximo rociador.

- La longitud medida perpendicularmente entre la siguiente línea de rociadores o la pared u obstrucción que se encuentre del otro lado en caso de que sea la última línea de rociadores instalada; asimismo se escogerá la longitud mayor para determinar su área de cobertura.

Una vez conocida y establecida cual es la mayor de las distancias en los dos sentidos del plano, se multiplican sus longitudes y se tiene el área de cobertura por rociador.

Las áreas de cobertura por rociador se verán afectadas también por el tipo de riesgo según la actividad que se disponga en su interior, pero generalmente se aprueban las siguientes áreas de cobertura por rociador para los diferentes tipos de riesgos:

**TABLA 19**  
**ÁREA DE COBERTURA POR ROCIADOR DE ACUERDO**  
**AL TIPO DE RIESGO**

<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Área de Protección</b>
Riesgo Ligero	21 m <sup>2</sup>
Riesgo Ordinario	12 m <sup>2</sup>
Riesgo Extra	9 m <sup>2</sup>

Como regla general se determina que el área máxima a proteger con un rociador automático sea cualquiera su clasificación por el riesgo no deberá de exceder los 21 m<sup>2</sup>.

La **máxima distancia** permitida entre rociadores según la clasificación por el riesgo de la actividad y por el tipo de construcción está dada por la siguiente tabla:

**TABLA 20**  
**MÁXIMA DISTANCIA ENTRE ROCIADORES DE**  
**ACUERDO AL TIPO DE RIESGO**

<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Área de Protección</b>
Riesgo Ligero	4.6 m
Riesgo Ordinario	4.0 m
Riesgo Extra	3.7 m

Como regla general se determina que la distancia máxima de separación entre rociadores automáticos no deberá exceder los 4.6 metros de longitud sea cualquiera su clasificación por el riesgo o para cualquier tipo de edificación.

La **mínima distancia** permitida entre rociadores automáticos cualquiera sea la clasificación por el riesgo de la actividad o por el tipo de construcción que se está diseñando no deberá ser menor de 2 metros de separación. Esta distancia mínima se debe a que en caso de que se produzca la ignición de un

fuego sólo en un determinado punto, se activará por efectos de transmisión de calor un solo rociador, este a su vez debido al diseño de distribución de agua del rociador, emitirá agua de tal manera que se formará una especie de hongo con el agua que sale del dispositivo del rociador y al estar muy cerca podría el agua emitida por el primer rociador activado mojar el bulbo del rociador más cercano y enfriarlo, por lo que no podría entrar en funcionamiento ya que la temperatura en el bulbo disminuiría y no reventaría su dispositivo de activación.

### **3.7.3. Métodos de cálculo para su Instalación**

Existen varios métodos para el cálculo de los caudales necesarios en un Sistema de Rociadores Automáticos pero el más confiable y más usado es aquel que involucra los cálculos hidráulicos pues en este método se tiene muy en cuenta todos los aspectos como presión y caudal.

#### **3.7.3.1. Método Hidráulico**

Este método se basa en cálculos hidráulicos, lo que lo hace muy confiable. Para partir con el cálculo

hidráulico se debe tener en cuenta consideraciones de diseño ya previamente establecidas como:

- Tipo de Edificación.
- Actividad a realizar por dicha edificación.
- Clase de ocupación por cada área de trabajo.
- Tipo de Sistema de Rociadores Automáticos a utilizar.
- Marca, tipo, modelo y factor K del tipo de Rociador Automático a usar en cada área.
- Temperatura de activación del Rociador Automático.
- Área total protegida por el Sistema de Rociadores Automáticos.
- Área máxima de protección por Rociador Automático.
- Máximo número de Rociadores funcionando simultáneamente.
- Características físicas y restricciones de las ubicaciones de los Rociadores Automáticos.

Se parte de la premisa de que el caudal que pasa por un rociador está determinado por la fórmula 3.7.1.b citada anteriormente en este capítulo:

$$Q = K\sqrt{P}$$

Por lo que se tiene que disponer la presión requerida en el rociador que deseamos.

Entonces se tiene el caudal de un Rociador Automático, el cual si es multiplicado por el número de Rociadores Automáticos que se considera que van a funcionar simultáneamente se tendrá el valor del caudal por rociadores. Una vez que se dispone de ese caudal se procede a calcular el diámetro de la tubería necesaria para abastecer el caudal de un rociador, dos, tres, y así sucesivamente hasta llegar al número de Rociadores Automáticos previamente establecido que funcionarán simultáneamente.

La fórmula utilizada para el cálculo del diámetro es:

$$\phi = \sqrt{\frac{354Q}{v}} \quad (3.7.3.1.a)$$

Donde:

$\phi$  = diámetro en milímetros

$Q$  = caudal en m<sup>3</sup>/hora

$v$  = velocidad del flujo en m/seg

Mediante esta fórmula se determina con bastante exactitud el diámetro de la tubería que llegará a abastecer de agua a un determinado número de Rociadores Automáticos.

Es importante mencionar que siempre se deberá de redondear al diámetro inmediatamente mayor para lograr siempre una mejor conducción hidráulica; siempre y cuando el diámetro escogido sea también comercial.

Una vez calculado el diámetro que se va a utilizar para abastecer cierto número de rociadores, se procede a tomar la geometría del diseño y a colocar los diámetros previamente calculados, nunca se deberá exceder en más de una medida al diámetro calculado para todo el número de Rociadores Automáticos funcionando para las líneas consideradas como matrices o líneas de abastecimiento.

### **3.7.3.2. Diseño por medio de Tablas**

Este diseño al que se ha denominado diseño por tablas es el mismo diseño basado en cálculos

hidráulicos pero que ya se ha calculado con anterioridad y se lo ha tabulado para algunas de las características de los Rociadores Automáticos.

Para un factor k del rociador y considerando las actividades a realizar dentro de la edificación, nos podemos ajustar a las siguientes tablas:

**TABLA 21**

**TABULACIÓN DE TUBERÍAS PARA RIESGO LEVE**  
Fuente: NFPA Norma 13 TABLA 6-5.2.2

<b>Acero</b>		<b>Cobre</b>	
1"	2 rociadores	1"	2 rociadores
1 ¼"	3 rociadores	1 ¼"	3 rociadores
1 ½"	5 rociadores	1 ½"	5 rociadores
2"	10 rociadores	2"	12 rociadores
2 ½"	30 rociadores	2 ½"	40 rociadores
3"	60 rociadores	3"	65 rociadores
3 ½"	100 rociadores	3 ½"	115 rociadores
4"	Ver sección 4-2	4"	Ver sección 4-2

**TABLA 22**  
**TABULACIÓN DE TUBERÍAS PARA RIESGO**  
**ORDINARIO**

Fuente: NFPA Norma 13 TABLA 6-5.2.2(A)

<b>Acero</b>		<b>Cobre</b>	
1"	2 rociadores	1"	2 rociadores
1 ¼"	3 rociadores	1 ¼"	3 rociadores
1 ½"	5 rociadores	1 ½"	5 rociadores
2"	10 rociadores	2"	12 rociadores
2 ½"	20 rociadores	2 ½"	25 rociadores
3"	40 rociadores	3"	45 rociadores
3 ½"	65 rociadores	3 ½"	75 rociadores
4"	100 rociadores	4"	115 rociadores
5"	160 rociadores	5"	180 rociadores
6"	275 rociadores	6"	300 rociadores
8"	Ver sección 4-2	8"	Ver sección 4-2

El cálculo por tablas para un Riesgo Extra y para un sistema de inundación total debe ser calculado mediante cálculos hidráulicos por lo que el riesgo implica algunos factores que inciden directamente en el cálculo de los diámetros de las tuberías.

# CAPÍTULO 4

## **4. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE BOMBAS CONTRA INCENDIO.**

Dentro de un Sistema contra Incendios es de vital importancia conocer y escoger el equipo de bombeo apropiado.

La norma (NFPA 20) establece requisitos para el diseño y la instalación de estas bombas que pueden ser de una o más etapas, de eje horizontal o vertical, además de los motores y equipos asociados.

El propósito de esta norma es proveer un grado razonable de protección contra el fuego, para la vida y propiedades a través de requerimientos de instalación de bombas centrifugas contra incendio basados en principios de ingeniería, información de prueba y experiencia en campo.

#### **4.1. Cálculos y Aplicación de Parámetros para la Selección de Bombas Contra Incendio**

El uso de las bombas contra incendio ha evolucionado con el tiempo y por necesidad de modernos sistemas de protección como los rociadores automáticos, que exigen mayor suministro de agua. Es así que en el presente las bombas de incendio normal son centrífuga.

Su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y características hidráulicas; así como la variedad de formas de accionamiento (motores eléctricos, turbinas de vapor y motores de combustión interna), han dejado postergada a otros tipos de bombas que existían antes. Las características destacables de las bombas centrífugas, verticales u horizontales son:

- Elemento giratorio: formado por un eje y uno o varios rodetes.
- Elemento estacionario (carcasa)
- Elementos de cierre
- Aumenta la energía del fluido por la acción de la fuerza centrífuga.
- Se adapta a trabajos a velocidades altas.
- El líquido sale perpendicular al eje de rotación del álabe o rodete.
- En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie.

- En las bombas de baja presión, el difusor es un canal en espiral.
- En el caso de flujos bajos y altas presiones, la acción del rotor es en gran medida radial.
- En flujos más elevados y presiones de salida menores, la dirección de flujo en el interior de la bomba es más paralela al eje del rotor.
- Flujo mixto es cuando la transición de un tipo de condiciones a otro es gradual, y cuando las condiciones son intermedias.
- Las bombas centrífugas, al contrario que las de desplazamiento positivo, no son auto aspirantes y requieren de cebado previo al funcionamiento.
- Generalmente se considera como tamaño de una bomba centrífuga horizontal al diámetro del orificio de descarga, a veces se indica el tamaño por los diámetros de las bridas de las tuberías tanto de salida como de aspiración.
- El tamaño de las bombas verticales de turbinas es el diámetro de la columna de la bomba.
- Además se tiene que considerar potencia efectiva frente a descarga (potencia en caballos de vapor frente a galones por minuto).
- Rendimiento frente a descarga (potencia útil/potencia empleada frente a galones por minuto).

- Además en la selección de bombas existen otros parámetros como velocidad específica que es el índice para el tipo de bomba, el NPSH ó presión de aspiración positiva neta.

#### 4.1.1. Caudal

El caudal de un líquido a través de un orificio puede expresarse en función de la velocidad y de la superficie de la sección transversal de la corriente, siendo la relación básica.

$$Q = av \quad (4.1.1.a)$$

Si se conoce que:  $v = \sqrt{2gh}$

$$Q = a\sqrt{2gh}$$

Para d en pulgada y Q en galones/minuto

$$Q = 60 \times 7.48 \times \frac{\pi d^2}{4 \times 144} \sqrt{64.4h} \quad (4.1.1.b)$$

Además si  $h=2.31$  pies, el caudal Q en galones/minuto será:

$$Q = (448.8) (0.000546d^2) (12.2) \sqrt{P_V}$$

$$Q = 29.83d^2 \sqrt{P_V} \quad (4.1.1.c)$$

En unidades métricas  $d$  en cm,  $P_v$  en Kg. /cm, de donde  $Q$  en Litro/min, será:

$$Q = 66d^2 \sqrt{P_v} \quad (4.1.1.d)$$

Si por medio de experimentos de laboratorio se ha demostrado que el: coeficiente de velocidad normalizado ( $C_v$ ) es 0.98 y ( $C_v$ ) para un tubo cilíndrico corto es igual a 0.82.

Un tubo acoplado a un orificio de su mismo diámetro y con longitud de  $2\frac{1}{2}$  veces al  $\emptyset$  del tubo, se llama tubo corto normalizado.

Para algunas bocas de salida diseñadas de modo que la superficie real de la sección transversal del chorro sea menor que la superficie del orificio, a esta diferencia es lo que se llama **coeficientes de contracción  $C_c$** , por lo tanto este varía de acuerdo al diseño y la calidad del orificio o boquilla.

En orificios con aristas vivas, el valor  $C_c$  es aprox. 0.62

En la práctica  $C_v$  y  $C_c$  pueden cambiarse en un solo coeficiente de descarga ( $C_d$ ).

$$C_d = C_v C_c$$

$$Q = 29.83C_d d^2 \sqrt{P_V} \text{ Glns /min. (4.1.1.e).}$$

$$Q = 66C_d d^2 \sqrt{P_V} \text{ Litros/min. (4.1.1.f)}$$

Para caudal teórico  $C_d=1$

#### 4.1.2. Cabezal o Presión Total

En cualquier punto de un sistema de tubería que contenga agua en movimiento existe una altura piezométrica  $h_p$  (presión normal), que actúa perpendicular a las paredes del tubo, independientemente de la velocidad y una altura de velocidad  $h_v$  (presión debida a la velocidad) que actúa paralelamente a la pared del tubo pero que no ejerce ninguna presión contra la misma.

De allí que el cabezal o presión total H es:

$$H = h_p + h_v$$

$$H = 0.433h_p + 0.433 \frac{V^2}{2g} \text{ (Lbs. /in}^2\text{)}$$

$$H = 0.1h_p + 0.1 \frac{V^2}{2g} \text{ (Kg /cm}^2\text{)}$$

Para una bomba la presión total o cabezal es la energía transmitida al líquido al pasar por la misma.

$$H = h_d + h_{vd} - h_s - h_{vs} \quad (4.1.2.a)$$

#### 4.1.3. Velocidad Especifica ( $N_s$ )

La velocidad específica de una bomba centrífuga es igual al número de revoluciones por minuto de un rodete geoméricamente semejante, que descarga un galón por minuto ( $1m^3/seg$ ) con una altura total de un pies (1m).

La formula de la velocidad específica de una bomba centrífuga es:

$$N_s = \frac{rpm \times gpm^{1/2}}{H^{1/4}} \quad (4.1.3.a)$$

La velocidad específica ( $N_s$ ) es un índice para el tipo de bomba. La experiencia demuestra que la velocidad específica es una guía útil para determinar la altura máxima de aspiración a la presión mínima de aspiración.

Los rodetes para altas presiones normalmente tienen velocidades específicas bajas, mientras que las de bajas presiones tienen velocidades específicas altas.

Cuando la altura de aspiración excede 15 pies (4.6m), pudiera ser necesario disponer de una bomba mayor pero de menor velocidad.

Cuando la altura de aspiración es baja existe presión positiva de aspiración, puede emplearse una bomba más pequeña pero de mayor velocidad.

#### **4.1.4. Presión de Aspiración Positiva Neta (NPSH)**

Es la presión que hace que el líquido fluya a través de la tubería de aspiración hacia el oído del rodete de la bomba.

La bomba por sí mismo no es capaz de elevar el agua y por ello la presión de aspiración depende de la naturaleza del abastecimiento.

Si la bomba toma agua de un nivel más bajo de su posición, la presión de aspiración es la atmosférica menos la altura de elevación de la bomba.

Si el nivel del agua estuviera por encima de la bomba, la presión de aspiración es la atmosférica más la presión estática.

La lectura de la presión en la brida de entrada a una bomba con elevación, son negativas respecto al manómetro, pero

positivas cuando se refieren a la presión absoluta; de aquí resulta la expresión presión de aspiración positiva neta NPSH, (la presión absoluta es la del manómetro más la barométrica).

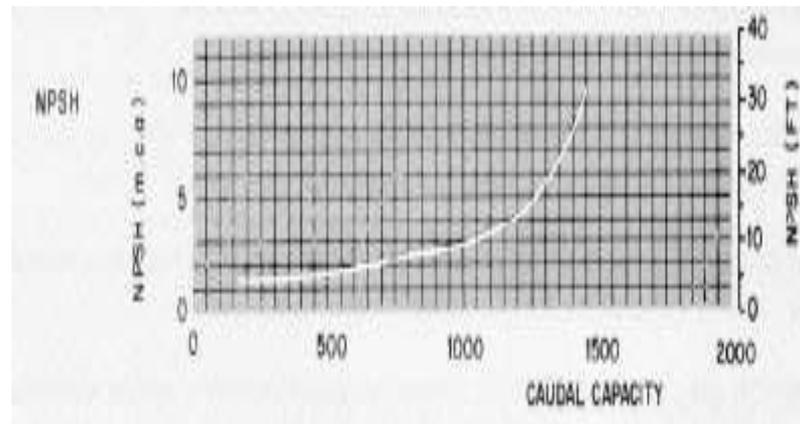
Cuando el agua está encima de la bomba:

$$\text{NPSH} = \text{Presión atmosférica, en pies (m)} + \text{presión estática de aspiración en pies (m)} - \text{pérdidas de fricción en tuberías y accesorios, en pies (m)} - \text{presión de vapor del líquido en pies (m)}.$$

Cuando el nivel del agua está por debajo de la bomba:

$$\text{NPSH} = \text{Presión atmosférica en pies (m)} - \text{altura estática en pies (m)} - \text{pérdidas de fricción en tuberías y accesorios, en pies (m)} - \text{presión de vapor del líquido, en pies (m)}.$$

Los fabricantes de bombas suministran con sus productos las curvas de NPSH frente a galones por minuto; ver Fig. (4.1)



**FIGURA 4.1 CURVA DE PRESIÓN DE ASPIRACIÓN POSITIVA NETA (NPSH)**

En cualquier instalación de bombeo, el NPSH disponible en el sistema debe ser igual o mayor al NPSH de la bomba a las condiciones de funcionamiento deseadas.

Si el NPSH fuese mayor al NPSH del sistema, debe de modificarse el dispositivo de aspiración o disponer de una bomba de características más adaptadas a esas condiciones.

La Norma NFPA 20 recomienda que la altura total de aspiración (pérdidas por fricción y accesorios, más la altura estática) no debe exceder de 15 pies (4.6m) al nivel del mar, esta cifra debe reducirse en un pie por cada mil pies de altitud en el punto de instalación de la bomba (1m por cada 1000m de altitud).

#### 4.1.5. Cavitación

La cavitación o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli (Principio de Bernoulli). Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implotan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

La implosión causa ondas de presión que viajan en el líquido. Estas pueden disiparse en la corriente del líquido o pueden chocar con una superficie. Si la zona donde chocan las ondas de presión es la misma, el material tiende a debilitarse metalúrgicamente y se inicia una erosión que, además de dañar la superficie, provoca que ésta se convierta en una zona de mayor pérdida de presión y por ende de mayor foco de

formación de burbujas de vapor. Si las burbujas de vapor se encuentran cerca o en contacto con una pared sólida cuando implosionan, las fuerzas ejercidas por el líquido al aplastar la cavidad dejada por el vapor dan lugar a presiones localizadas muy altas, ocasionando picaduras sobre la superficie sólida.

El fenómeno generalmente va acompañado de ruido y vibraciones, dando la impresión de que se tratara de grava que golpea en las diferentes partes de la máquina.

Se puede presentar también cavitación en otros procesos como, por ejemplo, en hélices de barcos y aviones, bombas y tejidos vascularizados de algunas plantas.

Se suele llamar corrosión por cavitación al fenómeno por el que la cavitación arranca la capa de óxido (resultado de la pasivación) que cubre el metal y lo protege, de tal forma que entre esta zona (ánodo) y la que permanece pasivada (cubierta por óxido) se forma un par galvánico en el que el ánodo (el que se corroe) que es la zona que ha perdido su capa de óxido y la que lo mantiene (cátodo).

#### 4.1.6. Leyes de Afinidad

Las relaciones matemáticas como presión o altura, caudal, potencia efectiva y diámetro del rodete se llaman “Leyes de afinidad”

1) Ley # 1 “Diámetro de rodete constante con variación de velocidad”

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} \quad \frac{H_{P1}}{H_{P2}} = \frac{N_1^3}{N_2^3}$$

2) Ley # 2 “Velocidad constante con variación en el diámetro del rodete”

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \quad \frac{H_{P1}}{H_{P2}} = \frac{D_1^3}{D_2^3}$$

Deben aplicarse las leyes de afinidad cuando se pretenda cambios en las instalaciones de una bomba de incendios que aumentarían la velocidad o incrementarían sustancialmente la presión del líquido aspirado.

La mayor velocidad aumentaría la demanda de potencia y podría generar excesiva presión de descarga.

Cuando se trate de bombas que trabajen con altura de aspiración, los cambios posibles deben estudiarse cuidadosamente, ya que una velocidad mayor en la tubería de aspiración podría causar cavitaciones y alterar fundamentalmente la curva característica.

#### **4.1.7. Capacidad, Presión Nominal y Potencia de las Bombas Contra Incendio**

- La capacidad y presión nominal de las bombas contra incendios deben ser las adecuadas para satisfacer las demandas de caudal y presión correspondientes a la instalación en que se usaran.
- Las bombas contra incendio deben calcularse para ofrecer su capacidad nominal, incluyendo un factor de seguridad (150% de la capacidad nominal a por lo menos 65% de la de la presión nominal) para proporcionar cierta protección en caso de que se presente una demanda superior a la prevista durante un incendio.

Antes de acoplar a la bomba un motor o medio impulsor, es necesario conocer la demanda máxima de potencia efectiva de la bomba a su velocidad nominal.

Esto puede, determinarse directamente a partir de la curva de potencia suministrada por el fabricante de la bomba “las bombas de incendio típicas alcanzan su máxima potencia efectiva entre 140% y 70% de su capacidad nominal.

La potencia se calcula de no haber curvas, por medio de la siguiente fórmula:

$$H_p = \frac{5.83QP}{10000E} \quad (4.1.7.a)$$

$$H_p = \frac{QP}{1710E} \quad (4.1.7.b)$$

E= Potencia Útil / Potencia Empleada

El rendimiento a la máxima potencia efectiva es del 60% al 75%.

En unidades métricas:

$$H_p = \frac{QP}{27E} \quad (4.1.7.c)$$

## 4.2. Selección de Bombas y Fuerzas Motriz

Las bombas centrifugas contra incendio deberán ser certificadas para el servicio de protección contra incendio.

Las curvas de las pruebas certificadas del taller del proveedor que muestran la capacidad de carga y potencia al freno de la bomba,

deberán ser proporcionada por el fabricante al comprador, que a su vez deberá proporcionar esta información a las autoridades competentes (Cuerpo de Bomberos).

La unidad que consta de una bomba, motor y un controlador deberá funcionar de acuerdo a la Norma NFPA 20 como una sola unidad completa cuando se instale; la unidad completa deberá ser probada en sitio en cuanto a su funcionamiento de acuerdo a esta norma.

#### **4.2.1. Selección de la Fuerza Motriz para Bombas Contra Incendio**

El motor debe estar dimensionado para tener la potencia suficiente para accionar la bomba y el tren del motor en todos los puntos del diseño.

El tipo de energía necesaria para accionar las bombas de incendios se escoge en base en su fiabilidad, adecuación, economía y seguridad.

La fiabilidad del suministro de energía eléctrica de la red pública puede juzgarse por medio de historial de interrupción del servicio, o mediante una revisión de las fuentes de abastecimiento y de la red de distribución del sistema.

Los motores de combustión interna tienen la ventaja de que no dependen de un suministro continuo exterior.

#### **4.2.1.1. Motores Eléctricos**

Los motores eléctricos para impulsar bombas de incendios no están específicamente aprobados o certificados. Pero se exige que estén fabricadas por empresas de confianza de acuerdo a la NEMA o CEMA.

El fabricante de la bomba o el contratista que hace la instalación son responsables de proporcionar un motor de capacidad suficiente de modo que no se exponga a sobrecargas que excedan del límite del factor de servicio a la potencia máxima efectiva y a la velocidad nominal.

La velocidad del motor sin carga a la temperatura de trabajo no debe exceder más de un 10% de la velocidad a plena carga y a la temperatura de trabajo.

Los motores de corriente alterna más comúnmente empleados son los de tipo inducción en jaula de ardilla, para estos la caída de tensión no debe ser tan grande que impida el arranque del motor, es decir no más del 10% por debajo de la tensión normal en el momento de la puesta en marcha.

Cuando el motor está funcionando a los valores nominales de capacidad, presión y velocidad de la bomba, la tensión de la red no debe caer más del 5% por debajo de la indicada en la placa de identificación del motor.

Este tipo de motor debe tener un par máximo de arranque normal.

Si los requerimientos de agua son mayores que los de una unidad de bombeo funcionando, las unidades deben arrancar con intervalos de 5 a 10 segundos. La falla de un motor guía no deberá impedir el encendido de las unidades de bombeo subsiguientes.

Todos los motores deben cumplir con NEMA MG-1

Motores y generadores deben estar marcados en cumplimiento con las normas del diseño NEMA B y deberán ser específicamente certificados para servicio de bomba contra incendio.

Todos los motores deben estar nominados para servicio continuo.

Los motores para bombas de tipo ejes de turbinas vertical deberán ser del tipo a prueba de goteo o de inducción jaula de ardilla.

Los motores utilizados a altitudes mayores a 3300 pies (1000m) deberán funcionar y disminuir su capacidad nominal de acuerdo a la norma MG.1 de NEMA.

Deberá suministrarse un diagrama de conexiones para terminales del motor, para motores de puntas múltiples por parte del fabricante.

Los motores para uso de bombas contra incendios se clasifican midiendo la potencia desarrollada en funcionamiento con todos sus complementos y descontando una pequeña cantidad de desgaste.

Otros motores para bombas de incendio se clasifican en base a su potencia útil, que se calcula dividiendo la potencia bruta del motor por 1.20. Aproximadamente el 20% de la potencia bruta del motor se destina al funcionamiento de los complementos, reserva de potencia, desgaste y tolerancias de acuerdo al fabricante.

Las curvas de pruebas del fabricante del motor se basan en presiones normales barométricas al nivel del mar y a 60°F (15.5°C). La potencia útil de un motor para bomba de incendios debe reducirse, por cada 1000 pies de altitud en un 5% para motores a gasolina y un 3% para motores a diesel.

Un 1% por cada 10°F por encima de los 60° F.

Un 18% por cada 10°C en exceso de 15°C.

#### **4.2.1.2. Motores a Diesel**

La selección de un equipo de bombeo contra incendio conducido por un motor de combustión interna a diesel para cada situación deberá estar

basada en una consideración cuidadosa de los siguientes factores:

- 1) Tipo de control de mayor confiabilidad.
- 2) Suministro de combustible.
- 3) Instalación eléctrica y mecánica.
- 4) Funcionamiento del encendido.
- 5) Funcionamiento del motor a diesel.

El motor diesel de ignición por compresión ha demostrado ser el más eficiente y confiable de los motores de combustión interna para conducir bombas contra incendios.

Los motores deberán ser aceptables para nominaciones de caballos de fuerzas certificadas por el laboratorio de pruebas para condiciones de Norma SAE.

Respecto a la conexión del motor a la bomba tipo horizontal por medio de un acoplamiento flexible o eje de conexión flexible deberá ser adherido directamente y certificado. Las bombas y motores, en tipo de bombas acopladas por separado deberán estar alineadas de acuerdo con las especificaciones

del fabricante de las bombas y la norma para bombas centrífugas, rotatorias y reciprocantes del Instituto de Hidráulica.

En el caso de bombas de tipo eje de turbina vertical los motores deberán conectarse a las bombas de turbina vertical por medio de un conductor de engranaje de ángulo recto con un eje de conexión flexible certificado que prevenga la tensión inadecuada ya sea para el motor o para el conductor de engranaje, en este caso el requerimiento de potencia de la bomba deberá ser aumentado para permitir la pérdida de potencia en el engranaje del conductor.

#### **4.2.2. Clases y Selección de Bombas Contra Incendio**

Las bombas contra incendios se emplean frecuentemente para complementar la aportación de los sistemas de conducción pública, depósitos de gravedad, depósitos a presión etc. No se recomienda su uso como único medio de suministrar agua a los sistemas privados de protección contra el fuego.

Después de haber pasado algunas innovaciones en los diferentes tipos de bombas contra incendio con el fin de mejorar su aplicación y garantizar su uso, se llegó a las bombas de incendio centrifugas que por su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y características hidráulicas, así como por la variedad de formas de accionamiento (motores eléctricos, motores de combustión interna y turbinas de vapor) están dominando el campo de aplicación por el momento.

#### **4.2.2.1. Clases de Bombas**

Existen bombas de incendios verticales y horizontales de tipo aprobado, con capacidades nominales de hasta 4000 galones por minuto ( $15\text{m}^3/\text{min}$ ). Las presiones nominales varían desde 40 a 200 lbs./pulg.<sup>2</sup> (2.8 a 14 Kgs/m<sup>2</sup>) en las horizontales y entre 75 a 280 lbs./pulg.<sup>2</sup> (5.3 a 19 Kgs/cm<sup>2</sup>) en las bombas de turbinas verticales.

Existen bombas especiales para el servicio de incendio con capacidades de 150, 200, 300 y 450

galones por minutos y con presiones entre 40 y 100 lbs./pulg.<sup>2</sup>

La capacidad de sobrecarga de estas bombas se reduce al 130%.

La Norma NFPA 20 es “Para instalación de Bombas de Incendio Centrifugas”

Los dos componentes principales de las bombas centrifugas son el disco llamado “impulsor o rodete” y la carcasa dentro de la que se guía. El principio del funcionamiento es la conversión de la energía cinética en energía de velocidad y de presión.

La energía del motor (eléctrico, combustión interna o de turbina de vapor) se trasmite directamente a la bomba por su eje haciendo rodar al rodete a gran velocidad.

Los pasos de conversión de energía varían según el tipo de bombas.

De flujo radial la presión se forma principalmente por la acción de la fuerza centrifuga. Normalmente el

líquido entra en el rodete por el centro y fluye Radialmente hacia la periferia.

De flujo mixto la presión se forma parcialmente por la fuerza centrífuga y parcialmente por la elevación de las paletas sobre el líquido. El caudal entra axialmente y se descarga en dirección axial y radial.

De flujo axial o propulsor la mayor parte de la presión se forma por la acción de impulsión o de elevación de las paletas sobre el líquido. El caudal entra axialmente y se descarga casi axialmente.

#### **4.2.2.1.1. Centrifugas de Eje Horizontal.**

La bomba centrifuga con difusor de caracol, de doble aspiración y de una sola etapa, de eje horizontal es el tipo más comúnmente empleada por el servicio de protección de incendios. En estas bombas el flujo de agua tras entrar por el orificio de aspiración y pasar por el interior de la carcasa o caja se divide y entra por ambos lados del rodete a través de una abertura llamada oído de la

bomba. La rotación del rodete conduce el agua por fuerza centrífuga desde el oído hacia el borde y a través del caracol hasta la descarga.



**FIGURA 4.2 BOMBA CENTRÍFUGA EJE  
HORIZONTAL**

La energía cinética adquirida por el agua en su paso a través del rodete se convierte en energía de presión por la reducción gradual de la velocidad en el interior del caracol.

Las bombas centrifugas de eje horizontal para control de incendios deben instalarse de forma que funcionen con presión de

aspiración positiva, especialmente con arranque automático o manual a distancia.

Se recomienda que las bombas de incendio tomen el agua de depósitos cubiertos no subterráneos de agua potable.

El volumen de abastecimiento para toma de aspiración debe ser suficiente para alimentar a la bomba en régimen de sobrecarga durante el tiempo estimado de demanda de agua.

Las bombas de incendio que trabajan con altura de aspiración deben estar provistas de dos cebadores fiables e independientes. Las bombas no deben proporcionar agua hasta que no se haya extraído todo el aire, y los rodetes, cajas y tuberías de aspiración estén llenos de agua. Las bombas centrífugas de eje horizontal son particularmente adecuadas para elevar la

presión de un suministro municipal o privado, desde un tanque de almacenamiento en donde exista carga estática positiva.

Un almacenamiento deberá ser suficiente para abastecer la demanda que se establezca por un periodo esperado y la carga disponible desde un suministro de agua deberá ser calculada con base en el flujo del 150% de la capacidad nominal. Esta carga deberá ser la indicada por una prueba de flujo.

La presión neta de cierre (caudal cero) de la bomba más la presión máxima de succión estática ajustada por elevación, no deberá superar la presión para la cual han sido nominados los componentes del sistema.

Se debe proveer flujo suficiente de agua para prevenir que la bomba se sobrecaliente cuando se opere sin descarga. La válvula de alivio de

circulación no deberá estar puesta junto a la caja de empaque o a los drenes de borde para goteo.

Resulta un diseño pobre el sobredimensionar la bomba contra incendio y su motor, después de contar con la válvula de alivio de presión para liberar la presión en exceso. Una válvula de alivio de presión no es método aceptable de reducción de presión del sistema bajo condiciones nominales de funcionamiento y no deberá ser utilizada como tal.

Una bomba contra incendio deberá ser seleccionada en el rango de funcionamiento desde el 90% hasta el 150% de su capacidad nominal.

El funcionamiento de la bomba cuando se aplique a capacidades por encima del 140% de la capacidad nominal puede verse severamente afectada por las condiciones de succión. No se recomienda

la aplicación de la bomba a capacidades menores al 90% de la capacidad nominal.

Con condición de succión apropiada, la bomba puede funcionar en cualquier punto en su curva característica desde el cierre hasta el 150% de su capacidad nominal.

El tamaño mínimo de la válvula de alivio automática es de  $\frac{3}{4}$ " (19 mm) para bombas con capacidad nominal que no sobrepasen los 2500gpm (9462 litros/min.) y 1" (25.4mm), para bombas con capacidad nominal de 3000 a 5000gpm (11355 a 18925 litros/min).

En donde la válvula de alivio haya sido conectada ante de la succión, deberá suministrarse una válvula de alivio.

#### **4.2.2.1.2. Tipo Turbinas de Eje Vertical**

Las bombas verticales de tipo turbinas se empleaban originalmente para elevar agua de pozos profundos. Como bombas de incendios, se recomiendan para aquellos casos en que las bombas horizontales trabajarían con altura de aspiración.

Una característica valiosa de las bombas verticales es su capacidad de trabajar sin necesidad de cebado. Las bombas verticales pueden emplearse para bombear agua de arroyos, lagunas y pozos, etc.

No se recomienda para el servicio de incendio, la aspiración de agua de pozos, aunque es aceptable cuando la adecuación y fiabilidad del pozo y toda la instalación está hecho en conformidad con la Norma NFPA 20



**FIGURA 4.3 BOMBA CENTRÍFUGA DE EJE VERTICAL**

Las bombas verticales de incendio típicas consisten esencialmente de un cabezal de motor con su engranaje de accionamiento en ángulo recto, un tubo vertical y un acoplamiento de descarga, un eje motor (que contiene los rodetes) y un filtro de aspiración.

Su operatividad es comparable a las bombas centrífugas horizontales de varias etapas, con excepción de la presión de cierre (a caudal cero), la curva característica es igual a la de las bombas horizontales.

Las bombas verticales tienen las mismas clasificaciones normalizadas de capacidad (caudal), que las horizontales.

Cambiando el número de etapas o el diámetro de los rodetes, el fabricante de la bomba puede ofrecer una presión total específica a una velocidad dada.

Las bombas verticales no deberán suministrar menos del 150% de la capacidad nominal a una carga no inferior a 65% de la carga total nominal. La carga total de cierre no deberá superar el 140% de la carga total nominal.

La carga de la bomba deberá ser del tipo por encima o debajo de la tierra. Deberá estar diseñada para soportar el motor, la bomba, la columna de ensamble, el empuje máximo hacia abajo y la tensión del tornillo del tubo de aceite o contenedor de empaque.

La columna de la bomba deberá instalarse por secciones que no sobrepasen una longitud nominal de 10 pies (3m), deberá conectarse por medio de acoplamiento de manga roscada o bridas. Los extremos de cada sección roscada de tubería deberán ponerse en paralelo y la construcción de los hilos debe ser tal que permita a los extremos embonar y formar una dirección precisa de la columna de la bomba. En caso de bridas estas deben estar maquinadas con exactitud a fin de tener éxito en el ensamble de la columna (paralelismo, ajuste con ranuras y apriete normalizado).

En donde el nivel estático de agua sobrepase los 50 pies (15m) debajo de la tierra, deberán utilizarse bombas lubricadas con aceite.

En caso de que la bomba sea del tipo eje en línea resguardada y lubricada con aceite, el tubo que reguarda el eje deberá

instalarse en secciones intercambiables de longitud no superior a los 10 pies (3m) de tubería extrafuerte .Deberá preverse un alimentador de aceite a la vista en un montaje apropiado con conexión al tubo del eje de la bomba lubricada con aceite.

La línea de eje de la bomba deberá dimensionarse de manera que la velocidad crítica deberá ir 25% por encima y por debajo de la velocidad de funcionamiento de la bomba.

La caja de la bomba deberá ser de hierro fundido refinado, bronce o cualquier otro material adecuado de acuerdo con el análisis químico del agua y la experiencia en el área que trabajará.

Deberá considerarse un filtro fundido o de fabricación pesada, un cono de metal resistente a la corrosión o un filtro del tipo canasta a la entrada de la succión de la bomba. El filtro de succión debe tener un

área libre de por lo menos cuatro veces el área de las conexiones de succión y las aperturas deben estar dimensionadas para restringir el paso de esfera de 1/2" (12.7mm).

Para la instalación de las bombas tipo vertical según la Norma NFPA 20, se requieren los siguientes accesorios:

Válvula automática liberadora de aire de 1 1/2" (38mm) para eliminar el aire de la columna y la carga de descarga al arrancar la bomba. Esta válvula también debe admitir aire en la columna para disipar el vacío al detenerse la bomba. Se la instala en el punto más alto en la línea de descarga entre la bomba contra incendio y la válvula de retención de la descargan.

Detector de nivel de agua en el caso de pozo, si es una línea aérea, esta deberá ser de latón, cobre o acero inoxidable de la serie 300. La línea de aire deberán ser

amarradas a la tubería de columna en intervalos de 10 pies (3m).

Manómetro de presión en la descarga similar al que se usa en las bombas centrífugas.

Válvula de alivio y cono de descarga en caso de que se requiera, para caso en que la presión para la cual los componentes de la bomba fueron diseñados es menor que la presión nominal neta de cierre más la presión estática de succión máxima.

Cabezal de válvulas de mangueras.

Respecto a la cimentación, esta deberá ser construida sólidamente para soportar el peso entero de la bomba, motor y el agua que contenga. Los pernos de anclaje deben ser suministrados por el proveedor de acuerdo al sitio de la cimentación.

La cimentación deberá contar con área y fuerza suficiente, de manera que la carga

por pulgada cuadrada de concreto no sobrepase las normas del diseño. La parte superior de la cimentación deberá estar inundada cuidadosamente, la carga de la bomba deberá plomearse sobre el pozo.

El motor debe estar construido de manera que el empuje de total de la bomba (que incluye el peso del eje, impulsores y empuje hidráulico) puede ser llevado en un soporte de empuje de amplia capacidad de manera que pueda tener una vida promedio de 5 años de funcionamiento continuo. Los motores deberán ser de tipo vertical de eje hueco o un motor de eje hueco vertical con engranaje de ángulo derecho con un motor diesel o con una turbina de vapor.

Relacionado al mantenimiento de estas bombas verticales deben seguirse las instrucciones del fabricante al hacer reparaciones, desmantelar y re ensamblar las mismas.

#### **4.2.2.2. Selección de Bombas**

Analizados los fundamentos teóricos y aplicando las recomendaciones de la Norma NFPA 20 sobre “Bombas Estacionarias para Sistemas Contra Incendio”, enumeraremos varias consideraciones que sirven para seleccionar las bombas a usarse en el control de riesgo contra incendio.

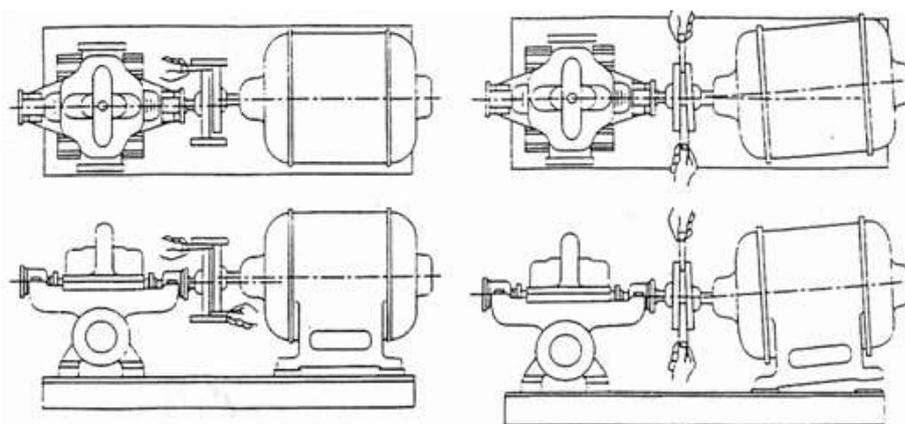
Las bombas centrifugas sean eléctricas o a diesel, sirven para bombear desde un reservorio de agua donde existe una carga estática positiva.

Las bombas certificadas pueden tener diferentes curvas de capacidad de carga para una nominación dada. La carga de cierre se nominará desde un mínimo (0%) hasta un máximo de 150% de la carga nominal, la carga se nominará para un mínimo de 65% hasta un máximo justo debajo de la carga nominal.

Los acoplamientos flexibles se utilizan para compensar los cambios de temperatura y para

permitir el movimiento de los extremos de los ejes conectados sin interferir uno con otro.

Es importante verificar la alineación de la unidad al momento de su instalación para evitar: tensiones de las tuberías que distorsionen o muevan la unidad, desgaste de los rodamientos, movimiento de la estructura del edificio debido a cargas variables u otras causas.



**FIGURA 4.4 VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN  
PARALELA Y ANGULAR DE CONJUNTO BOMBA-  
MOTOR**

Referente a las tuberías de succión y accesorios sobre tierra estos deben ser de acero, en zonas de agua corrosiva la tubería debe ser galvanizada o pintada en su interior ante de usarla. La tubería de succión debe ser de tal dimensión que con la tubería funcionando a 150% de su capacidad nominal, la velocidad en esa sección de la tubería de succión se localice dentro de los 10 diámetros de tubería corriente por encima de la brida de succión de la bomba y que no sobrepase los 15 pies/sg.

En la tubería de succión deberá instalarse una válvula de compuerta certificada OS&Y, no deberá instalarse una válvula mariposa en la tubería de succión dentro de los 50 pies (16m) corrientes por encima de la brida de succión de la bomba.

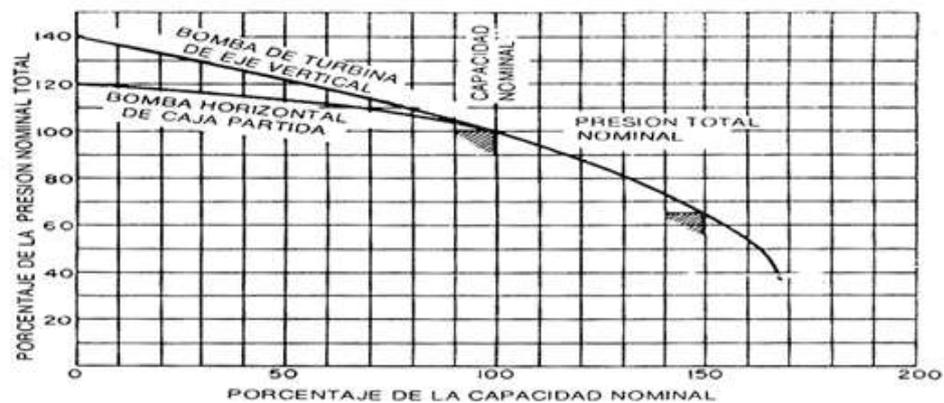
#### **4.2.2.2.1. Bomba Eléctrica Principal**

Las bombas de incendios de eje horizontal eléctrico deben instalarse de forma que funcionen con presión de aspiración positiva, especialmente con arranque automático o manual a distancia.

Con el fin de seleccionar la bomba eléctrica se debe proceder a obtener datos de cálculos hidráulicos, de acuerdo a disposición del sistema contra incendios como son:

- Cabezal (H), en pies (m).
- Caudal (Q), en gpm ( $m^3/sg$ ).
- Presión de aspiración positiva neta (NPSH), en pies (m).
- Potencia (HP), en Kw

Una curva característica de la bomba entregada por el proveedor, para confirmar los datos técnicos sobre la bomba.



**FIGURA 4.5 CURVA NORMALIZADA DE PRESIÓN – CAUDAL PARA BOMBAS DE INCENDIOS HORIZONTALES Y VERTICALES**  
**4.2.2.2. Bomba a Diesel Auxiliar**

Con el fin de garantizar la protección contra el fuego de cualquier industria, es necesario tener un equipo de bombeo auxiliar movido por un motor de combustión interna a diesel que sirva de apoyo y seguridad para el personal y los equipos de planta que proveen un servicio público de vital importancia como es la energía eléctrica.

Para seleccionar la bomba contra incendio a motor diesel se debe considerar:

- Respecto a la bomba todos los cálculos hidráulicos que se obtuvo en la selección de la bomba eléctrica, además de toda referencia al respecto de las normas que rigen para el efecto.
- Tipo control de mayor confiabilidad tanto para la bomba como el motor.
- Suministro de combustible óptimo para el funcionamiento del motor.
- Funcionamiento del encendido garantizado.
- Funcionamiento del motor de acuerdo a reglamentos locales e internacionales.
- Instalaciones eléctricas y mecánicas excelentes con personal capacitado al respecto.

Para la selección de la bomba el proceso es similar a la bomba con motor eléctrico, como el uso de reguladores de mando para operar automáticamente la bombas de incendios, disponer de unidades de alarma para indicar la pérdida de presión de aceite de los sistemas de lubricación, el aumento de temperatura del agua de refrigeración, el fallo de la puesta en marcha automática y la detención por exceso de velocidad. Puede montarse un cronómetro programador semanal, este dispositivo puede adaptarse de modo que ponga en marcha la unidad automáticamente una vez por semana y la haga funcionar durante algunos minutos predeterminados.

Los reguladores de mando funcionan con corriente continua a baja tensión tomada de las baterías del motor ; cronometro programador, el cargador de la batería y otros dispositivos auxiliares, reciben la energía en forma de corriente alterna suministrada por la industria.

La bombas centrifugas horizontales sea eléctrica o a diesel con mandos automáticos deben funcionar siempre bajo presión para evitar la necesidad de cebarlas.

El motor debe estar provisto de interruptor de presión que activa la bomba cuando la presión del sistema de agua desciende debajo de un nivel preestablecido.

A no ser que la presión estática del suministro de agua normal sea mayor que la presión de arranque de la bomba, debe disponerse de una bomba para mantener la presión del sistema a un nivel más alto.

Es vital que el sistema de enfriamiento sea adecuado para que el funcionamiento de los motores de combustión interna sea eficaz y continuo. El caudal de agua para el enfriamiento está entre 15 a 230 gpm y a veces más.

Respecto al combustible este debe ser tal que tenga un reservorio para 8 horas, la capacidad del depósito de combustible puede calcularse estimando una pinta de combustible por HP por cada hora (CV por hora).

El tanque de suministro de combustible debe tener capacidad por lo menos igual a un galón por HP (5.07litro/KW), más 5% de volumen por expansión y 5 % de volumen por el sumidero. Pueden requerirse tanques de mayor capacidad y deberá determinarse por medio de las condiciones que prevalezcan,

calentamiento del combustible por recirculación, cada tanque debe tener conexiones relleno, drenaje y venteo.

La tubería de combustible, deberá ser mangueras flexibles resistentes a las llamas certificadas para este servicio en el motor. No deberá haber válvula de cierre en la línea de retorno de combustible al tanque.

El tipo y grado de combustible diesel deberá ser especificado por el fabricante del motor.

Todos los instrumentos del motor deben colocarse en un tablero adecuado, que este bien seguro.

Con relación al encendido los motores deben estar equipados con un aparato de encendido confiable, las baterías de buena calidad de ácido de plomo en condiciones de carga seca con líquido de electrolito de un contenedor por separado, el alternador para recargar las baterías debe ser revisado periódicamente y certificado.

En lo que a ventilación se refiere es necesario que esta sea la más excelente a fin de garantizar calidad de aire limpio para la combustión, enfriamiento y ambiente de trabajo adecuado y sin peligro para la salud de las personas.

En cuanto al sistema de escape este debe ser entubado hacia un punto seguro fuera del cuarto de bomba y dispuesto para excluir agua. Los gases de escape no deberán ser descargados ha donde afecten a personas, ambientes o estructuras de los edificios, materiales combustibles.

Las tuberías de escape deberán instalarse con separaciones de por lo menos 9" (229mm) de los materiales combustibles.

El controlador para motores diesel de la bomba contra incendio debe ser de uso exclusivo, no agregar otros equipos. El diagrama eléctrico debe colocarse en el interior del gabinete, así como cualquier instrucción sobre el funcionamiento del controlador también debe adherirse al tablero.

#### **4.2.2.2.3. Bomba Jockey**

Respecto a estas bombas a quienes también se las llama bombas sostenedoras de presión o de relleno por la función que ejecutan, tienen capacidades nominales no menores que cualquier rango de goteo. Deberán tener presión de descarga suficiente para mantener la presión deseada en el sistema de protección de incendio.

Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de descarga.

Instalar válvulas indicadoras tipo mariposa o compuerta en tanto lugares como se necesite, a fin de facilitar el mantenimiento de la bomba, válvula de retención y accesorios.

En donde una bomba de tipo centrífuga sostenedora de presión tenga una presión de cierre que sobrepase la nominación de presión de trabajo del equipo contra incendio, o donde se utilice una bomba con paletas de turbinas deberá instalarse una válvula de alivio dimensionada para prevenir la sobre presurización del sistema en la descarga de la bomba, para prevenir daño en el sistema de protección contra incendio.

No utilizar la bomba contra incendio primaria como una bomba sostenedora de presión.

Utilizar tubería de acero para las tuberías de succión y descarga de la bomba Jockey.

En donde se ubiquen las válvulas de retención y los aparatos previsores de retro flujo o ensamblajes en la tubería de succión, estos deberán ubicarse a un mínimo de 10 diámetros de tubería de la brida de succión de la bomba.

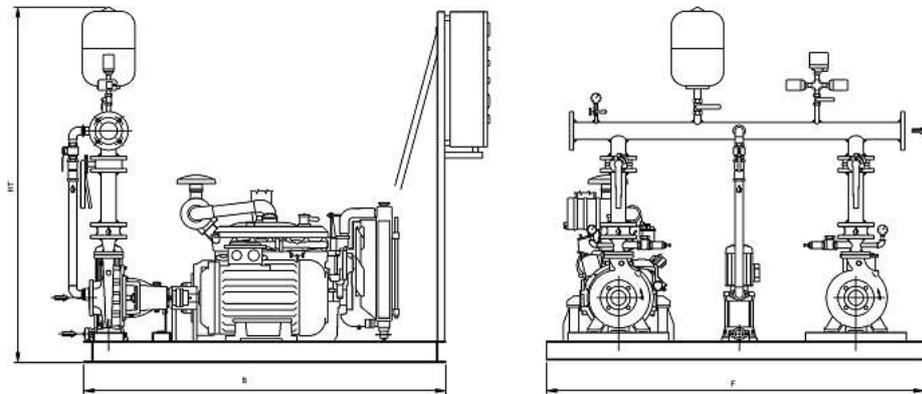
La instalación de la línea de medición de presión entre la válvula de retención de descarga y la válvula de control es necesaria para facilitar el aislamiento del controlador de la bomba Jockey (línea de medición) para mantenimiento sin tener que drenar el sistema completamente.

Una bomba Jockey generalmente se requiere para bombas controladas automáticamente.

La succión de la bomba Jockey puede venir de la línea de suministro del tanque de llenado. Esto podrá permitir que se mantenga una presión más alta del sistema de protección contra incendio aun cuando el tanque de suministro este vacío por reparaciones.

Las bombas Jockey o sostenedora de presión deberán utilizarse en donde se deseen mantener una presión uniforme o relativamente más alta en el sistema de protección contra incendio.

Una bomba Jockey debe rellenar el rango de goteo permisible dentro de 10 minutos o 1gpm (3.8 litros/min.) o más.



**FIGURA 4.6 BOMBA JOCKEY**

#### **4.3. Selección de Protecciones, Controles y Accesorios de Bombas Contra Incendio y Motores.**

Las protecciones que deban instalarse en el control de equipo de bombas contra incendio son:

- a) Supresor de variación de voltaje según Norma ANSI/IEEE (62.1), debe instalarse de cada fase a tierra.
- b) Interruptor de aislamiento que deberá ser un interruptor para circuito de motor accionable manualmente o un interruptor de caja amoldable que tenga potencia nominal igual o mayor que la potencia del motor (el amperaje mínimo debe ser 115% de la nominación de carga completa de corriente del motor).

El interruptor de aislamiento debe ser accesible exteriormente y su manija debe tener un resorte de seguridad que deberá disponerse de tal forma que requiera el uso de otra mano para mantener el seguro desactivado para permitir la apertura o cierre del interruptor.

- c) Interruptor de corriente (Medios de desconexión).

La ramificación de circuito del motor deberá estar protegida por un interruptor de corriente que deberá estar conectado directamente al lado de la carga del interruptor de aislamiento y deberá tener un polo por cada uno de los conductores de circuito que no están conectados a tierra. El interruptor de corriente tiene las siguientes características mecánicas:

Deben ser accionable externamente.

Deberá dispararse libremente de la manija.

Deberá colocarse en la parte exterior del gabinete del controlador una placa con la leyenda "Interruptor de Corriente - medio de desconexión".

El interruptor de corriente debe tener las características eléctricas siguientes:

Una nominación de corriente continua no menor de 115% de la carga nominal completa de corriente del motor.

Elementos de medición de sobre corriente de tipo no térmico.

Capacidad para permitir encendido y funcionamiento de emergencia sin dispararse.

Protección instantánea de sobre corriente por corto circuito.

- d) Otro accesorio es el de: Protección fija del rotor por sobre corriente.

Este aparato debe ser instalado entre el interruptor de aislamiento y el motor de la bomba contra incendio, deberá localizarse dentro del controlador de la bomba contra incendio:

Para el caso de un motor de jaula de ardilla o rotor de devanado de inducción, este aparato deberá ser:

e) De tipo retardo de tiempo que tenga un tiempo de disparo entre 8 y 20 segundos a corriente fija del rotor aproximadamente 600% de la carga nominal completa de corriente para un motor de jaula de ardilla y calibrado y puesto a un mínimo de 300% de la carga completa del motor.

Para motor de corriente directa el aparato deberá ser:

- Tipo instantáneo
- Calibrado y puesto a un mínimo de 400% de la carga completa de corriente del motor.
- Deberá tener medios visuales o marcas claramente indicadas en el aparato de que se ha puesto correctamente.
- Deberá ser posible reiniciar el aparato para funcionamiento inmediato después del disparo, cuidando que las características del mismo se mantengan.
- El disparo deberá lograrse al abrir el interruptor de corriente que deberá ser del tipo manual para reiniciarse externamente.

- f) Contactor del motor, deberá estar nominado para caballo de fuerza y deberá ser de tipo magnético con un contactor en cada conductor que no esté conectado a tierra.

Para accionamiento eléctrico de controles de voltaje reducido, deberá equiparse el motor con aceleración de tiempo automático. El periodo de aceleración del motor no deberá superar 10 segundos.

La resistencia de encendido deberá estar diseñada para permitir una operación de encendido de 5 segundos cada 80 segundos por un periodo no inferior a 1 hora.

Los reactores de encendidos y auto transformadores deberán estar diseñados para permitir una operación de encendido de 15 segundos cada 240 segundos por un período no inferior a 1 hora.

No deberán instalarse sensores de bajo voltaje, pérdida de fase, sensores de frecuencia ni ningún otro accesorio que automáticamente o manualmente prohíba la actuación del controlador.

- g) Aparatos de alarmas y señales en el controlador

- Indicador visible de corriente disponible para monitorear la disponibilidad de corriente eléctrica en todas las fases en las líneas terminales del controlador del motor.
- Inversión de fase de la fuente de corriente a las cuales están conectadas las líneas terminales del motor; deberán estar indicadas por un indicador visible.

En donde el cuarto de bomba este aislado sin control personal, se provee de alarmas auditables y visuales alimentadas por una fuente que no sobrepase 125 voltios en un punto que este constantemente atendido; estas alarmas son:

- a) Bomba o motor en funcionamiento.
- b) Pérdidas de fase de cualquiera de las líneas terminales del contactor del motor.
- c) Inversión de fases.
- d) Controlador conectado a una fuente alterna, este circuito de alarma indica cuando la fuente alterna esta suministrando corriente al controlador.
- h) Contactos abiertos o cerrados para controladores de alarmas de indicación remotas.

- i) Controlador automático afectado a si mismo para arrancar, funcionar y proteger el motor. Un controlador automático o deberá ser accionado por medio de un interruptor de presión o un interruptor sin presión. El controlador automático deberá ser accionado también como un controlador no automático.

El control de presión responsable de la presión de agua en el sistema contra incendio, deberá ser capaz de soportar una presión que surja momentáneamente de 400psi (27.6 bar), sin perder su exactitud; deberá tomarse las medidas necesarias para aliviar la presión hacia el interruptor de presión en el actuador y permitir la prueba de funcionamiento del controlador y la unidad de bombeo.

El control de presión de agua deberá ser:

Para todas las instalaciones de bombas (incluyendo las bombas Jockey), cada controlador deberá tener su línea de medición de presión individual.

La conexión de la línea de medición para cada bomba (incluyendo la Jockey), deberá hacerse entre la válvula de retención en la descarga de la bomba y la válvula de

control de descarga. Esta línea deberá ser de tubería de latón, cobre o acero inoxidable de la serie 300 y los accesorios deberán ser de ½" (12.7mm) de tamaño nominal. Deberán instalarse dos válvulas de retención en la línea de medición de presión apartadas por lo menos 5 pies (1.5m) con una perforación de 3/32" (2.4mm) en el disco basculante para servir como humidificador.

No deberá haber válvula de cierre en la línea de indicación de presión.

El interruptor de presión con actuador en la posición más baja de ajuste deberá iniciar la secuencia de encendido de la bomba (si es que la bomba todavía no está en funcionamiento).

Deberá instalarse un aparato registrador de presión para medir y registrar la presión de cada línea de medición de la presión del controlador de la bomba contra incendio en la entrada del controlador. El registrador deberá ser capaz de funcionar por lo menos 7 días sin necesidad de ser reiniciado o retrocedido.

- j) El controlador automático con interruptor de no presión con actuador, estos deberán comenzar su secuencia de encendido al abrir automáticamente el contacto(s) remoto(s).
- k) Control eléctrico manual en una estación remota, en donde estaciones adicionales de control que ocasionan un funcionamiento continuo no automático de la unidad de bombeo, independientemente del interruptor de presión con actuador sean suministrados en ubicaciones remotas del controlador, tales estaciones no deberán accionarse para parar el motor.

Encendido en secuencia de la bomba, si los requerimientos de agua son mayores que los de una unidad de bombeo funcionando, las unidades deberán arrancar con intervalos de 5 a 10 segundos. La falla de un motor no deberá impedir el encendido de las otras unidades de bombeo.

- l) Circuitos externos conectados a los controladores, estos deberán disponerse de manera que cualquiera de los circuitos externos (corto circuito o circuito abierto) no deberán detener el funcionamiento de la bomba(s).

Todos los conductores de control dentro del cuarto de bombas contra incendio que no sean tolerantes a fallas, deben protegerse contra daño mecánicos.

- m) Control eléctrico manual en el controlador, deberá haber un interruptor accionado manualmente en el tablero de control dispuesto de tal manera que cuando el motor sea arrancado manualmente, su funcionamiento no se vea afectado por el interruptor de presión con actuador, a su vez que la unidad sea apagada manualmente.
- n) Control mecánico de funcionamiento de emergencia en el controlador.

Compuesto de una manija o elevador que hace funcionar continuamente no automáticamente al motor(es) independientemente de cualquier circuito de control eléctrico, magneto o aparatos equivalentes; esta manija deberá estar dispuesta para moverse en una dirección únicamente desde “apagado” hasta la posición final.

El arrancador del motor deberá regresar automáticamente a la posición de “apagado” en caso de que el accionado suelte la manija o elevador de encendido en cualquier posición que no sea la posición completa del arranque.

- o) El controlador deberá tener amperímetro y voltímetro para tomar lecturas respectivas en cada fase, tanto de corriente y de voltaje.
- p) Controladores de servicio limitado, que no son sino controladores automáticos para encendidos de devanados bipartidos de motores de jaula de ardilla de 30 HP o menos, 600 voltios o menos, en donde su uso sea aceptado por las autoridades competentes.
- q) Aparatos de transferencia de corriente para suministro de corriente alterna.

Todos los controladores deberán ser específicamente certificados para servicio de bomba contra incendio conducidas por motores eléctricos o diesel.

En el caso de bomba con motor eléctrico el controlador y el interruptor de transferencia deberán ser adecuados para la corriente de este circuito disponible en las líneas terminales del controlador y el interruptor de transferencia; se debe marcar y visualizar los amperios y voltios de corriente alterna. Además se marcan como “Controlador de Bomba Contra Incendios Eléctrica”, se debe mostrar el

nombre del fabricante, la identificación y la nominación eléctrica.

Los controladores deben colocarse cerca de los motores que controlan y protegerse que no sean dañados por el agua que escapa de las bombas o de las conexiones de las mismas. Las partes que llevan la corriente eléctrica a los controles deben estar mínimas a 12" (305mm) por encima del nivel del piso.

Los controladores y accesorios van montados en gabinetes que deben de cumplir con el NEMA TIPO 2, además estos gabinetes deben estar instalados a tierra según Norma NFPA 70.

Las conexiones y barras de distribución deben ser accesibles para el mantenimiento, dispuestos de tal forma que no se requiera la desconexión de los circuitos externos, Deben diseñarse las barras y accesorios del controlador para uso continuo.

Se debe tener pegados al gabinete diagramas eléctricos e instrucciones respecto al funcionamiento del controlador.

Debe marcarse los terminales del alambrado de acuerdo al diagrama eléctrico del fabricante.

Los accesorios, incluyendo monitoreo de alarmas y medios de señalización que sirven para asegurar el funcionamiento mínimo del grupo motor- bomba de incendio, según las normas respectivas.

Respecto al encendido y control del equipo contra incendio, se lo puede hacer:

Automáticamente en este caso debe accionar por sí mismo para arrancar, funcionar y proteger el motor, esto lo hace por medio de un interruptor de presión o un interruptor sin presión.

Un controlador no automático deberá ser accionado por medios eléctricos manualmente iniciados o medios mecánicos inicialmente iniciados.

# **CAPÍTULO 5**

## **5. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO BASADO EN NORMAS NFPA**

### **5.1. Análisis de Riesgos Existentes.**

El objetivo principal de este análisis es determinar los factores más influyentes en la gravedad de los accidentes que podrían afectar las instalaciones, la continuidad de las operaciones de la Empresa y las personas que trabajan en ella y sobre todo poder desarrollar un sistema de protección contra incendios para minimizar el potencial peligro en caso de accidentes.

Por tanto, para poder decidir si un tipo de riesgo es aceptable, se requiere estimar su magnitud, por lo que se requiere realizar un análisis sistemático y lo más completo posible de todos los aspectos que implica. Se trata de estimar el nivel de peligro

potencial de la actividad que se realiza en la Agencia para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.

Como primer paso para este procedimiento se debió realizar una inspección técnica minuciosa a lo largo de todas las instalaciones de la Empresa para de esta manera establecer el tipo de riesgo existente, tomándose en cuenta factores como son protecciones existentes, organización de la seguridad (orden y limpieza, manipulación y almacenamiento de materiales, prohibiciones, etc.), protecciones externas como Cuerpo de Bomberos más cercano, entre otros.

La Empresa se encuentra distribuida o sectorizada en las siguientes áreas:

- Oficinas Administrativas
- Galpón para almacenamiento en estanterías de productos terminados.
- Bodegas adicionales
- Parqueo cubierto y patio
- Duchas, vestidores y baños
- Comedor
- Cuarto de panel eléctrico

En el plano se observa la distribución de la Empresa y se ilustra el Sistema Contra Incendio para los sectores más delicados. **Ver anexo Plano 2**

Por las inspecciones realizadas y evaluando el riesgo basándose en las definiciones que estipula la norma NFPA 13 sobre la cantidad y la combustibilidad de los contenidos, las tasas de liberación de calor esperadas, el potencial de liberación de energía, la altura de las estanterías de almacenamiento y la presencia de líquidos inflamables y combustibles, se pudo determinar que el área de mayor riesgo es la del galpón para almacenamiento de producto terminado, por consiguiente se lo define como **Riesgo Ordinario Tipo II**

Las características del mismo son:

- Altura del techo: 4.5 – 6.0 m
- Altura de almacenamiento: 4.0 – 5.0 m (piso)
- Área de construcción: 4200 m<sup>2</sup>
- Tipo de material: cajas con producto y otros materiales de embalaje

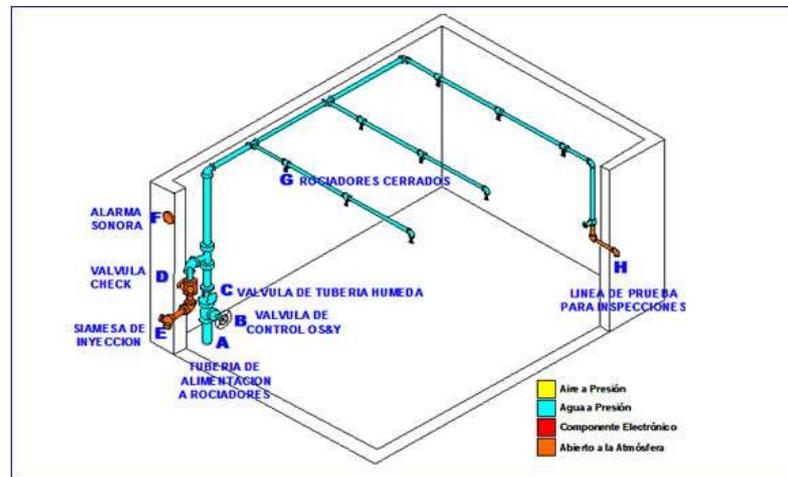
## **5.2. Método de Extinción a Aplicarse.**

De acuerdo a las normas de Prevención y Seguridad Contra Incendios establecidas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, se recomienda como Sistema de Defensa Contra Incendios uno mixto compuesto de una parte hidráulica (bocatomas y rociadores automáticos) y otra a base de extintores (extintores manuales y sobre ruedas).

## **5.3. Selección del Tipo de Sistema de Rociadores Automáticos.**

En este proyecto se seleccionó el sistema de tubería húmeda que es un sistema de rociadores cerrados en el cual los ramales de tubería están normalmente llenos de agua a presión. Tras la operación del elemento fusible de uno o más rociadores, el agua es descargada inmediatamente en el área protegida.

Es un sistema que por su sencillez y rapidez de actuación es altamente confiable y requiere poco mantenimiento



**FIGURA 5.1 ESQUEMA DE CONEXIÓN DE SISTEMA DE TUBERÍA HÚMEDA**

#### **5.4. Determinación del Caudal requerido y Cálculo del cabezal dinámico total.**

Para determinar el caudal necesario primero se calcula el área a proteger. En el análisis de riesgo que existen, se determinó que el área a proteger por sistema de rociadores automáticos es el galpón para almacenamiento de producto terminado.

El caudal requerido será el necesario para abastecer el sistema de rociadores más el caudal de una bocatoma contra incendio equipado.

#### **Densidad y Área de diseño**

El área del galpón destinada para el almacenamiento en estanterías para producto terminado se determinó en 216 m<sup>2</sup> (2325

ft<sup>2</sup>) y con el tipo de riesgo establecido (Riesgo Ordinario Tipo II) se calcula la densidad de aplicación la cual viene dada en galones por minuto y por pie cuadrado (gpm/ft<sup>2</sup>)(figura 3.1)

Para la curva del grupo Ordinario II se obtiene que el caudal de agua necesaria en la red de rociadores automáticos es:

$$Q = A \times \rho$$

Donde:

**Q** = caudal necesario en la red de rociadores (gpm)

**A** = área de operación de los sprinklers (m<sup>2</sup> ó ft<sup>2</sup>)

**ρ** = densidad (gpm/ft<sup>2</sup>)

$$Q = 2325 \text{ft}^2 \times 0.1835 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q = 426.64 \text{ gpm}$$

Se considera normalmente que la presión para obtener una acción eficaz del caudal de un rociador es de 7 psi (48 Kpa); se selecciona un rociador abierto estándar de 1/2" con una constante k de 5.6 y una presión de 10 psi, el caudal de cada rociador es:

$$Q = k\sqrt{P}$$

$$Q = 5.6 \sqrt{10}$$

$$Q = 17.71 \text{ gpm}$$

Tomando en cuenta los datos obtenidos se calcula el número de rociadores necesarios para proteger el área de almacenamiento establecida, el cálculo se realiza en base al tipo de riesgo que en este caso corresponde a Riesgo Ordinario, al área de operación y el área de cobertura de cada rociador.

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{\text{área de operación}}{\text{área de cobertura}}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{216 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = 18$$

Se necesitan 18 rociadores para cubrir el área de operación establecida.

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Donde:

**A** = área de operación (m<sup>2</sup>)

**S** = distancia máxima entre rociadores (m<sup>2</sup>)

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{216 \text{ m}^2}}{4 \text{ m}}$$

$$\# \text{ rociadores por ramal} = 4.4$$

Se determina que el sistema está formado por 3 ramales, cada ramal compuesto por 6 rociadores automáticos.

Al caudal necesario para abastecer los rociadores se debe agregar el caudal requerido para abastecer al menos un gabinete contra incendio: por lo tanto el caudal necesario para proteger el área de almacenamiento es:

Caudal necesario para los rociadores	141.67 gpm
Caudal necesario para un monitor Tipo III	250.00 gpm
<b>Caudal Total Requerido</b>	<b>391.67 gpm</b>

### **Cálculo de la Potencia del motor de la Bomba para Gabinete Contra Incendio más alejado**

Para la determinación de la potencia del motor de la bomba que será empleado en el suministro de agua para el gabinete más alejado de la bomba, se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_{teórica} = H_B \times \rho \times g \times Q_T$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, se determinará por tanto, la potencia real, considerando lo siguiente:

$$P_{real} = \frac{P_{teórica}}{\%}$$

Donde:

**%** = eficiencia

**H<sub>B</sub>** = altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

**ρ** = densidad del agua

**g** = coeficiente de gravedad

**Q<sub>T</sub>** = caudal

De estos datos se determinarán el caudal (Q<sub>T</sub>) y la altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H<sub>B</sub>).

Para la determinación del caudal se considerará el caudal obtenido para una manguera por el número de mangueras requeridas para atención de emergencias al interior de la Empresa.

*Q<sub>T</sub> = caudal de una manguera × #de mangueras requeridas*

$$Q_T = 150 \text{ gpm} \times 1$$

$$Q_T = 150 \text{ gpm}$$

$$Q_T = 0.00945 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Para la determinación de la altura dinámica se empleará la fórmula siguiente:

$$H_B = h_{f_{total}} + \left[ \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \right] - \left[ \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \right]$$

Donde:

**h<sub>ftotal</sub>** = pérdida de carga (m)

**P<sub>2</sub>** = presión en la salida de manguera = 65 psi = 448155.3 N/m<sup>2</sup>

**V<sub>2</sub>** = velocidad de flujo de agua a la salida de la manguera

**Z<sub>2</sub>** = altura de gabinetes respecto a la bomba = 1.6 m

**P<sub>1</sub>** = presión en el nivel de toma de agua en la cisterna = 0 psi

$V_1$  = velocidad de flujo de agua en la cisterna = 0 m/seg

$Z_1$  = altura toma de agua en cisterna respecto a bomba = -2.5 m

$\rho$  = densidad del agua = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$g$  = coeficiente de gravedad = 9.8 m/seg<sup>2</sup>

Para el cálculo correspondiente se requiere determinar previamente, la velocidad de flujo de agua a la salida de los rociadores (rociador más alejado de la bomba) [ $V_2$ ] y la pérdida de carga en el recorrido del agua por la tubería [ $h_{total}$ ]

Para el cálculo de la velocidad de flujo de agua a la salida de la manguera se empleará la siguiente fórmula:

$$Q = A \times V_2$$

Donde:

$Q$  = caudal en el extremo de la manguera (m<sup>3</sup>/seg)

$A$  = sección interna de la tubería (m<sup>2</sup>)

$$V_2 = \frac{Q}{\frac{\pi \phi^2}{4}} = \frac{0.00945}{\frac{\pi}{4} \times (0.0627)^2} = 3.06 \frac{m}{seg}$$

Para la determinación de la pérdida de carga en el recorrido del agua por la tubería se empleará la siguiente fórmula:

$$h_{f_{total}} = \frac{(f \times L_{eq} \times V_2^2)}{2\phi g}$$

Donde:

**f** = coeficiente de fricción

**L<sub>eq</sub>** = longitud equivalente (m)

**Ø** = diámetro interior real de la tubería (m)

**V<sub>2</sub>** = velocidad de flujo de agua de la manguera (m/seg)

**g** = coeficiente de gravedad (m/seg<sup>2</sup>)

Para conocer la pérdida de carga total, se requerirá determinar previamente, tanto el coeficiente de fricción de la tubería como la longitud equivalente de la tubería de suministro de agua de los rociadores, que son datos aún sin determinar.

El coeficiente de fricción (f) se determinará a partir del nanograma *“Factor de fricción en función del número de Reynolds con Rugosidad Relativa como parámetro”*, para lo cual se necesita conocer previamente, tanto el número de Reynolds ( $N_{RE}$ ), como la rugosidad relativa (E/D) de la tubería.

Para el cálculo del número de Reynolds se empleará la siguiente fórmula:

$$N_{RE} = \frac{\text{Ø} \times V_2 \times \rho}{\mu}$$

Donde:

$\emptyset$  = diámetro interior real de la tubería (m)

$V_2$  = velocidad del agua de la manguera (m/seg)

$\rho$  = densidad del agua ( $\text{kg/m}^3$ )

$\mu$  = viscosidad = 0.001 cp (centipoise)

$$N_{RE} = \frac{0.0627m \times 3.06 \frac{m}{seg} \times 1000 \frac{kg}{m^3}}{0.001cp}$$

$$N_{RE} = 191899.74 = 1.918 \times 10^5$$

La rugosidad relativa  $\left(\frac{E}{D}\right)$  se determina a partir del nanograma “*Rugosidad Relativa en función del diámetro para tubos de varios materiales*”. (Ver Apéndice 1).

Considerando que para suministrar agua a los rociadores se empleará tuberías de acero comercial se determina:

$$\left(\frac{E}{D}\right) \cong 0.000797$$

Con los datos obtenidos para el  $N_{RE}$  y la  $\left(\frac{E}{D}\right)$  se emplea el Diagrama de Moody (Ver Apéndice 2) para determinar el coeficiente de fricción, observando que:

$$f = 0.0205$$

La longitud equivalente de la tubería está comprendida por la longitud de la tubería lineal y la longitud equivalente de los accesorios que participan en la línea de suministro de agua.

$$L_{eq} = L + L_{eq\ acc}$$

$$L = \text{longitud de tubería lineal} = 212.93\ m$$

Accesorio	Cantidad	L <sub>eq</sub> (ft)	L <sub>eqtotal</sub> (ft)
Codo 90° x 4"	11	10	110
Codo 90° x 3"	4	7	28
Válvula mariposa 4"	4	22	88
<b>Long. Equiv. Accesorios</b>			<b>226 (68.88m)</b>

$$L_{eq} = 212.93\ m + 68.88\ m$$

$$L_{eq} = 281.81\ m$$

Con estos datos se determinará la pérdida de carga total  $h_{f\ total}$

$$h_{f\ total} = \frac{(f \times L_{eq} \times V_2^2)}{2\phi g}$$

$$h_{f\ total} = \frac{(0.0205 \times 281.81 \times 3.06^2)}{2 \times 0.0627 \times 9.8}$$

$$h_{f\ total} = 44.017\ m$$

Con estos datos se determinará la altura dinámica o carga de trabajo de la bomba ( $H_B$ ), a partir de la siguiente fórmula, en la que se han excluido las variables con valor cero.

$$H_B = h_{f_{total}} + \frac{P_2}{\rho \times g} + \frac{V_2^2}{2 \times g} + z_2 - z_1$$

Reemplazando los siguientes datos:

$$h_{f_{total}} = 44.017 \text{ m}$$

$$P_2 = 448155.5 \text{ N/m}^2$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ 3/seg}^2$$

$$V_2 = 3.06 \text{ m/seg}$$

$$Z_2 = 1.6 \text{ m}$$

$$Z_1 = -2.5 \text{ m}$$

$$H_B = 44.017 \text{ m} + \left( \frac{448155.5 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{seg}^2}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} \right) + \left( \frac{(3.06 \frac{\text{m}}{\text{seg}})^2}{2 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} \right) + (1.6 \text{ m} - (-2.5 \text{ m}))$$

$$H_B = 94.32 \text{ m}$$

$$H_B = 133.99 \text{ psi}$$

### Cálculo de la Potencia del motor de la Bomba

$$P_{teórica} = H_B \times \rho \times g \times Q_T$$

$$P_{teórica} = 94.32 \text{ m} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} \times 0.0246 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$P_{teórica} = 22738.66 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{seg}^3}$$

Considerando la equivalencia de 1HP=745W

$$HP = \frac{22738.66}{745} = 30.52$$

Eficiencia de la Bomba = 60%

Potencia real del motor de la Bomba:

$$HP_{real} = \frac{33.8}{0.60} = 50.86$$

### 5.5. Dimensionamiento de la Red de Tuberías.

En el diseño de la red de distribución deberán tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

- El dimensionamiento de la red principal de tuberías será el resultado del cálculo hidráulico correspondiente, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección, o bloque con mayor demanda. En el cálculo hidráulico, normalmente se utiliza una combinación de los métodos de Darcy-Weibach y Hazen-Williams, con C= 120 para tuberías de acero comercial.
- La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución, no será mayor de 3 m/s (10 pie/s).
- La tubería principal de la red no será de diámetro inferior a 102.3 mm (4 plg).
- Las tuberías principales de la red de agua contra incendios, se instalarán a 800 mm del nivel del terreno, convenientemente soportados y anclados de acuerdo a normas y prácticas aprobadas de ingeniería.

- La máxima presión de trabajo admisible en cualquier punto de la red, no será mayor de 0,5 kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>). En este sentido y en función de la curva característica de la bomba, se requerirá el uso de válvulas de recirculación y/o alivio en la descarga de las bombas, que impidan la sobre presurización del sistema en caso de bajo caudal.
- Las tuberías serán de acero al carbono, según ASTM A-53 Gr. B, SCH 40 como mínimo.
- Se deberá prestar especial atención a la protección del sistema de tuberías frente a la corrosión, tanto interna como externa.
- No se instalarán conexiones permanentes a la red de agua contra incendio, para usos diferentes al de combate de incendios.
- En la red de agua contra incendio, podrán instalarse manómetros ubicados en sitios estratégicos, con el fin de facilitar en cualquier momento la rápida comprobación de la presión en el sistema.
- Las tuberías de la red de agua contra incendio se pintarán de color rojo de seguridad

## 5.6. Selección de Rociadores.

Se considera normalmente que la presión para obtener una acción eficaz de un rociador es de 48 kPa (7 psi). En este caso se ha seleccionado un rociador abierto estándar con un diámetro de rosca  $\frac{1}{2}$ " , tipo NPT, con una constante de 5.6 y una presión de salida de 10 psi, el caudal de cada rociador será mínimo 17.71 gpm.



**FIGURA 5.2 DESCARGA DE AGUA DE UN ROCIADOR DE  $\frac{1}{2}$ " Y  $\frac{17}{32}$ " DE ORIFICIO NOMINAL**

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

En el Apéndice 3 se adjunta información del rociador abierto que se ha preferido para el tipo de riesgo que se maneja en la Agencia.

### 5.7. Selección de Extintores.

Antes de la elección de un extintor es importante saber:

- La naturaleza de los combustibles presentes.
- Las condiciones ambientales del lugar donde va a situarse el extintor.
- Quién utilizará el extintor.
- Si existen sustancias químicas, en la zona, que puedan reaccionar negativamente con el agente extintor.

Cuando se elija entre distintos extintores, debe considerarse:

- Si es eficaz contra los riesgos específicos presentes.
- Si resulta fácil de manejar.
- El mantenimiento que requiere.
- El potencial usuario del extintor no debe salir lesionado por haber elegido en plena emergencia un extintor equivocado. El potencial usuario, en el momento del problema, no debe pensar en la selección adecuada del extintor, sino solamente en usarlo.
- Por ejemplo, NO se debe colocar en el mismo puesto un extintor de polvo ABC y uno de agua presurizada, exteriormente y a simple vista son iguales, esto puede

hacer que el usuario tome por equivocación o desconocimiento, el extintor de agua para apagar el fuego que se está desarrollando en un tablero eléctrico.

Por lo anteriormente descrito se selecciona el Extintor de Polvo Químico Seco Tipo ABC por las siguientes propiedades:

- Cuando se descarga un equipo contra incendios de polvo químico seco sobre un incendio el fuego se apaga de forma prácticamente instantánea.
- Los polvos químicos que se utilizan actualmente en los extintores PQS no son tóxicos aunque pueden causar problemas para respirar y dificultar la visibilidad durante o inmediatamente después de su descarga.
- Cuando se utiliza un extintor de polvo químico seco sobre un combustible sólido en llamas se crea un residuo pegajoso que cubre el combustible aislándolo del oxígeno del aire e impidiendo así la combustión.
- El principal uso de los extintores de polvos químicos secos PQS es para extinguir fuegos producidos por combustibles líquidos. Otra de las propiedades de los polvos químicos secos es que no son conductores de la electricidad por lo

que también están recomendados para su utilización en incendios eléctricos.

- Los matafuegos de polvo químico ABC, tienen un alcance aproximado de 6 metros. El conservar las correctas distancias de actuación frente al fuego, facilita su control con una mayor eficacia y seguridad. Debe recordarse además, que generalmente la descarga de un equipo extintor manual, está alrededor de los 50 segundos.

#### Características técnicas:

- Extintor de presión contenida, a base de Polvo químico seco ABC al 75% de fosfato mono amónico de 6 Kilos.
- son cargados con polvo químico seco normado a base de fosfato monoamónico con efectividad en fuegos tipo a-b-c, lo que los hace indispensables en oficinas, almacenes, fábricas, vehículos, gasolineras y sitios riesgo alto de incendio.
- Cilindro fabricado en lámina calibre 14 rolada en frío.
- Acabado en pintura horneada de alta resistencia color rojo, resistente a la corrosión y a la intemperie. Recomendado

para usos en oficinas, fabricas, almacenes, bodegas, comercios, industrias, etc.

- Válvula de fácil operación fabricada en perfil de aluminio.
- Manómetro indicador de presión.



**FIGURA 5.3 EXTINTOR PQS TIPO ABC**

La distribución de los extintores por toda la instalación de la Empresa se la realizó considerando:

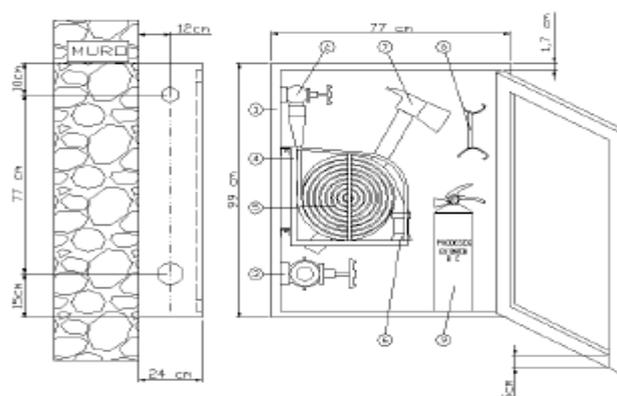
- El equipo extinguidor debe colocarse en sitios de acceso inmediato en caso de Incendio.
- El extinguidor debe montarse a no más de 1,5 m sobre el piso.

- Todo el equipo extinguidor debe colocarse de tal modo que quede perfectamente visible. Nunca debe colocarse fuera del campo visual de las personas.
- Estén cerca de los trayectos normales de paso.
- Estén cerca de entradas y salidas.
- No sean propensos a recibir daños físicos.

#### **5.8. Selección de Cajetines o Gabinetes Contra Incendio.**

Para minimizar y controlar emergencias se dispuso de 11 cajetines contra incendio dentro de las instalaciones de la Empresa, uniformemente distribuidos entre el área de almacenamiento de productos, oficinas administrativas, áreas de parqueo y bodega de repuestos.

Los cajetines seleccionados son del Tipo III con su respectiva manguera de extensión flexible del tipo usado por los bomberos para una presión de 65 psi en sus extremos, los cuales están adosados a las paredes perimetrales al interior de la Agencia, en posición estratégica de tal forma que permitan atender y combatir con eficacia una emergencia que se presente en cualquier lugar de la instalación.



**FIGURA 5.4 ESQUEMA GABINETE CONTRA INCENDIO TIPO 3**

- Gabinete para equipo contra incendio fabricado en lámina cold rolled cal 0.20 de 75 x 75 x 25 cm (alto – ancho – fondo) de sobreponer, terminado en pintura electrostática roja, con vidrio.
- Válvula angular tipo globo en bronce de 1 ½” x 1 ½” NPT x NH (hembra – macho).
- Válvula angular tipo globo en bronce de 2 ½” x 2 ½” NPT x NH (hembra – macho).
- Tramo de manguera de 1 ½” x 100 pies (30metros) acoplada, compuesta de un tejido exterior 100% poliéster y un tubo interior en caucho sintético, presión de servicio 150 psi, presión de prueba 300 psi, presión de rotura 500 psi, cumple norma de fabricación y mantenimiento NFPA 1961 y 1962.

- Boquilla de chorro y niebla de 1 ½” en policarbonato, certificada “UL”.
- Extintor de polvo químico seco ABC de 10 libras de capacidad.

### **5.9. Selección del Sistema de Bombeo.**

En los cálculos realizados se determinó un caudal necesario para el sistema contra incendios de 400 GPM, se toma en cuenta que las bombas contra incendios están diseñadas para satisfacer un 150% del caudal total requerido.

La bomba seleccionada para el sistema contra incendio, conociendo que se cuenta con una cisterna como reservorio de agua, es una bomba centrífuga tipo vertical en línea.

Las características de la bomba seleccionada se encuentran en los Apéndices 4 y 5.

#### **Bomba Jockey**

La bomba jockey debe mantener la presión deseada en el sistema, se ha determinado que su capacidad variará entre el 1 al 5% con

respecto a la capacidad de la bomba principal, por lo tanto el caudal de la bomba jockey es:

$$Q = 3\% Q_{Bomba}$$

$$Q = 3\% ( 400 \text{ gpm} )$$

$$Q = 12 \text{ gpm}$$

La presión de la bomba jockey se considera 10 psi más que la presión de la bomba principal, por lo tanto la presión será de 145 psi.

Las características de la Bomba Jockey seleccionada se encuentran en los Apéndices 6 y 7.

### **Equipo Motriz y Tablero de Control de la Bomba Principal**

Se consideró el sistema de bombeo con motor eléctrico 220V tensión trifásica.

El tablero de control de una bomba contra incendio está diseñado de tal manera que asegure que el equipo entregue su vida técnica en presencia de un siniestro. El tablero de control integra un control electrónico montado sobre un circuito impreso y encapsulado para protegerlo de la humedad que existe siempre en los lugares o zonas donde se instalan los tableros.

Este control arranca el motor de acuerdo a la señal que recibe del interruptor de presión, básicamente el control electrónico es el que opera el sistema en posición automático, recibe la señal de los electrodos del cabezal del sistema mandando las respuestas de salida de arranque o paro del sistema, según la condición en la que esté, por lo tanto será importante que en la instalación se observe con cuidado las indicaciones para el correcto funcionamiento del sistema.

Los tableros de control de los equipos de bombeo con motores eléctricos contarán con los siguientes elementos:

- Tarjeta de poder con transformador, con relays de salida
- Breakers
- Contactores
- Válvula selenoide
- Transductor de presión
- Pantalla fluorescente de interfase con 80 caracteres montada en la puerta, botones de control tipo membrana y leds indicadores de fácil lectura.

- Tarjeta de control lógico con software de protocolo y puerto USB.
- Menú para configuración de parámetros de operación, protocolo de pruebas.



**FIGURA 5.5 TABLERO DE CONTROL BOMBA PRINCIPAL  
CONTRA INCENDIO**

#### **TABLERO DE CONTROL DE LA BOMBA JOCKEY**

La Bomba Jockey se encarga de mantener todo el sistema presurizado y compensa en caso de pequeñas fugas en el sistema. Los componentes estándar de un controlador para una bomba jockey son los siguientes:

- Breakers
- Contactor

- Relé térmico
- Transductor de presión



**FIGURA 5.6 TABLERO DE CONTROL BOMBA JOCKEY**

# **CAPÍTULO 6**

## **6. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS PRINCIPAL DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO**

En este proyecto de protección y lucha contra el fuego, es importante el diseño, construcción e instalación del sistema de abastecimiento de agua que conducirá las cantidades necesarias para la protección adecuada de los bienes. Es por eso que en todo sistema de distribución de agua, debe calcularse la forma que pudiera suministrar las necesidades de concentración que esta protección exige.

Las tuberías y anexos o accesorios que se usará en el sistema de abastecimiento, están calculados para presiones máximas de trabajo de 150lb/pulg<sup>2</sup> (10.5Kg/cm<sup>2</sup>).

Esto no quiere decir que sea buena práctica hacer funcionar estos sistemas a presiones tan altas, pero de ser necesarios se usan válvulas reductoras de presión a fin de conservar el sistema sin peligro.

La disposición del sistema de abastecimiento y los detalles de las instalaciones de bombeo pueden limitar la adecuación del suministro o influir sobre su fiabilidad, de ahí que es importante su construcción e instalación.

Las tuberías se calculan de forma que puedan soportar la presión y distribuir el agua hasta el punto de utilización. Existen tres clases de tuberías o conducciones de distribución en los sistemas de gran tamaño:

- Tuberías de alimentación primarias, que no son más que grandes tubos relativamente bien espaciados que transportan grandes cantidades de agua a los distintos puntos del sistema desde donde se distribuye a través de conducciones menores.
- Tuberías de alimentación secundaria que forman la red de dimensiones intermedias que refuerzan la red de distribución dentro de los diversos sectores del sistema primario de

alimentación, y contribuyen a la concentración del caudal de incendio necesario en un punto dado.

- Tuberías de distribución que forman una rápida red de conducciones menores que suministran agua a los hidrantes de incendios y a la toma de gabinetes para los edificios y otros.

Todas estas tuberías se unen por juntas mecánicas normalizadas o por juntas de presión.

Referente a las tuberías exteriores se usan tuberías de acero al carbono con construcción de calidad sin costura y de espesor adecuado de acuerdo a la célula y revestida para corrosión interior y exteriormente.

Debido a su gran resistencia a la tracción la tubería de acero es especialmente adecuada para áreas expuestas a acciones sísmicas o a impactos. La mayor resistencia del acero también le proporciona una ventaja en terrenos inestables o en grandes pendientes.

La tubería de acero debe cumplir con las normas del AWWA.

Las juntas de las tuberías de acero se obtienen mediante simples soldaduras utilizando bridas.

La soldadura debe cumplir con la Norma AWWA C206-62 "Soldadura en obras de las tuberías de acero para agua".

Los apoyos y suspensiones deben cumplir con las normas aplicables y realizarse con métodos de ingeniería reconocidos.

Considerar las Normas: NFPA 13 "Instalaciones de sistemas de rociadores automáticos", NFPA 24 "Instalaciones de la línea principal de servicios contra incendio y sus anexos", NFPA 14 "Instalación de sistemas de tuberías y mangueras.

Así como las presiones mínimas de trabajo para tuberías y anexos de 150 psi. Se procede a seleccionar el tipo de tuberías, tamaño, calidad y procedencia, así como el tipo de unión.

En caso de las soldaduras de las tuberías de acero se procedió a realizar así:

1. Pase con electrodo AWS6011-1/8" para raíz
2. 1 ó 2 cordones de relleno con AWS7018- 1/8"
3. Los pasos de acabado con AWS7018-1/8"

Se procedió con prevención de riesgo de incendio con la debida orden de trabajo en caliente y la supervisión del personal y equipo en el área de trabajo.

Un factor muy importante que se debe tener al construir el sistema de tuberías y anexos es la “**corrosión**” tanto externa como interna y su procesos de combatirla, para evitar el deterioro temprano de los elementos que forman el sistema de tuberías de suministro de agua para protección de incendio.

Las tuberías expuestas al exterior deben pintarse o protegerse de algún otro modo según lo requieran las condiciones atmosféricas.

Debe evitarse situar las tuberías sobre canalizaciones o áreas de muros de contención.

En cuanto a los anclajes de tuberías la mayor parte de las uniones de las tuberías convencionales no están calculadas para resistir la fuerza que tienden a separarlas. Cuando se necesita anclaje para las tuberías se debe considerar las cargas para las que el tipo de tubería escogida está calculada.

Es necesario también tener en cuenta las cargas aplicadas por el agua que circula por el interior de las tuberías. Es por esta razón que en los codos, conexiones en T y finales de tuberías así como en las zonas donde el agua cambia de dirección el tendido debe apoyarse en alguna superficie que resista las cargas aplicadas. El anclaje o la inmovilización de las juntas mediante abrazadores y barras del tipo

comúnmente empleados son eficaces para resistir el empuje del agua en todos los casos en que el terreno por sí solo no proporciona la suficiente estabilidad.

Todas las tuberías de cualquier material deben someterse a pruebas hidrostáticas por tramos o en conjunto una vez que queden instaladas y terminadas.

## **6.1. Cronograma de Construcción**

Anexo se encuentra el Cronograma de Construcción de las diferentes etapas que componen el Sistema Contra Incendio de la Empresa. Ver Anexo Cronograma

### **6.1.1. Selección del Personal de Mando, Supervisión y Técnico**

Se debe proceder a una selección excelente de personal con experiencia y conocimiento que cumpla los requisitos necesarios para llevar a culminar con éxito y calidad de acuerdo a las normas NFPA un proyecto de gran importancia.

En nuestro medio por el sistema laboral actual, las compañías e industrias de todo tipo para ejecutar sus

proyectos, proceden a seleccionar a personas naturales o personas jurídicas que tengan experiencias y cumplan debidamente los requisitos.

Además para ejecutar estos tipos de proyectos las personas naturales o jurídicas deben tener la logística y las herramientas para cumplir debidamente y a tiempo cualquier tipo de obra de esta índole.

Respecto a cumplir todos los requisitos sea de personal, logística o herramientas, las empresas o industrias que necesitan de este tipo de servicios, nombran la auditoría necesaria por medio de una fiscalización responsable, que es la que exigirá que se cumplen debidamente aspectos como:

- Calificación del personal según la actividad a realizar, como son soldadores, mecánicos, armadores, etc.
- Normas de seguridad de personal (botas adecuadas, cascos, tapones auditivos, guantes, ropa de seguridad, etc.).
- Grado de estudio de acuerdo a la responsabilidad, en especial para puestos de mando y supervisión.

Capacitación en el campo de acción a desarrollarse, de supervisores y personal técnico.

- Cumplimiento de los horarios de trabajo.
- Emisión de permiso de órdenes de trabajo.
- Equipo de seguridad en áreas a trabajar tanto para personal como de las herramientas que se usan.
- Reuniones de trabajo para conocer la marcha o ejecución de la obra o novedades que puedan retrasar el cronograma de ejecución.

#### **6.1.2. Pruebas de Personal Calificado**

Existen diferentes normas para calificación de procedimientos de soldaduras y soldadores para cañerías y tuberías como las AWS D109-60.

En nuestro medio se procede a calificar al personal de soldadores, según la posición de los trabajos a ejecutarse, el tipo de material y la soldadura a aplicarse.

Se preparan probetas o tramos de los materiales que se van a soldar, a fin de que el soldador proceda a soldar, una vez

concluida la operación de soldadura; se procede a ejecutar las pruebas para rayos X.

Así como se califica a los soldadores, también se hacen pruebas a los tuberos - armadores que pueden ser teóricas y prácticas, ya que estas personas deben conocer de lecturas de planos Isométricos, construcción de elementos mecánicos de ensamble especiales (codos de diferentes grados, tees, reducciones, empates de tubos con tubos, etc.).

Los mecánicos montadores deben manejar equipos de precisión debidamente como son: los niveles de precisión, relojes comparadores, micrómetros etc.; ya que ellos son los responsables de alinear, nivelar equipos costosos como bombas, motores eléctricos, acoples, tuberías, etc.

El personal de mando y supervisión, deben ser los primeros de estar preparados y conocer debidamente sobre soldadura, trazados de tuberías y accesorios, alineación y nivelación de equipo, vibraciones; a fin de cumplir debidamente sus funciones y ser punto de apoyo del personal técnico, cuando este lo necesite.

### **6.1.3. Selección de Logística y Herramientas**

A fin de llevar a cabo las operaciones de construcción e instalación de tuberías y anexos para un sistema contra incendio, el contratista o compañía ejecutora debe estar preparada con la logística y herramientas para la ejecución en taller y en sitio de todo lo necesario para el ensamblaje de tuberías e instalación de equipos.

Toda la logística depende del sitio de trabajo y su infraestructura, así como las trayectorias de ubicación de las áreas de riesgo, que en la mayoría de los casos están en posiciones alejadas y altas.

En lo que a logística básica, se requiere de:

- Escaleras metálicas.
- Arnés o Cinturones de seguridad.
- Carretas manuales, palas, barretas, etc.

Respecto a herramientas estas son múltiples y sus cantidades dependen del tamaño del proyecto, tiempo de entrega y cantidad de personal ejecutor.

Se usan generalmente:

- Soldadoras Eléctricas 220/440.
- Maquinas cortadoras o tronadora de metal.
- Equipo de corte -acetileno/ oxígeno.
- Esmeriles eléctricos 110 V.
- Pulidoras de metal.
- Equipos de seguridad de personal para soldadores, maniobras, mecánicos y ayudantes en general.
- Herramientas de banco.
- Taladros eléctricos y de percusión 110V.
- Herramientas de precisión.
- Herramientas de maniobras (tecles, cabos, fajas, etc.).
- Roscadora de tubos o neplera .
- Equipos de pinturas.

## **6.2. Normas de Seguridad del Personal.**

Para casos de limpieza con productos químicos peligrosos, el personal calificado para ejecutar este trabajo debe utilizar equipo protector para evitar cualquier daño a la salud. Por eso es importante solicitar instrucciones de uso de los fabricantes de los productos de limpieza peligrosos para evitar contratiempos y riesgos de salud o trabajo.

Todo el personal que trabaje en la prefabricación utilizará:

- Guantes,
- Gafas de seguridad,
- Amortiguadores de ruido y
- Botas de seguridad.

Los soldadores serán dotados de:

- Pantalla protectora con cristal inactínico (grado 10 o 12 según tipo de soldadura),
- Visor abatible,
- Guantes de cuero,
- Mandil o chaqueta,
- Polainas de cuero
- Botas de seguridad.

Se dispondrá de protectores auditivos cuando se trabaje con herramientas de alimentación eléctrica.

El personal que haga uso de equipo oxiacetilénico utilizará gafas de protección con cristal inactínico (grado 5 o 6) y pantalla facial.

Se utilizará el casco de protección durante todo el montaje del sistema contra incendio, especialmente en áreas donde exista el riesgo de caída de materiales, herramientas, objetos, etc.

La descarga de tuberías prefabricadas se hará en las zonas asignadas por el responsable de la obra. No se colocarán los tubos en los pasillos o zonas de paso donde constituirán un riesgo para el trabajo y un riesgo de accidente.

La zona de trabajo se mantendrá limpia y ordenada, la limpieza deberá realizarse diariamente.

Los trabajos en altura se realizarán preferentemente desde andamios o plataformas elevadoras. Se utilizará siempre arnés de seguridad que se amarrará por encima de la cabeza si es posible. Para desplazarse en altura se utilizará cables de vida de acero tensado y perfectamente amarrados.

En todos los trabajos en altura o en que se precise el uso de elementos de izado, se señalará al nivel del suelo el área de influencia de los mismos para evitar el paso de personal no autorizado en las zonas con riesgo de caída de objetos.

En el caso de tener que dejar una tubería de forma provisional en altura, se fijará de forma segura, mediante eslingas, cuerdas o cualquier modo que impida su caída aún en condiciones climatológicas desfavorables.

Los puntos que requieran trabajos de amolado, oxicorte o soldadura, deberán protegerse de manera que se evite proyección de chispas y material fundido.

Cada soldador dispondrá de una caja metálica en donde depositar las terminaciones o restos de electrodos gastados, evitando dejarlos caer al suelo, además se protegerá la zona acordonando el área cuando se utilice oxicorte.

Las zonas próximas a los extintores, se mantendrán limpias, en orden y con los accesos libres, para que los operarios del área afectada puedan hacer uso de ellos en caso de emergencia.

Se programarán los trabajos de pintado, para que no exista interferencia con otras actividades, especialmente con trabajos en caliente, soldadura y oxicorte. En caso de realizarse tareas de pintado por medio de aerógrafo, se acordonará la zona de trabajo, no permitiéndose la realización simultánea de ningún tipo de trabajo y en especial los trabajos en caliente.

No se colocarán los botes de pintura y otros elementos en los pasillos o zonas de paso donde constituirán un riesgo para el trabajo y un riesgo de accidente.

Todo el personal dedicado a la aplicación de pintura utilizará:

- Guantes,
- Pantalla facial,
- Botas de seguridad y
- Mascarilla respiratoria con filtro

El empleo inadecuado de herramientas de mano es origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo operario sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes y como medidas preventivas se debe considerar:

- Selección de las herramientas correctas para el trabajo a realizar
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado
- Uso correcto de las herramientas
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto
- Guardar las herramientas bien ordenadas y en lugar seguro.

### **6.3. Normas de Métodos de Trabajo**

La norma NFPA 51B es la más acertada que rige para prevención de incendios durante trabajos de soldaduras, cortes y otros trabajo en calientes que se presentan en la ejecución de un proyecto de sistemas contra incendio y que garantiza los riesgos de trabajos y accidentes de todos los que ejecutan los mismos, sean contratistas y administradores de proyecto, supervisores y los trabajadores ejecutores de aquellos trabajos en calientes.

Esta norma cubre medidas para prevenir pérdida de vida y propiedades debido a incendio o explosión como resultado de trabajos en caliente en instituciones, comercios y plantas industriales.

Esta norma cubre los siguientes procesos de trabajos en calientes:

- a) Soldaduras y proceso a fines.
- b) Tratamientos de calor.
- c) Esmerilado.
- d) Calentamiento de tuberías.
- e) Remachado en caliente.

- f) Aplicaciones similares productoras de chispa, llama o calor.

La responsabilidad de trabajar en caliente debe ser del Administrador o Gerente técnico o responsable designado por la Gerencia General, y su deber es:

- Disponer las operaciones de seguridad de la actividad de trabajo en caliente
- Establecer las áreas de permiso para trabajar en caliente
- Designar las autorizaciones de permisos individuales para trabajos en caliente
- Debe asegurar el sólo uso de aparatos aprobados tales como: antorchas, reguladores o válvulas reductoras de presión, tubos múltiples y generadores de acetileno.
- Asegurar que todos los individuos involucrados en operaciones de los trabajos en caliente incluyendo los supervisores, están familiarizados con todas las reglas de esta Norma 51B.

Todos los individuos deben ser entrenados en operaciones de seguridad de un equipo y del proceso de trabajo aplicado, además de tener conciencia de los riesgos inherentes

involucrados y entender los procedimientos de emergencia en el evento de un incendio.

El personal responsable del control de trabajo en caliente debe hacer conocer a los contratistas y personal acerca de sitios específicos de materiales inflamables, proceso riesgos y otros riesgos de fuegos potenciales.

El personal de Seguridad Industrial son los responsables de la operación segura de las actividades de trabajo en caliente, como el caso de la protección de combustibles por encendido:

- a) Ejecutar el trabajo en una ubicación libre, alejada de los combustibles.
- b) Si el trabajo no puede moverse de su sitio, asegurarse movilizándolo los combustibles a una dirección segura si es factible o protegerlo con un caparazón protector de cualquier peligro.
- c) Asegurar que el trabajo en caliente está programado de tal forma que la exposición del combustible o cualquier riesgo de fuego empiece durante la ejecución del trabajo en caliente.

Si a, b, y c no pueden cumplirse, el trabajo en caliente no puede ejecutarse.

Este personal debe determinar que los equipos extintores y protectores de fuego estén apropiadamente ubicados en sitios.

En cuanto al operador del trabajo en caliente debe manejar el equipo con seguridad y usarlo sin poner en peligro su vida y propiedad. El operador debe tener el permiso de trabajo en caliente aprobado antes de empezar a trabajar.

El operador debe cesar de trabajar si observa condiciones de inseguridad y debe notificar al supervisor para nuevas inspecciones de la situación.

El supervisor debe estar consciente del sitio de trabajo y el trabajo en caliente, debe asegurar que las condiciones de seguridad estén manteniéndose durante el trabajo en caliente, de ahí que el tiene la autoridad para parar las operaciones de trabajo en caliente si se desarrolla en condiciones inseguras

El supervisor debe tener los equipos de extinción de fuegos listos y disponibles, debe estar entrenado en su uso, además debe estar familiarizado con las facilidades y procedimientos de sonidos de alarmas en el evento del incendio.

En cuanto a cumplir lo anterior para ejecutar trabajos en caliente las áreas no permitidas para ejecutar el mismo serán:

- a) Áreas no autorizadas por el administrador.
- b) En lugares con presencia de atmosfera explosiva (como es mezcla de gases inflamables, vapores, líquidos o cenizas con aire ambiente).
- c) En áreas de atmosfera explosiva que pueden desarrollarse por falta de limpieza interior o preparación inapropiada de recipientes, tanques u otros contenedores y equipos que han almacenado materiales inflamables.
- d) En atmosferas explosivas que pueden desarrollarse en áreas con acumulación de desperdicio de combustibles.

Antes de que operaciones de trabajo en caliente empiecen en un lugar no asignado, se debe requerir un permiso escrito y que cumpla con:

1. Los equipos de trabajo en caliente que se van a usar deben estar en condiciones de operaciones satisfactorias y bien reparadas si ese fuera el caso.
2. Donde materiales combustibles, tales como recorte de papel, virutas de madera, o fibra textiles, están sobre el

piso este deben ser barrido y limpiado. Pisos combustibles (excepto madera y concreto) debe mantenerse mojados, estar cubiertos con una capa de arena o ser protegidos por placas no combustibles o retardadoras del fuego. Cuando los pisos hubieran sido mojados, el personal de operación de soldadura por arco o de equipos de cortes deben protegerse de posible shock.

3. Todos los combustibles deben ser reubicados del sitio del trabajo.

Si la ubicación es imposible, los combustibles deben ser protegidos con cubiertas retardadoras del fuego o placas de cortinas retardadores del fuego. Los bordes de estas cubiertas del piso deben estar bien ajustados o apretados para prevenir que alguna chispa se introduzca en ellas, incluyendo las cubiertas traslapadas cuando protegen grandes pilas.

4. Si el trabajo es ejecutado cerca de paredes, divisiones, techos o tumbados de construcción combustible, placas retardadoras de fuego o guardas deben ser adecuadas para prevenir las llamas.
5. El trabajo en caliente no debe ejecutarse sobre divisiones, paredes, tumbados o techos que están cubiertos o

aislados por material combustible o que son de panel tipo sándwich de material combustible.

6. Personal debe estar cerca para protegerse adecuadamente y pronto de calentamiento, chispas, y escorias.
7. Los extintores deben estar cargados totalmente y en condiciones de operación buena para solucionar conatos de incendio en áreas calientes.

Los procesos de trabajo en caliente son parte importante en nuestros medios industrial. También a menudo, las personas involucradas en el uso de aquellos procesos no cumplen totalmente las normas y el uso impropio da como resultado pérdida de vidas y propiedades debido al fuego y a explosiones.

En las factorías la ejecución inapropiada de trabajo en caliente es la mayor causa de incendios.

Respecto a los cables de las soldadoras eléctricas deben ser inspeccionadas frecuentemente y aquellos cables con aislantes dañados deben ser reciclados o reemplazados.

Los cables deben ser levantados afuera de la cubierta cerrada acerada, mamparas, o donde sea posible, para reducir la posibilidad de cortos circuitos o tierra.

Cuando los cables están expuestos a tránsito de personal o vehículos, la protección adecuada debe disponerse para prevenir ser triturados o quebrados.

Cuando la máquina no está en uso los electrodos deben ser removidos del porta electrodo, y este ser ubicado de tal forma que no cause arco o circuitos eléctrico.

En el caso de instalaciones eléctricas temporales, los cables eléctricos y equipos deben protegerse por deterioro físico y a su vez deben inspeccionarse frecuentemente. Defectos en los cables, accesorios o equipos de un tipo, responsable de crear condiciones riesgosas deben ser prontamente remediados.

Antes de proceder a trabajar el supervisor debe estar informado de la ubicación donde se va a proceder a soldar, quemar o ejecutar trabajos en caliente. En el evento de un incendio el supervisor del área en el cual ocurre el fuego debe ejecutar las siguientes funciones:

1. Llamar al departamento de bomberos.
2. Accionar la alarma del departamento de incendios.
3. Dirigir a los servicios responsables de aplacar el fuego al sitio del incendio.

Para caso de trabajo en caliente como soldaduras, cortes y producción de chispas en trabajos similares, estos no deben permitirse en áreas de almacenamiento de líquidos inflamables hasta que una autorización escrita de los responsables de la seguridad de la planta lo permita.

El permiso debe involucrar a las personas responsables para control e inspección del área de trabajo, a fin de asegurar que las apropiadas precauciones se han tomado, por lo tanto se puede trabajar, sin problema.

#### **6.3.1. Métodos de Soldaduras a Aplicarse**

Referentes a las especificaciones de métodos para la instalación de tuberías que se instalen en el sistema contra incendios, se han tomado de normas como son:

NFPA 13 “Instalación de sistemas de rociadores automáticos”,  
NFPA 14 “Instalación de sistemas de tuberías y mangueras”,

NFPA 24 “Instalación de la Línea principal de servicios contra incendio y sus anexos”.

Con el fin de conocer el método de soldadura a aplicarse, se tiene que especificar qué tipo de tuberías y accesorios es la que se recomienda usar según la normalización y que pueden ser:

Tuberías de acero al carbono soldadas y sin costuras, que cumplan con la Norma ASTM A795.

Tuberías de acero al carbono soldada y sin costuras que cumple con la norma ASTM A53.

Para ambos casos las tuberías deben estar diseñadas para presión de trabajo mínimas de 150 psi.

Las uniones de las tuberías pueden realizarse de algunas formas como:

- Uniones soldadas para el caso de tuberías metálicas con diámetro de 3 pulgadas y superiores, sean con unión soldada entre sí o por bridas; pero deben cumplir los métodos ajustados a la Norma AWS D10.9.

- Uniones acanaladas de acuerdo a la disponibilidad, en especial se usa este tipo de uniones acanaladas en áreas que prohíben soldar. Se usa la unión Victaulic.

En todo caso se debe cumplir con presión de trabajo mínimo de 150 psi, consideraciones de resistencia al fuego, condiciones de instalaciones, corrosión y susceptibilidad a cargas externas, incluso la carga en instalaciones bajo edificio y áreas de tráfico o carga de vehículos.

En caso de las tuberías atraviesen un muro o algún elemento cimentación deben protegerse contra la fractura, manteniendo una holgura anular de 5cm alrededor de la tubería y rellenándolo con alquitrán mineral o asfalto.

A fin de evitar contratiempos se debe proceder a calificar a los soldadores con prueba previa bajo control y supervisión de empresas especializadas en el medio, que emitirán un certificado personal de cada soldador, bien sea de aceptación o rechazo para ejecutar los trabajos de soldaduras.

Se debe supervisar que los procesos de soldado cumplan con las normas básicas de ingeniería. Se debe soldar en taller más no en edificios. Si es eminente soldar en sitio habrá que

solicitar el “Permiso para soldar”, emitido por el departamento de Seguridad Industrial de la compañía.

Para el soldado de tuberías:

- Se hará un primer pase con electrodo AWS 6010- 1/8” para al raíz, luego 1 ó 2 cordones de relleno con AWS 7018.
- Y al final los pases de acabado con AWS 7018.

Respecto a las juntas soldadas se debe cumplir con:

- Para el caso de juntas soldadas de dos extremos de tuberías se aplica especificaciones de una junta a tope con chaflán en V.

Se prepara un chaflán de 60° con raíz de 1/8” y una luz de 3.2mm. La primera pasada de electrodos se hará con AWS – 6010-1/8” y luego se harán otros pases con electrodos de AWS 7018-1/8” para los rellenos y 5/32” para los acabados.

### **6.3.2. Método de Selección de Soportería.**

Las tuberías en succión y descarga de la bomba deben ser rápidamente soportadas lo más cerca posible a las conexiones de las bombas, deben estar ajustadas de tal manera que la tuberías no transmitan ningún esfuerzo a los filos o bridas de las bombas.

Esencialmente las tuberías deben estar soportadas de la estructura del edificio, la cual debe soportar la carga de las tuberías llenas de agua más una carga de 250 libras aplicada en el punto de soporte.

Los soportes en tuberías exteriores sobre el nivel de tierra serán bloques de hormigón ubicados cada 5 metros.

Los soportes en tuberías elevadas serán en cada columna y habrán soportes colgantes adicionales, pero la distancia entre soportes no debe exceder de 4 metros.

Respecto a los rociadores se cumple los mismos métodos aplicados de soportería anteriores:

- La máxima distancia permitida entre soportes de los brazos de tuberías de rociadores para diámetro de 1" es de 4 metros.
- La máxima distancia permitida entre soportes para diámetros de 1 ½ hasta 2" es de 5 metros



**FIGURA 6.1 SOPORTE TUBERÍA SISTEMA CONTRA INCENDIO**

### **6.3.3. Sistemas de Aplicación de Pinturas para Protección de Equipos, Accesorios y Otros**

Antes de proceder a la pintura para protección de equipos, accesorios y otros; que se usa en el sistema contra incendio y

que son construidos en sitios, existen algunos métodos de limpieza a considerar y aplicarse:

- Sandblasting abrasivos.
- Agua a presión baja.
- Sandblasting con agua a presión alta (25.000 a 40.000 psi).
- Vapor a presión alta.
- Agentes limpiadores especiales (Solventes, desengrasantes, agentes neutralizadores o emulsificadores).
- Remoción física (Vacio, absorción con palas, con trapos o wipe).

Las partes que son inaccesibles después de su fabricación, pero que están sujetas a corrosión, deben estar protegidas por pinturas antes de su ensamble. Superficies en juntas impermeabilizadas deben ser pintadas con aceite limpio o barniz.

Después de la construcción, todas las costuras soldadas, los bordes no pintados y algunas áreas donde la primera mano de pintura presenta deterioro o daño debe ser limpiado por soplo y pasado otras manos de la misma pintura.

Todas las superficies interiores terminadas de pintar (expuesta al agua almacenada) deben ser reglamentadas de acuerdo con los requerimientos para Sistemas de Pinturas Interior # 1 de la AWWA D102.

# CAPÍTULO 7

## **7. PRUEBAS, MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES DE ACUERDO A NORMAS (NFPA)**

La NFPA 25 establece los requerimientos mínimos para la inspección periódica, prueba y mantenimiento de sistemas de protección de incendio basados en agua, los tipos de sistemas dirigidos por esta norma incluyen, pero no está limitado a rociadores, gabinetes y mangueras, sistemas fijos de agua por pulverización y agua – espuma.

Esta norma se aplica a sistemas que han sido instalados de acuerdo con prácticas normalmente aceptadas.

El propósito de esta norma es prevenir el requerimiento que aseguren un razonable grado de protección para la vida y propiedades en caso de incendios a través de una inspección mínima, pruebas y métodos

de mantenimiento de los sistemas de protección de incendio basado en agua.

Es así que en casos de determinar situaciones que involucran distintos y varios riesgos para la vida y propiedades, las autoridades seccionales deben exigir urgentemente inspección, pruebas y métodos de mantenimiento de acuerdo a las sugeridas por la " Norma NFPA 25".

La prueba del sistema es por un procedimiento que determine el estado de las partes por chequeo físico llevados periódicamente como: Pruebas de flujo de agua, prueba de la bomba, pruebas de alarmas, pruebas de tuberías secas, pruebas de válvulas de inundación y pre acción.

Por medio de inspecciones periódicas pruebas y mantenimientos los equipos se mantendrán en buenas condiciones y algún defecto o daño puede ser descubierto y solucionado.

Esta tarea debe ser ejecutada por personal que ha adquirido capacidad a través de entrenamiento y experiencia.

Cuando los propietarios no están ocupando la propiedad, ellos deben permitir el paso de la autoridad para inspeccionar, probar, y hacer el mantenimiento del sistema.

Los responsables deben notificar a las autoridades la paralización del sistema para proceder a su inspección, prueba y mantenimiento y tiempo de duración.

Las conexiones y reparaciones deben ser ejecutadas por personal o contratista calificado.

Cuando se procede a realizar cambio de procesos, cambio de materiales a almacenar en el edificio o planta, se debe hacer una evaluación previa para analizar la capacidad de protección de los nuevos cambios. Cuando los cambios en el proceso de las plantas, riesgos, suministros de agua, comodidades de almacenamiento, modificaciones del edificio u otras condiciones, que afecten la instalación actual del sistema sean identificadas, se debe proceder a ejecutar algunos pasos tales como: Contactar contratista calificado, ingeniero o consultor para evaluar adecuadamente el sistema en orden de proteger las propiedades de los riesgo en cuestión.

Una vez que esta evaluación encuentre deficiencias del sistema, se debe proceder hace las operaciones apropiadas y verificar el sistema para que trabaje debidamente.

Debe tenerse una bitácora para anotar los records de las inspecciones, pruebas y mantenimientos, los records de procedimientos ejecutados, la organización de la ejecución del trabajo y las novedades, resultados y las fechas; records de los mantenimientos y novedades ejecutadas por el personal de planta. También en la bitácora debe estar la planificación para la próxima inspección, prueba y mantenimiento que lo requiere la norma.

Los resultados de las pruebas siempre deben acompañarse con las pruebas iniciales en caso de disponer de ellas o con las últimas y recientes a fin de analizar parámetros.

### **7.1. Pruebas Hidrostáticas y Gradiente Hidráulico**

En los sistemas contra incendio toda la tubería debe ser probada hidrostáticamente a 200 psi (13.8 bar) o a 50 psi (3.4 bar) en exceso de la máxima presión estática donde esta excede 150 psi (10.3 bar).

La presión debe mantenerse sin pérdida por dos horas.

La cantidad de fuga en tuberías de agua debe ser medida a una presión de prueba específica por bombeo desde un recipiente calibrado. La fuga no debe exceder 1.89 litros/hrs por 100 juntas, sin considerar el diámetro de la tubería.

Durante las pruebas, la presión en los accesorios de descarga debe ser por lo menos igual a la mínima presión de operación del sistema o sistemas aprobados.

Un gradiente hidráulico es un perfil de la presión residual.

Su función es la representación grafica de las características del caudal en el interior de una tubería.

El gradiente es un factor importante en el cálculo y proyecto de las conducciones maestras y de las líneas distribuidoras principales de los sistemas de abastecimiento de agua.

El gradiente hidráulico es un procedimiento útil para investigar las condiciones o estados de las tuberías de distribución públicas o privadas cuando las pruebas producen resultado inferior a los esperados.

Las pruebas de gradientes de un sistema particular para protección contra incendio, generalmente se hacen sobre tramos de tuberías de longitud inferior a los que se utilizan para hacer

pruebas en los sistemas públicos. Para reducir el número de pruebas, deben escogerse tuberías que sean representativas de la edad y estado de conservación de sistemas. Debe hacerse pasar a través del tramo sometido a pruebas, caudal relativamente alto para obtener una caída de presión máxima, con lo que se minimiza el efecto de la frustración de presión o las lecturas inexactas del manómetro. Los datos obtenidos de los gradientes hidráulicos son fácilmente aplicables al cálculo de los valores  $C$  (coeficiente de descarga), de las tuberías sometidas a pruebas.

La pérdida de presión de las válvulas y conexiones, de haberlas, debe deducirse de la pérdida de presión observada antes de calcular  $C$ ; de otro modo, el valor obtenido será demasiado bajo.

Si existen más de dos puntos de medición, debe intentarse hacer medidas y lecturas simultáneas, y se puede obtener generalmente resultados satisfactorios trasladando progresivamente el manómetro de un hidrante a otro, mientras se mantiene el interior del caudal de prueba.

La presión estática verdadera obtenida en condiciones de ausencia de caudal, resulta en el gráfico en forma de línea horizontal.

La presión estática en las conducciones para servicio de incendio pueden obtenerse generalmente con facilidad porque prácticamente no habría caudal normal (excepto en los sitios e instalaciones que tienen sistemas combinados de suministro de agua para uso industrial y protección contra el fuego).

Es también generalmente deseable trazar el perfil de la tubería sometido a pruebas, conjuntamente con el gradiente que desciende por debajo de la línea de la tubería, es una muestra que la presión de tubería es inferior a la atmosférica.

Esta condición puede tener como resultado un caudal defectuoso o el principio de estos cambios bruscos de presión, que son peligrosos.

El remedio consiste en reducir el caudal o disminuir la pérdida por fricción, limpiando y revistiendo interiormente la tubería o sustituyéndola por otra de mayor capacidad.

Cuando se encuentra en la pruebas del gradiente valores de  $C$  inferiores a 80, la tubería debe limpiarse y revestirse internamente por los métodos normales. Sin embargo, independientemente del valor de  $C$ , las tuberías de pequeños diámetros, deben sustituirse por tuberías de diámetro adecuado. Si se emplea tuberías de

hierro o acero, deben estar forradas interiormente, y también existen otro tipo de tuberías con valor de C casi constante.

#### **7.1.1. Pruebas de Tuberías y Mangueras**

Las pruebas deben ser realizadas por una persona calificada. Cuando hay posibilidad de daño por agua, debe hacerse una prueba de aire en el sistema a 1,7 bar (25 psi) antes de introducir agua al sistema.

##### **➤ Pruebas de Flujo**

Debe realizarse una prueba de flujo cada 5 años en la conexión de mangueras hidráulicamente más remota de cada zona del sistema de columna para verificar que el suministro de agua continúa proporcionando la presión de diseño requerida.

Cuando no es posible la prueba de flujo en la salida hidráulicamente más remota, debe consultarse a la autoridad competente sobre la localización apropiada para la prueba.

Todos los sistemas deben probarse para flujos y presión según los requisitos en efecto en el momento de la instalación.

Se deben discutir anticipadamente con la autoridad competente los métodos actuales de pruebas y los criterios de desempeño.

Las pruebas deben hacerse en el desagüe, el punto bajo de cada columna o en la conexión de prueba del desagüe principal, donde la tubería de suministra entra al edificio (cuando se provee).

Deben suministrarse indicadores de presión para la prueba “Los manómetros deben reemplazarse o probarse cada 5 años por comparación con un indicador calibrado, los manómetros que no son exactos hasta dentro del 3 por ciento de la escala plena deben recalibrarse o reemplazarse”.

➤ **Pruebas Hidrostáticas**

Se debe hacer pruebas cada 5 años a los sistemas de columna seca y las partes secas de los sistemas de

columna húmeda a no menos de 13,8 bar (200 psi) de presión por 2 horas, ó a 3,4 bar (50 psi) por encima de la presión máxima, cuando la presión máxima es mayor de 10,3 bar (150 psi).

La presión de prueba hidrostática debe medirse en el punto de elevación del sistema individual o zona que está probando. La tubería interna de la columna no debe mostrar filtraciones.

### **Conexiones de mangueras**

Después de cada uso, todas las mangueras conectadas a sistemas de rociadores deben limpiarse, escurrirse y secarse completamente antes de ponerlas en servicio. Las mangueras que han estado expuestas a materiales peligrosos deben desecharse de manera apropiada o se deben descontaminar por un método aprobado para el contaminante y según recomendación del fabricante. Los equipos que no pasan las estipulaciones de inspección de los requisitos de pruebas deben ser reparados y probados de nuevo o reemplazarse.

### 7.1.2. Prueba de Extintores

Los extintores tienen una vida útil de 20 años y durante esa vida útil se les somete a una prueba llamada retimbrado o prueba hidráulica, cada 5 años. Esta prueba es de obligado cumplimiento según el Reglamento de Aparatos a Presión.

La primera prueba la realiza el fabricante de los aparatos antes de ponerlos a la venta, esta prueba se denominada timbrado, y debe figurar en el envase del extintor marcado normalmente con las siglas Ph de prueba hidráulica. Esta prueba sirve para los primeros 5 años, al cabo de este tiempo la empresa mantenedora que el cliente elija deberá hacerse cargo del mantenimiento y realizar una segunda prueba a los 5 años, una tercera a los 15 y una cuarta prueba a los 20 años, llegando así al último año de vida útil del extintor.



**FIGURA 7.1 PLACA IDENTIFICATIVA DEL EXTINTOR**



**FIGURA 7.2 PLACA QUE IDENTIFICA QUE EL EXTINTOR ESTÁ HOMOLOGADO.**

Cada tipo de extintor tiene su presión de timbre dependiendo del fabricante, por lo que en los extintores tendrán que ser retimbrados de acuerdo con esa presión.



**FIGURA 7.3 MARCADO PH SOBRE EXTINTOR**

**Pasos a seguir para hacer la prueba hidráulica o retimbrado de los extintores contraincendios tipo polvo A-B-C:**

1. Los extintores se abren desenroscando la válvula de su envase para que pierda la presión de que dispone en su interior, que suele ser alrededor de los 15K/cm<sup>2</sup>, dependiendo del fabricante.

La cánula es el tubo que lleva la válvula roscado a ella, que llega hasta el fondo del recipiente para poder vaciar todo el contenido de su interior del extintor.

2. Una vez haya perdido toda su presión interior, se saca la válvula junto con la cánula que esta roscada a ella, para poder aspirar todo el polvo de su interior dejándolo vacío. El polvo es aspirado por una máquina que dispone a su vez de una tolva para guardar ese polvo y posterior rellenado una vez terminada la prueba hidráulica.

3. El envase es llenado con agua, para poder dar mediante una máquina neumática presión al envase, la presión es mantenida durante un tiempo, para comprobar que no existen fugas ni deterioros en el recipiente.

La maquina dispone de un colector donde va conectado un latiguillo de alta resistencia para poder dar la presión al envase y conectado en su lado opuesto, un elemento de

tope para hacer la conexión al recipiente lo más rápido y seguro posible en la prueba hidráulica.

4. Una vez terminado ese paso, se vacía el extintor del agua y se pone boca abajo para depositarlo en la maquina secadora durante un espacio de tiempo que dura su secado.

La maquina dispone de unas resistencias en su interior para dar aire caliente, saliendo por sus tubos el aire forzado donde va colocado el envase o extintor ya que es muy importante que el interior del envase este seco.

5. Una vez comprobado el secado del envase, se dispone a ser rellenado con el polvo extraído anteriormente del extintor, dándole su mismo peso anterior. Una vez rellenado con el polvo y antes de cerrar el extintor se procede a cambiar la junta de teflón del cuello del extintor, se le coloca la etiqueta identificativa de que ha sido abierto el extintor, como garantía, se engrasa la válvula procediendo a cerrar el envase y recargándolo de presión con nitrógeno seco.
6. Una vez cerrado el extintor, con la ayuda de la mordaza para sujetar el extintor y la llave para roscar la válvula al envase, se procede a recargarlo con nitrógeno seco,

dándole la presión necesaria de servicio según nos indica el fabricante.

7. Terminado todo el procedimiento, se anota en la etiqueta la prueba que se ha realizado y se cuña en el recuadro de la placa del extintor el mes y año del retimbre, estando preparado para otros 5 años.
8. Una vez terminado, se limpia para entregarse al cliente.



**FIGURA 7.4 EXTINTOR CON LA VÁLVULA DESENROSCADA.**



**FIGURA 7.5 MÁQUINA PARA VACIADO Y RECARGA AUTOMÁTICA DE EXTINTORES DE POLVO.**



**FIGURA 7.6 FASE EN LA QUE EL EXTINTOR SE LLENA CON AGUA.**



**FIGURA 7.7 MÁQUINA NEUMÁTICA PARA DAR PRESIÓN A EXTINTORES DE POLVO Y CO2.**



**FIGURA 7.8 MÁQUINA DE SECADO PARA EXTINTORES.**



**FIGURA 7.9 RECARGA DE EXTINTOR CON POLVO.**



**FIGURA 7.10 EXTINTOR RETIMBRADO CON SU VÁLVULA.**



**FIGURA 7.11 RECARGA MANUAL DE NITRÓGENO.**



**FIGURA 7.12 EXTINTOR RETIMBRADO Y PREPARADO PARA ENTREGÁRSELO AL CLIENTE.**

### **7.1.3. Pruebas de Sprinkles**

Los rociadores deben inspeccionarse desde el nivel del suelo anualmente.

Los rociadores no deben mostrar señales de filtraciones; deben estar libres de corrosión, materiales extraños, pintura y daño físico; y deben estar instalados en la orientación correcta (ej., montante, colgante o en pared lateral).

La sensibilidad térmica debe no ser menor que las permitidas en las pruebas de post-corrosión de nuevos rociadores del mismo tipo.

Los rociadores que han estado en servicios por muchos años no deben ser sometidos a todas las pruebas de calidad de un

rociador nuevo. Sin embargo, si hay algunos cuestionamientos acerca de su rendimiento continuo satisfactorio, los rociadores deben ser reemplazados.

Los rociadores antiguos están permitidos ser reemplazados por otros rociadores antiguos. Los rociadores antiguos no pueden usarse para reemplazar rociadores normalizados actuales sin aprobación después de una completa revisión del sistema. Los rociadores viejos cuya descarga es del 40 % en posición hacia arriba del techo, pueden ser instalados en ángulo recto hacia arriba o inclinados.

Es importante que algunos rociadores de reemplazo tengan la característica de los rociadores a reemplazar como rango temperatura, características de respuesta, espacio requerido, razón de flujo y factor K no pueden ser cambiado, un rociador con similar características se debe usar para reemplazarlo y el sistema debe ser evaluado para verificar que rociador es el apropiado para el uso que se necesita.

Se debe tener un stock mínimo de 2 rociadores de cada tipo y rango de temperatura de aquellos instalados.

Los rociadores de ampolla de vidrio deben reemplazarse si la ampolla se ha vaciado.

Los rociadores instalados en áreas inaccesibles por razones de seguridad debido a operaciones de proceso, deben inspeccionarse durante cada cierre programado.

En el caso de sistemas de rociadores de tuberías húmedas las conexiones de mangueras deben ser de 40 mm (1 ½”), las válvulas, mangueras y pistones suministrados para el sistema son considerados componentes del sistema de rociadores.

Los componentes no requieren estar abiertos o expuestos. Puertas, paredes removibles, huecos de válvulas deben permitir satisfacer la necesidad de accesibilidad. Tales equipos no deben estar obstruidos por elementos como paredes, ductos, columnas, stock de almacenamiento.

Cuando un sistema de rociadores ha estado fuera de servicio por un periodo prolongado, para retornar al servicio, es recomendable que un supervisor responsable con experiencia realice inspecciones y pruebas de sistema.

Las normas establecen la frecuencia mínima de inspección y prueba, responsabilidades, pruebas de rutinas y los

procedimientos de reportes pero no definen límites precisos de anomalías cuando las acciones de mantenimiento son requeridas.

El mantenimiento preventivo incluye pero no limita lubricación de ejes de válvulas de control, ajuste de empaques del prensa estopa en válvulas y bombas, condensación de aire de compresores, líneas de aire, drenajes auxiliares de tuberías secas, limpieza de filtros.

El mantenimiento correctivo incluye pero no limita reemplazo de rociadores dañados, corroídos o pintados, ajuste de tuberías flojas, reemplazos de soportes desaparecidos, limpieza de impulsor de la bomba, reemplazo de asientos de válvula y empaques, restaurar o chequear áreas sujetas a congelamientos donde están las tuberías de llenado instaladas y reemplazar mangueras rotas o pérdidas, así como pistones.

Se debe tener cuidado para reemplazar los rociadores que deben ser del mismo tipo y modelo, que reúnan las características iguales a la original.

#### **7.1.4. Pruebas del Sistema Presurizado**

Deben probarse las tuberías para verificar el estado interno de las mismas a intervalos mínimos de 5 años.

Las pruebas de flujo deben hacerse con flujos representativos de los que se espera durante un incendio con objeto de comparar las características de pérdida por fricción de la tubería con aquellas esperadas del tipo particular de tubería, considerando la edad de la tubería y los resultados de las pruebas de flujo anteriores.

Cualquier prueba de flujo que demuestre deterioro del flujo de agua y presión disponibles debe investigarse a completa satisfacción de la autoridad competente para garantizar que el flujo y presión requeridas están disponibles para la protección de incendios.

#### **7.1.5. Prueba de Bombas Contra Incendio**

Una bomba contra incendio y sus accesorios provee flujo de agua (caudal) y presión para la protección de incendio de sistemas privados y públicos. Los accesorios incluyen: la tubería de

succión de suministro de agua y la tubería de descarga, válvulas, controles y equipos auxiliares anexos a ellos.

El propósito de la prueba de las bombas es asegurar operación manual y automática, con demanda y entrega continua de acuerdo con los requerimientos del sistema. Un propósito adicional es detectar eficiencia de las bombas y accesorios, no evidentes por inspección visual.

El flujo máximo para una bomba de incendio es de 150% de la razón de flujo.

Una válvula de alivio de presión es aquella que abre durante una condición de flujo para descargar agua que no es medida por los dispositivos de registro.

En la prueba de una bomba, la válvula de alivio debe reajustar las presiones de alivio en exceso de la presión de operación normal de los componentes del sistema.

Si la válvula de alivio de presión está abierta durante las condiciones de flujo debido al hecho que la presión es elevada para los componente en el sistema de protección de incendio, la

válvula de control de descarga debe estar cerrada, previo a cerrar la válvula de presión de alivio para asegurar que el sistema de protección de incendio no está sobre presurizado. Después de la prueba, asegúrese de que la válvula este abierta otra vez.

Si la bomba y conductor fueron enviados de fabricas, ambos montado sobre una base común y alineado debidamente. El realineamiento es necesario después que la unidad completa haya sido nivelada sobre la fundición con su respectiva lechada de cemento y sus pernos de anclaje y que, estos sean apretados totalmente. El alineamiento debe ser chequeado después que la bomba este con sus respectivas tuberías de succión y descarga, así como es lógico el chequeo periódicamente.

Las pruebas de los equipos deben ser de alta calidad y precisión, todos los equipos deben calibrarse dentro de los 12 meses. Los equipos que pasan la prueba deben ser marcados con el nombre del ejecutor y la fecha de la prueba.

Los manómetros de presión deben tener una precisión de no mayor que el 1% de la escala completa. Para facilitar la lectura en un manómetro análogo, el diámetro de la caratula debe ser mayor a 3 pulg., no se debe usar manómetros de escala mayor a la necesidad de la medida a tomar, como manómetro de 300 psi

no se debe usar para medir presión de 20 psi. El manómetro debe probarse cada 5 años.

Estas bombas contra incendio deben someterse a pruebas como:

1. La prueba semanalmente de la bomba de Incendio conductora del flujo de agua hacia el exterior. Esta prueba debe ser conducida por el arranque automático de la bomba.
2. La bomba eléctrica debe rodar un mínimo de 10 minutos.

La válvula instalada a la salida debe abrirse para seguridad de la descarga.

El regulador de prueba automático semanalmente puede ser sustituido por el procedimiento de arranque.

Personal calificado debe atender durante la operación semanal de la prueba.

Las observaciones visuales pertinentes o ajustes especificados en las siguiente lista de chequeo deben ser ejecutadas, antes de que la bomba opere.

1. Sistema de la bomba

- a) Observar la lectura de presión de succión y descarga del sistema en el libro de bitácora.
- b) Chequear los empaques del casquillo de la prensa estopa para goteo de enfriamiento.
- c) Ajustar las tuercas de prensa estopa si es necesario.
- d) Chequeo de ruido extraño o vibración
- e) Chequeo caja de empaque, rodamiento o carcasa de la bomba para sobre calentamiento.
- f) Revisar la presión de arranque de la bomba

## 2. Sistema eléctrico

- a) Observar al regulador del motor para acelerar la velocidad
- b) Revisar el time controlador como primer paso (para reducir voltajes o reducir corriente de arranque).
- c) Chequear el regulador de operaciones de la bomba después del arranque (para controladores de paro automático).

Respecto a las pruebas anuales de cada bomba debe ser conducida bajo mínima razón y flujo picos de la bomba, controlando la cantidad de agua descarga a través de los dispositivos de prueba aprobados. Si la disponibilidad de suministro de succión no permite flujo del 150% de la razón de la capacidad de la bomba, la bomba de incendio debe operar a la máxima descarga permitida.

La presión de descarga y succión de la bomba y las medidas del medidor de flujo determinan la salida total de la bomba.

Las observaciones visuales pertinentes, medidas y ajustes especificado en las lista de chequeo siguiente, deben ser conducidas anualmente cada vez que la bomba vaya a operar bajo flujo de agua.

1. Condiciones de no flujo (resolver)

- a) Chequear la válvula de alivio para operación del agua de descarga.
- b) Chequear la válvula de presión de alivio (si está instalada para operación debida).
- c) Continúe la prueba por ½ hora.

2. En cada condición de flujo

- a) Revise y anote el voltaje y corriente el motor (todas las líneas).
- b) Revise y anote la velocidad la bomba en rpm.
- c) Anote las lecturas simultáneas de las presiones de succión y descarga y el flujo de descarga de la bomba.

Para instalación que tiene una válvula de alivio, la operación de la válvula de alivio debe ser observada de cerca durante cada condición de flujo para determinar si la presión de descarga de la bomba excede la presión de operación normal de los componentes del sistema.

La válvula de alivio de presión también debe ser observada durante cada condición de flujo para determinar si la presión de la válvula de alivio se acerca a la presión apropiada.

Una válvula de presión de alivio que esté abierta durante una condición de flujo pueda afectar los resultados de la prueba.

La válvula de presión de alivio debe estar cerrada durante las condiciones de flujo si se necesita alcanzar la razón mínima

característica de la bomba y volver a su posición normal en la terminación de la prueba de la bomba.

Las condiciones de alarmas deben ser simuladas por activación de los circuitos de alarmas donde están colocados los sensores y todos los dispositivos indicadores de alarmas locales y remotas (visuales y auditivas) deben ser observados su operación.

Debe tenerse especial cuidado para trabajar cerca del motor eléctrico conductor de la bomba contra incendio.

Después que las pruebas de flujo de agua se han ejecutado, la malla de la línea de succión del reservorio debe ser inspeccionada y limpiada de basuras y obstrucciones.

La bomba de incendio debe considerarse aceptable si tal vez una de la siguientes condiciones se presentan durante la pruebas.

- La prueba iguala la regulación inicial del campo de aceptación de la curva de prueba.
- La bomba de incendio iguala las características de rendimiento como indica la placa de la bomba.

Anormalidades observadas durante la inspección y prueba deben ser reportadas prontamente a la persona responsable para la corrección urgente.

Todos los resultados deben ser anotados en la bitácora de control de los equipos contra incendio, que debe existir.

Todo los tiempos de retardos asociados con la bomba como son: Arranque, paradas y transferencias de fuente de energía deben ser anotados.

## **7.2. Mantenimiento de todos los Componentes del Sistema Contra Incendios**

El mantenimiento debe ejecutarse para mantener los equipos operables o hacer reparaciones.

Todas las inspecciones, pruebas y mantenimiento de las actividades deben ser conducidas de una manera segura.

Se deben proceder a cambio de equipos desgastados para evitar daños por falla al personal.

Los materiales peligrosos y contaminantes también deben ser manejados con precaución, así como los equipos eléctricos, controles eléctricos, etc.

En este punto se tratará del mantenimiento de los componentes del sistema contra incendio, a fin de que al aplicarlo se garantice su operación confiable.

**TABLA 23**  
**RESUMEN DE INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO DE**  
**SISTEMAS DE ROCIADORES**  
**Fuente: Norma NFPA 25 Tabla 5.1**

**Tabla 5.1 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Rociadores**

Ítem	Actividad	Frecuencia	Referencia
Indicadores (Secos, Preacción, Inundación)	Inspección	Semanal/mensual	5.2.4.2, 5.2.4.3
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual	Tabla 12.1
Dispositivos de alarma	Inspección	Trimestral	5.2.6
Indicadores (sistemas de tubería húmeda)	Inspección	Mensual	5.2.4.1
Rótulo hidráulico	Inspección	Trimestral	5.2.7
Edificios	Inspección	Anualmente (antes de la temporada de congelación)	5.2.5
Abrazaderas/soportes sísmicos	Inspección	Anual	5.2.3
Tubos y conexiones	Inspección	Anual	5.2.2
Rociadores	Inspección	Anual	5.2.1
Rociadores de repuesto	Inspección	Anual	5.2.1.3
Conexiones del cuerpo de bomberos	Inspección	Trimestral	Tabla 12.1
Válvulas (todos los tipos)	Inspección		Tabla 12.1
Dispositivos de alarma	Prueba	Trimestral/semianual	5.3.3
Desagüe principal	Prueba	Anual	Tabla 12.1
Solución anticongelante	Prueba	Anual	5.3.4
Manómetros	Prueba	5 años	5.3.2
Rociadores –temperatura extra alta	Prueba	5 años	5.3.1.1.1.3
Rociadores – respuesta rápida	Prueba	A 20 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1.2
Rociadores	Prueba	A 50 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1
Válvulas (todos los tipos)	Mantenimiento	Anualmente o cuando se necesite	Tabla 12.1
Investigación de obstrucciones	Mantenimiento	5 años o cuando se necesite	10.2.1, 10.2.2
Drenajes de punto bajo (sistema de tubería seca)	Mantenimiento	Anualmente antes de la congelación y cuando se necesite	12.4.4.3.3

También se debe tomar medidas para prevenir los mínimos requerimientos para un programa de control de deterioro para el sistema de protección de incendio basado en agua, con la finalidad de que las medidas adoptadas en este programa

aseguren que el incremento de riesgo sea mínimo y la duración del deterioro sea limitada y controlada.

Los equipos deteriorados del sistema pueden ser, pero no estar limitados, a lo siguiente:

- 1) Sistemas de rociadores.
- 2) Sistema de tubería y gabinetes.
- 3) Sistemas de mangueras de incendio.
- 4) Bombas contra incendio.
- 5) Cisterna de almacenamiento de agua.
- 6) Válvulas de control de servicios de incendio.

Entre los deterioros que pueden ser emergencia se tiene: fugas del sistema, interrupción del suministro de agua, congelación por rupturas de tuberías y fallos de equipos.

Cuando una emergencia por deterioro ocurre, una rápida acción se debe tomar a fin de minimizar cualquier potencial daño y peligro.

La historia demuestra que el rendimiento confiable de un sistema de protección basado en agua, sobre las condiciones relativas del fuego aumentan por una comprensiva inspección, pruebas y procedimiento de mantenimiento impuestas. La inspección, prueba y mantenimiento de algunos ítems no pueden ser practicados según las normas, pues dependen de las condiciones existentes, de allí que el inspector debe tener buen criterio al hacer las inspecciones.

Un programa de control de calidad incluye mantenimiento de equipos, inspección frecuente, pruebas de equipos, brigadas de incendio en el local, control de las pérdidas de las provisiones y entrenamiento del personal.

El personal entrenado pueda usar una alternativa uniforme si alguna frecuencia de inspección difiere de lo que especifica la norma

En la inspección a que se refiere de los rociadores se tiene que cumplir:

- Que los rociadores no muestren signo de fuga, libres de corrosión, materiales extraños, pinturas y daños físicos y deben estar instalados con la orientación apropiada (hacia

arriba, hacia el lado de la pared o en pendiente). Aquellos que no cumplan con lo anterior deben ser reemplazados.

- Rociadores con bulbo de vidrio deben ser reemplazados si los bulbos tiene huecos.
- Rociadores instalados en lugares ocultos tales como los suspendidos en lo alto del cielo raso no requieren inspección
- Los rociadores instalados en áreas inaccesibles por consideraciones de seguridad debido a las operaciones del proceso deben ser inspeccionadas durante cada interrupción del sistema.
- Obstrucciones inaccesibles de los accesorios de atomización deben ser corregidas.
- El suministro de repuesto de los rociadores deben ser inspeccionados anualmente para verificar la cantidad, y que número y tipo de acuerdo a los rociadores, así como las herramientas para cada tipo de rociadores.

La tubería y accesorios al ser inspeccionados anualmente, deben estar en buenas condicione libres de daño mecánico, fuga, corrosión y desalineamiento.

La tubería de los rociadores debe estar en buenas condiciones y libres de carga externas por materiales que descansen o cuelguen de ella. Al igual que los rociadores; tuberías y accesorios en lugares inaccesibles deben ser inspeccionados en paralizaciones de operación.

Los soportes y riostras antisísmicas deben ser inspeccionadas desde el nivel inferior, no deben estar dañadas o flojas. También los soportes y riostras antisísmicas ocultas en lugares inaccesibles deben ser inspeccionados en la paralización.

Los manómetros de sistema de rociadores de tuberías húmedas deben ser inspeccionados semanalmente o mensualmente para garantizar su buena condición y que la presión de suministro de agua normal se mantenga.

Todos los accesorios y alarmas deben ser inspeccionados trimestralmente para verificar que ellos están libres de daño físico. La placa de datos hidráulicos para los sistemas diseñados hidráulicamente debe ser inspeccionada trimestralmente para verificar que está bien asegurada a la tubería de alimentación de los rociadores y es legible.

Las conexiones de mangueras y estas deben ser inspeccionadas de acuerdo con las normas.

Respecto al mantenimiento de los rociadores, los de reemplazo deben tener características propias para la aplicación futura.

- Estilo.
- Tamaño de orificio y factor K.
- Razón de temperatura.
- Pintura, si requiere.
- Tipo de deflector (hacia arriba, al lado de la pared y pendiente).
- Requerimiento de diseño.

Solamente rociadores nuevos recomendados deben usarse para reemplazar a los rociadores existentes. Los rociadores de respuesta rápida y especial deben ser reemplazos por rociadores de la misma marca, modelo, orificio, tamaño, rango de temperatura y características de la respuesta térmica y el factor K.

Si los rociadores de respuesta rápida y especial demoran en ser fabricados o no hay stock, otros con características de rendimiento similares pueden ser instalados como reemplazo.

Accesorios de repuestos para rociadores que (algunos mayor que 6) deben tenerse en stock para el caso que algunos rociadores se dañen y deban ser reemplazados.

Los rociadores deben corresponder al tipo y rango de temperatura para reemplazo apropiado.

Los rociadores deben mantenerse en una cabina localizada en sitio de temperatura que no exceda 38°C (100°F).

Donde rociadores secos de diferentes cuerpos están instalados, repuestos no se requieren, sino que debe construirse un sistema más homogéneo para el buen servicio del sistema.

Respecto a stock de repuesto de rociadores que incluyen todos los tipos y clases instalados, deben regirse como siguen:

- Para proteger fácilmente sobre 300 rociadores, no más de 6
- Para proteger fácilmente a partir de 300 a 1000 rociadores, no más de 12
- Para proteger fácilmente sobre 1000 rociadores, no más de 24.

Herramienta especial para rociadores debe proveerse y mantenerse en el gabinete para uso en el cambio e instalación de rociadores. Una llave para rociadores debe tenerse para cada tipo de rociador instalado.

Las características de los rociadores no deben alterarse una vez que llegan de su sitio de fabricación. Los rociadores y toberas de pulverización usadas en la protección de sistemas de ventilación y equipos de cocina tipo comercial deben ser reemplazados anualmente.

Cuando los rociadores tipo bulbo automático y las toberas de pulverización son usadas y examinadas anualmente y no muestran formación de grasa u otro material sobre ellos, tales rociadores, toberas de atomización no requieren ser reemplazados.

En caso de mantenimiento o reparación que se requiera para componentes de rociadores y cuyo reemplazo afecte a más de 20 componentes del sistema, aquellos deben ser instalados y probados de acuerdo con la NFPA 13 "Normas para la Instalación de Sistemas de Rociadores",

A continuación se va a anotar una tabla de resumen de actividades a ejecutarse para la inspección, pruebas y mantenimiento de sistema de columnas de alimentación de agua y mangueras, además de los tiempos recomendados por las normas.

**TABLA 24**  
**RESUMEN DE INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO DE**  
**SISTEMAS DE COLUMNA Y MANGUERAS**

Fuente: Norma NFPA 25 Tabla 6.1

**Tabla 6.1** Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Columna y Mangueras.

Ítem	Actividad	Frecuencia	Referencia
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual	Tabla 12.1
Dispositivos de control de presión	Inspección	Trimestral	Tabla 12.1
Tuberías	Inspección	Trimestral	6.2.1
Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral	Tabla 12.1
Gabinetes	Inspección	Anual	NFPA 1962
Mangueras	Inspección	Anual	NFPA 1962
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Inspección	Anual	NFPA 1962
Dispositivo de alarma	Prueba	Trimestral	Tabla 12.1
Boquilla de manguera	Prueba	Anual	NFPA 1962
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual	NFPA 1962
Manguera	Prueba	5 años/3 años	NFPA 1962
Válvula de control de presión	Prueba	5 años	Tabla 12.1
Válvula reductora de presión	Prueba	5 años	Tabla 12.1
Prueba hidrostática	Prueba	5 años	6.3.2
Prueba de flujo	Prueba	5 años	6.3.1
Prueba de desgüe principal	Prueba	Anual	Tabla 12.1
Conexiones de mangueras	Mantenimiento	Anual	Tabla 6.2.2
Válvulas (todos los tipos)	Mantenimiento	Anual/cuando se requiera	Tabla 12.1

**TABLA 25**  
**MANTENIMIENTO DE COMPONENTES SISTEMAS DE COLUMNA Y**  
**MANGUERAS**

Fuente: Norma NFPA 25 Tabla 6.2.2

Tabla 6.2.2 Sistemas de Columna y Mangueras

Componente / Punto de Verificación	Acción Correctiva
<b>Conexiones de Mangueras</b>	
Tapa faltante	Reemplazar
Conexión de manguera de incendio dañada	Reparar
Volante o manija de válvula faltante	Reemplazar
Empaques de la tapa faltantes o deteriorados	Reemplazar
Válvula con filtración	Cerrar o reparar
Obstrucciones visibles	Retirar
Dispositivo de restricción faltante	Reemplazar
Válvula manual, semiautomática, o de columna seca, que no opera fácilmente	Lubricar o reparar
<b>Tubería</b>	
Tubería dañada	Reparar
Válvulas de control dañadas	Reparar o reemplazar
Dispositivo de soporte de tubería faltante o dañado	Reparar o reemplazar
Dispositivos de control dañados	Reparar o reemplazar
<b>Mangueras</b>	
Inspección	Quitar e inspeccionar las mangueras, incluyendo empaques, y montar de nuevo en bastidor o carrete a intervalos de tiempo de acuerdo con NFPA 1962, <i>Norma para el Cuidado, Uso y Pruebas de Servicio de Mangueras de Incendio Incluyendo Acoples y Boquillas</i>
Moho, cortes, abrasiones y deterioro evidentes	Reemplazar con manguera listada, forrada y revestida
Acople dañado	Reemplazar o reparar
Empaques faltantes o deteriorados	Reemplazar
Roscas incompatibles en los acoples	Reemplazar o proveer adaptador de rosca
Manguera no conectada al niple del bastidor o válvula	Conectar
Prueba de manguera vencida	Probar de nuevo o reemplazar de acuerdo con NFPA 1962, <i>Norma para el Cuidado, Uso, y Prueba de Servicio de Mangueras de Incendio Incluyendo Acoples y Boquillas</i>
<b>Boquillas de Mangueras</b>	
Boquilla de manguera faltante	Reemplazar con boquilla listada
Empaques faltantes o deteriorados	Reemplazar
Obstrucciones	Retirar
Boquilla no opera fácilmente	Reparar o reemplazar
<b>Dispositivo de Almacenamiento de Mangueras</b>	
Difícil de operar	Reparar o reemplazar
Dañado	Reparar o reemplazar
Obstrucción	Retirar
Manguera mal organizada o mal enrollada	Retirar
Abrazadera de la boquilla en su lugar y asegurada	Reemplazar si es necesario
Si está guardada en un gabinete, el soporte de la manguera debe girar por lo menos 90 grados	Reparar o quitar obstrucciones
<b>Gabinete</b>	
Revisar el estado general para detectar partes corroídas o dañadas	Reparar o reemplazar las partes; reemplazar todo el gabinete si es necesario
Difícil de abrir	Reparar
Puerta del gabinete no abre completamente	Reparar o mover obstrucciones
Esmalte de la puerta agrietado o roto	Reemplazar
Si el gabinete es del tipo de vidrio de romper, está la cerradura funcionando correctamente?	Reparar o reemplazar
Dispositivo para romper el vidrio falta o no adjunto	Reemplazar o adjuntar
No identificado correctamente como equipo de incendio	Proveer identificación
Obstrucciones visibles	Retirar
Todas las válvulas, mangueras, boquillas, extintores, etc. fácilmente accesibles.	Retirar todo el material no relacionado

En cuanto a las pruebas deben ser conducidas por personal calificado. Donde el agua pueda ocasionar daño, la prueba con aire debe hacerse en el sistema a una presión 1.5 bar (25 psi) previa a introducir agua al sistema.

Pruebas de flujo debe efectuarse cada 5 años a las conexiones y mangueras más alejadas de cada zona de sistema para verificar que el suministro de agua cumple la presión de diseño y el flujo requerido.

Todos los sistemas deben ser probados para flujo y presión como requerimiento al momento de la instalación.

Las columnas de alimentación de agua, rociadores conectados a las columnas de alimentación, estaciones de mangueras equipadas con válvulas reductoras de presión, deben proceder a inspeccionarse, probarse y mantenerse de acuerdo con las normas.

El drene principal debe probarse y ser ejecutado en todas las columnas de alimentación de agua automáticas, de acuerdo a las normas.

Las pruebas deben ser ejecutadas en el punto bajo de cada columna de alimentación, o en la conexión para probar el drene principal, cuando el suministro principal entra al edificio.

Los manómetros deben ser probados y mantenidos en buenas condiciones

Después de cada uso todas las mangueras conectadas a los sistemas de rociadores deben ser limpiadas, drenadas, y secadas totalmente antes de ser localizadas en su sitio de servicio. Las mangueras que han sido expuestas a riesgos sus materiales deben ser chequeados de manera minuciosas y descontaminadas por un método aprobado para la contaminación y recomendado por los fabricantes.

Equipos que no pasan los requerimientos de inspección o pruebas, deben ser reparados y probados otra vez o reemplazados de ser necesario.

Las mangueras contra incendio deben ser mantenidas de acuerdo con la norma NFPA 1962 “Norma para el Cuidado, Uso y Pruebas de servicios de mangueras de incendio incluyendo acoples y pistones”. Las tuberías expuestas deben ser inspeccionadas y de

ser necesarias corregidas cualquier novedad de acuerdo la siguiente tabla:

**TABLA 26**  
**MANTENIMIENTO DE CASETAS DE MANGUERAS**  
**Fuente: Norma NFPA 25 Tabla 7.2.2.7**

*Tabla 7.2.2.7 Casetas de Mangueras*

Condición	Acción Correctiva
Inaccesible	Hacer accesible
Daño físico	Reparar o reemplazar
Equipo faltante	Reemplazar el equipo

Tuberías instaladas en áreas que son inaccesibles por condiciones de seguridad debido a operaciones del proceso deben ser inspeccionadas durante cada paralización.

Las tuberías bajo tierra no pueden ser inspeccionadas en una rutina básica, sin embargo la prueba de flujo puede revelar la condición de estas tuberías.

Los filtros principales deben ser inspeccionados y limpiados cada vez que sus condiciones lo requieran, y a su vez ser removidos e inspeccionados anualmente por fallas, daños y corrosión de sus partes.

Las bombas de incendio con el fin de proceder a su inspección, pruebas y mantenimientos según, la norma NFPA .20

**TABLA 27**  
**RESUMEN DE INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO DE**  
**BOMBAS DE INCENDIO**

Fuente: Norma NFPA 25 Tabla 8.1

**Tabla 8.1 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendio**

Item	Actividad	Frecuencia	Referencia
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Inspección	Semanal	8.2.2(1)
Sistema de bombas de incendio	Inspección	Semanal	8.2.2(2)
Operación de la bomba			
Sin flujo	Prueba	Semanal	8.3.1
Con flujo	Prueba	Anual	8.3.3.1
Hidráulico	Mantenimiento	Anual	8.5
Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual	8.5
Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable	8.5
Regulador, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable	8.5
Motor	Mantenimiento	Anual	8.5
Sistema de máquina diesel, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable	8.5

Los equipos auxiliares ensamblado con las bombas son:

1) Accesorios de la bomba

- Eje acople de bomba
- Válvula de alivio de aire automática
- Manómetro de presión
- Válvula de alivio de circulación

2) Dispositivo de prueba de la bomba

3) Válvula de alivio de la bomba y tuberías (donde la máxima presión de descarga excede el rango de los componentes de los sistemas o el conductor es de velocidad variable)

4) Sensores de alarma e indicadores

5) Bombas Jockey y accesorios (sostenedores de presión)

Para instalaciones de bombas contra incendio, se usa la norma NFPA 20 "Normas para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección de Incendio"

En lo que en inspecciones se trata se tiene que verificar las condiciones de operación y daños físicos, a fin de garantizar la operación adecuada de la bomba y su conductor, es así que semanalmente se debe chequear:

1) Condiciones del cuarto de bombas

a) Calor adecuado , no menor que 4.4°C (40° F) a 21° C (70°F) para cuartos de bombas diesel sin calentadores

b) Persianas de ventilación libres listas para operar

2) Condiciones del sistema de bombas

a) Válvulas de succión, descargas y bypass completamente abiertas

b) Tuberías libres de fugas

- c) Manómetro de la línea de succión con lectura normal
- d) Manómetro de la línea del sistema con lectura normal
- e) Reservorio de succión lleno
- f) Mallas del foso de succión húmedo sin obstrucciones y en su lugar

### 3) Condiciones del sistema eléctrico

- a) Luz piloto del controlador (power on) este iluminado
- b) Luz piloto del switch normal de transferencia, este iluminado
- c) Switches de aislamiento cerrado-stand by y (emergencia) fuente
- d) Luz piloto de alarmas de fase reversa apagada o luz piloto de rotación normal de fase prendida
- e) Nivel de aceite en motor vertical, con indicador de vidrio normal

Un programa de mantenimiento preventivo debe estar establecido para todos los componentes de las bombas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Records debe ser mantenido sobre todos los trabajos ejecutados en la bomba, conductor, controles, y equipos auxiliares.

En ausencia de las recomendaciones de los fabricantes para mantenimiento preventivo, la tabla 28, debe usarse para proceder con el mismo.

**TABLA 28**  
**RESUMEN DE INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO DE**  
**BOMBAS DE INCENDIO, EN AUSENCIA DE RECOMENDACIONES**  
**DE FABRICANTES**  
**Fuente: Norma NFPA 25 Tabla 8.5.3**

**Tabla 8.5.3 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendio**

Llenar Según el Caso	Inspección Visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
<b>A. Equipo de Bombas</b>						
1. Lubricar los cojinetes			X			Anual
2. Revisar el juego de la extremidad del eje		X				Anual
3. Verificar exactitud de indicadores de presión y detectores		X	X			Anual (cambiar o recalibrar cuando estén 5% descalibrados)
4. Revisar alineación de acoples		X				Anual
5. Filtros de succión de foso húmedo		X		X		Después de cada operación de la bomba
<b>B. Transmisión Mecánica</b>						
1. Lubricar acoples			X			Anual
2. Lubricar engranajes en ángulo recto			X			Anual
<b>C. Sistema Eléctrico</b>						
1. Ejercitar el interruptor y cortacircuitos				X		Mensual
2. Disparar el cortacircuitos (si existe el mecanismo)				X		Anual
3. Accionar los medios manuales de arranque				X		Semi-anual
4. Inspeccionar y accionar los medios manuales de arranque de emergencia (sin energía)	X			X		Anual

Llenar Según el Caso	Inspección Visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
5. Ajustar las conexiones eléctricas si es necesario		X				Anual
6. Lubricar las piezas móviles (excepto los arranques y relés)		X				Anual
7. Calibrar la graduación del interruptor automático de presión		X				Anual
8. Engrasar los cojinetes del motor			X			Anual
<b>D. Equipo de Motor Diesel</b>						
<b>1. Combustible</b>						
(a) Nivel del tanque	X	X				Semanal
(b) Interruptor de flotador del tanque	X				X	Semanal
(c) Operación de la válvula solenoide	X				X	Semanal
(d) Tamiz, filtro, o canal de sedimentos, o combinación de estos				X		Trimestral
(e) Agua y materias extrañas en el tanque				X		Anual
(f) Agua en el equipo		X		X		Semanal
(g) Mangueras y conectores flexibles	X					Semanal
(h) Orificios en el tanque y tubería de desbordamiento		X			X	Anual
(i) Tuberías	X					Anual
<b>2. Sistema de Lubricación</b>						
(a) Nivel del aceite	X	X				Semanal
(b) Cambio de aceite			X			50 horas o anual
(c) Filtro(s) de aceite			X			50 horas o anual
(d) Lubricar calentador de aceite		X				Semanal
(e) Tubo de ventilación del cárter	X		X	X		Trimestral
<b>3. Sistema de Enfriamiento</b>						
(a) Nivel	X	X				Semanal
(b) Nivel de protección anticongelante					X	Semi-anual
(c) Anticongelante			X			Anual
(d) Suficiente agua de enfriamiento para el intercambiador de calor		X				Semanal
(e) Limpieza interior del intercambiador de calor				X		Anual
(f) Bomba(s) de agua	X					Semanal
(g) Estado de mangueras y conexiones flexibles	X	X				Semanal
(h) Camisa del calentador de agua		X				Semanal
(i) Inspección de red de conductos, limpieza de persianas (aire de combustión)	X	X	X			Anual
(j) Filtro de agua				X		Trimestral
<b>4. Sistema de Escape</b>						
(a) Filtraciones	X	X				Semanal
(b) Purga de condensación del desagüe		X				Semanal
(c) Aislamiento y riesgo de incendio	X					Trimestral
(d) Contrapresión excesiva					X	Anual
(e) Suspensores y soportes del sistema de escape	X					Anual
(f) Sección flexible del escape	X					Semi-anual
<b>5. Sistema de Baterías</b>						
(a) Nivel de electrolitos		X				Semanal

Llenar Según el Caso	Inspección Visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
(b) Terminales limpios y ajustados	X	X				Trimestral
(c) Eliminar corrosión, limpiar y secar el exterior de la camisa	X		X			Mensual
(d) Gravedad específica o estado de carga					X	Mensual
(e) Cargador y régimen de carga	X					Mensual
(f) Equilibrar carga		X				Mensual
6. Sistema Eléctrico						
(a) Inspección general	X					Semanal
(b) Apretar conexiones de cables de control y energía		X				Anual
(c) Desgaste por rozamiento cuando están sujetos a movimiento	X	X				Trimestral
(d) Operación de seguridades y alarmas		X			X	Semi-anual
(e) Cajas, paneles y gabinetes				X		Semi-anual
(f) Cortacircuitos o fusibles	X	X				Mensual
(g) Cortacircuitos o fusibles			X			Bicnal

Las tuberías y accesorios deben inspeccionarse por lo siguiente:

- Daños mecánicos (Tuberías rotas o accesorios rajados)
- Condiciones externas (suciedad, herrumbre, corrosión y pintura en mal estado)
- Desalineamiento o secciones con obstáculos
- Punto básicos de drenajes (automático y manual)

Todas las válvulas del sistema deben protegerse por daños físico y deben ser accesibles.

Antes de abrir o probar una válvula de drenaje, se debe verificar la adecuada ubicación del drenaje.

Las apariencias y condiciones de todas las válvulas deben ser observadas y notadas, deben verificarse que todas las válvulas estén apropiadamente abiertas o cerradas.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. El análisis minucioso y la inspección visual de cada una de las edificaciones de la Agencia permitió identificar los riesgos, clasificarlos y aplicar la protección más conveniente, así como también para determinar la adecuada ubicación de los cajetines contra incendio.
2. El diseño del sistema de bombeo se realizó tomando como base los cálculos de datos reales en sitio y considerando las precauciones para asegurar un correcto y permanente abastecimiento al sistema contra incendio.
3. Es de suma importancia para la correcta selección del equipo de bombeo determinar el caudal real necesario para abastecer todas las zonas que presentan un riesgo potencial de incendio.

4. Conociendo que el reservorio de agua es una cisterna y en consideración con la norma NFPA panfleto 20, se debe seleccionar una bomba de turbina vertical con accionamiento eléctrico, listada por UL, aprobada por FM.
5. El equipo de bombeo instalado para el Sistema Contra Incendio de La Agencia es una bomba normada tipo centrífuga vertical en línea y motor eléctrico con las siguientes especificaciones: 400 GPM @ 135 PSI. esta selección se debe a que el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil permite la instalación de este tipo de bombas.
6. El departamento de Ingeniería y proyectos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil realizó las pruebas de Inspección Final para verificar el cumplimiento de las Disposiciones Técnicas de Seguridad Contra Incendios, en el transcurso de las pruebas se corrigieron pequeñas fugas de agua en bridas, corregidas estas fallas se otorgó el Permiso de ocupación.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe aplicar las protecciones recomendadas según las normas, una vez que se conoce la evaluación de riesgos y cada vez que sea necesario.
2. El sistema de protección contra incendios deben de estar siempre en guardia y listo para actuar ante cualquier conato, dado que el sistema permanece largas temporadas sin funcionar e incluso puede no ser utilizado nunca, por lo que se debe realizar el mantenimiento e inspecciones periódicos a toda la red, con el fin de identificar los elementos que pudieren afectar la eficaz respuesta ante un siniestro.
3. Se debe tener un personal calificado que se encargue del mantenimiento, operación y prueba de todo el sistema contra incendio.
4. Realizar capacitaciones constantes a todo nivel y practicar simulacros de incendio y evacuaciones.
5. Después de instalados los rociadores en su sitio, evitar todo tipo de obstrucciones al desenvolvimiento hidráulico generadas por

elementos estructurales (vigas, columnas, armaduras, etc.) o por otras instalaciones (ductos de aire acondicionado, lámparas, charlas eléctricas, etc.).

6. Implementar cambios que mejoren y a su vez minimicen los riesgos de fuego de esta manera se garantiza mejor la protección humana y bienes públicos y privados.

**ANEXOS**

## ANÁLISIS DE COSTOS

A continuación se muestra la lista de materiales y posteriormente el valor total del sistema incluyendo la instalación.

Los valores en el análisis de costos incluyen mano de obra de la instalación de la tubería, rociadores, válvulas, soportes y demás accesorios que están incluidos en la línea de distribución.

Los precios son referenciales y pueden variar de una semana a otra debido a las variaciones en los costos de los materiales a nivel mundial.

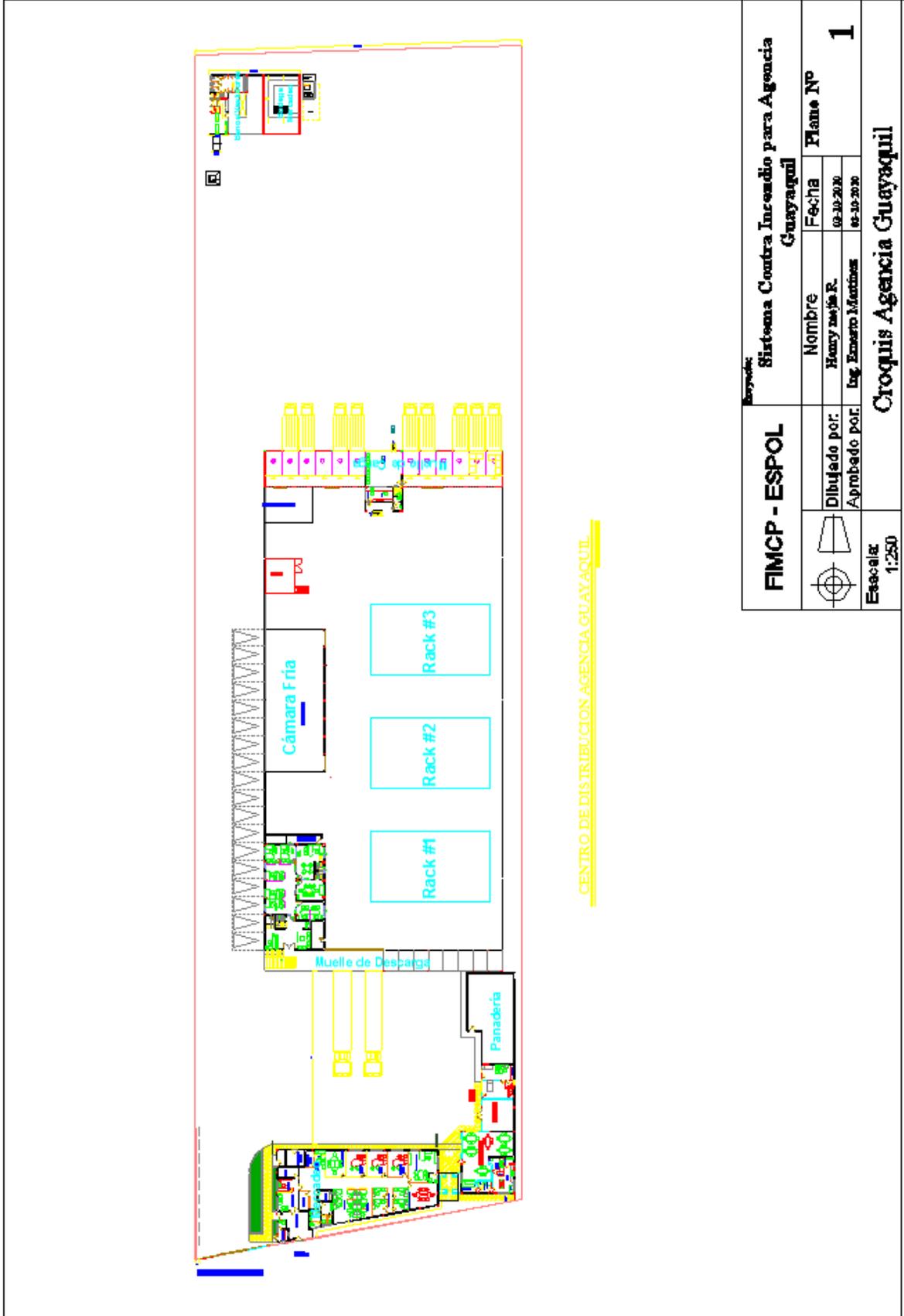
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					
<b>ITEM</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>Cant</b>	<b>unid</b>	<b>V Unit.</b>	<b>V Venta</b>
1	Tubo Ø 4" ASTM 53, sch 40	45	unid	158,28	7.122,60
2	Tubo Ø 3" ASTM 53, sch 40	51	unid	114,18	5.823,18
3	Tubo Ø 1 1/2" ASTM 53, sch 40	20	unid	46,81	936,20
4	Tubo Ø 1 1/4" ASTM 53, sch 40	20	unid	26,42	528,40
5	Tubo Ø 1" ASTM 53, sch 40	20	unid	23,52	470,40
6	Tubo ranurado Ø 2 1/2" ASTM 53, sch 40	7	unid	88,65	620,55
7	Tubo ranurado Ø 1 1/2" ASTM 53, sch 40	2	unid	46,81	93,62
8	Reducción concéntrica Ø4" x Ø3" , sch 40 P/S	8	unid	3,50	28,00
9	Reducción concéntrica Ø3" x Ø2 1/2" , sch 40 P/S	9	unid	2,25	20,25
10	Reducción concéntrica Ø2 1/2" x Ø1 1/2" , sch 40 P/S	11	unid	1,78	19,58
11	Brida Ø4" x 150 lbs, sch 40 P/S	19	unid	16,35	310,65
12	Codo 90° x Ø4" , sch 40 P/S	16	unid	11,41	182,56
13	Codo ranurado 90° x Ø3" UL/FM	17	unid	11,06	188,02
14	Tee Ø4" , sch 40 P/S	11	unid	10,97	120,67

15	Platina 50 x 6 mm	3	unid	21,98	65,94
16	Ángulo 50 x 6 mm	12	unid	41,30	495,60
17	Tubo cuadrado 75 x 75 x 3 mm	8	unid	75,96	607,68
18	Acople Mecánico Ø3" UL/FM	84	unid	16,04	1.347,36
19	Acople Mecánico Ø2 1/2" UL/FM	76	unid	15,82	1.202,32
20	Codo ranurado 90° x Ø2 1/2" UL/FM	16	unid	10,82	173,12
21	Tee ranurada Ø2 1/2" UL/FM	11	unid	15,56	171,16
22	Cajetín Metálico 700 x 700 x 200 mm	11	unid	75,00	825,00
23	Válvula Bronce Tipo Angular Ø2 1/2" (hembra-hembra), UL	11	unid	114,75	1.262,25
24	Válvula Bronce Tipo Angular Ø1 1/2" (hembra-hembra), UL	11	unid	55,25	607,75
25	Extintor PQS Tipo ABC 10 lbs	11	unid	35,00	385,00
26	Manguera Ø1 1/2" x 15 mt con acoples	11	unid	69,00	759,00
27	Niple Bronce contra incendio Ø1 1/2"	11	unid	15,30	168,30
28	Pitón Ø 1 1/2" D propósito 305	11	unid	31,00	341,00
29	Válvula Siamesa Ø4" x Ø2 1/2" x Ø2 1/2"	1	unid	204,00	204,00
30	Válvula Cheque Ø4"	1	unid	484,50	484,50
31	Válvula de Compuerta bridada Ø4" UL/FM	3	unid	427,00	1.281,00
32	Pernos Ø5/8" x 4" con tuerca	152	unid	0,75	114,00
33	Pernos de expansión Ø3/8" x 4"	60	unid	0,70	42,00
34	Pernos de expansión Ø1/2" x 4"	44	unid	0,90	39,60
35	Abrazaderas tipo U para tubo Ø4"	40	unid	2,00	80,00
36	Abrazaderas tipo U para tubo Ø3"	40	unid	1,50	60,00
37	Tee ranurada Ø3" UL/FM	11	unid	15,73	173,03
38	Rociador Abierto Tipo colgante Ø 1/2"	180	unid	12,00	2.160,00
39	Pintura esmalte rojo brillante	16	galón	18,00	288,00
40	Pintura anticorrosiva gris	16	galón	18,00	288,00
41	Diluyente laca	16	galón	5,00	80,00
42	Desoxidante	8	galón	10,00	80,00
43	Barra roscada 3/8" x 2 metros	120	unid	6,00	720,00
44	Colgante para tubo 3"	25	unid	1,22	30,50
45	Colgante para tubo 4"	15	unid	1,94	29,10
46	Prensa para soporte colgante	160	unid	2,30	368,00
47	Accesorio T mecánica ranurada 3" x 1 1/2"	60	unid	25,79	1.547,40
48	Colgante para tubo 1 1/2"	60	unid	1,91	114,60

49	Colgante para tubo 1/2" - 1"	60	unid	1,61	96,60
50	Unión extendida 3/8"	160	unid	2,56	409,60
51	ThreatOutlet 1/2"	180	unid	9,80	1.764,00
52	Reducción campana concéntrica 1 1/4" x 1" p/s	60	unid	1,80	108,00
53	Reducción campana concéntrica 1 1/2" x 1 1/4" p/s	60	unid	1,90	114,00
54	Codo 90° x Ø1", sch 40 P/S	60	unid	1,25	75,00
55	Sistema contra incendio NFPA 20 con motor eléctrico 400 GPM 145 PSI	1	unid	21.786,00	21.786,00
<b>A</b>	<b>COSTO MATERIALES</b>				<b>57.413,09</b>

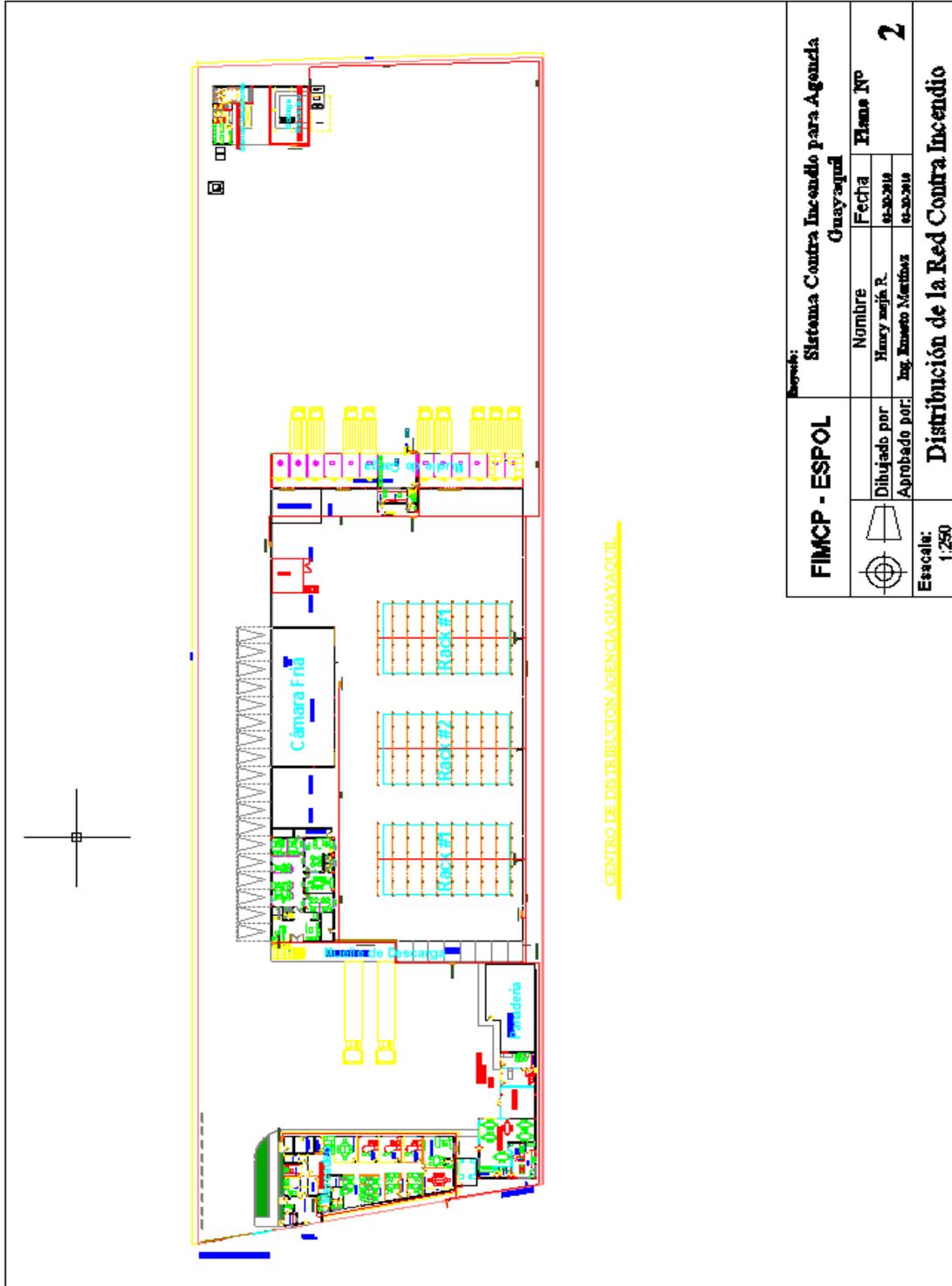
ITEM	MANO DE OBRA	Costo
1	Construcción y montaje del Sistema Contra Incendio	18.975,00
2	Posicionamiento y montaje de equipo de bombeo	2.000,00
3	Fungibles	2.037,22
<b>B</b>	<b>Costo mano de obra</b>	<b>B</b> 23.012,22
<b>C</b>	<b>COSTO A + B</b>	<b>A+B</b> <b>80.425,31</b>
	SUB TOTAL SIN IVA	80.425,31
	IVA 12%	9.651,04
<b>D</b>	<b>COSTO TOTAL INCLUIDO IVA</b>	<b>90.076,35</b>

PLANO 1  
CROQUIS EMPRESA

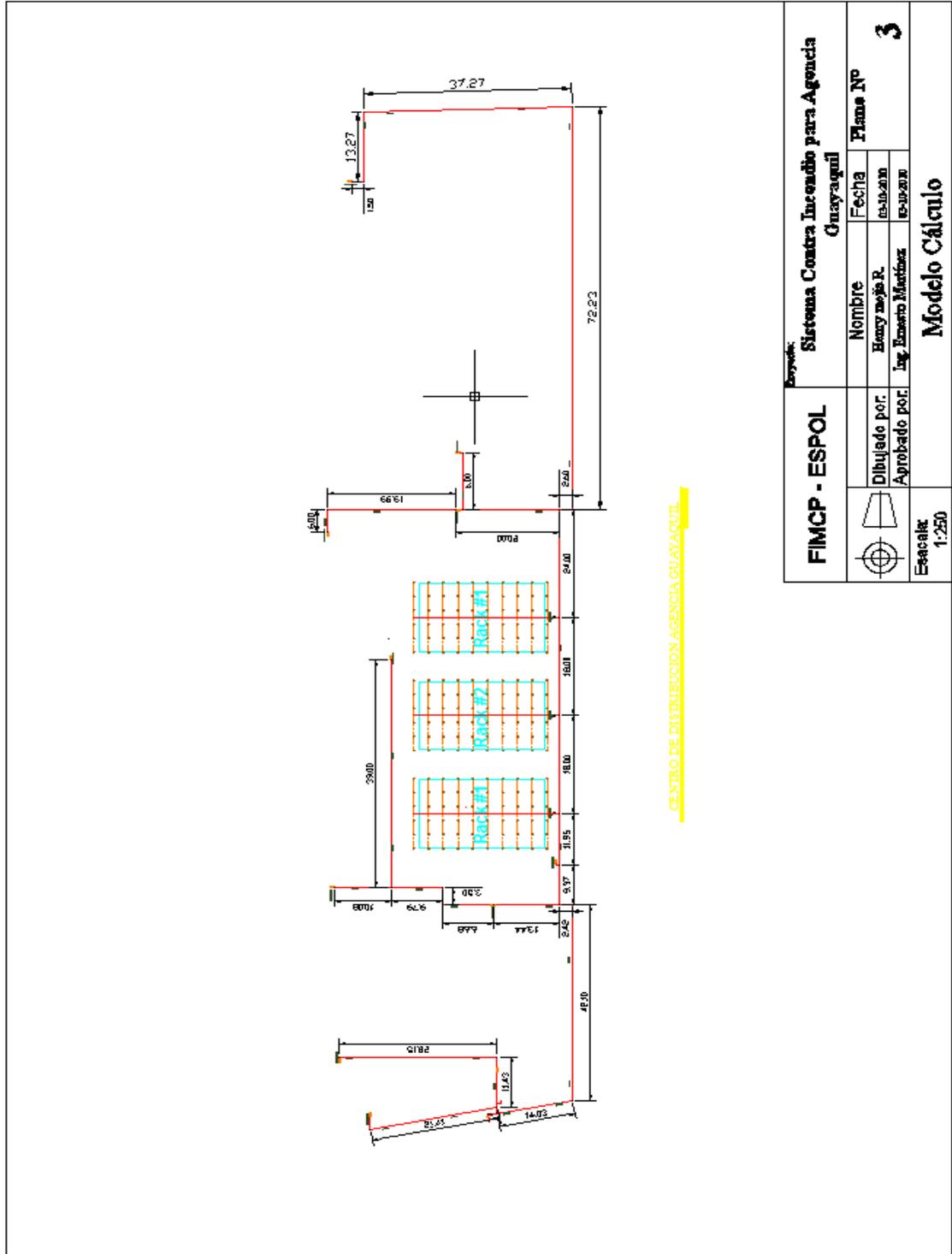


PLANO 2

DISTRIBUCIÓN DE LA RED CONTRA INCENDIOS

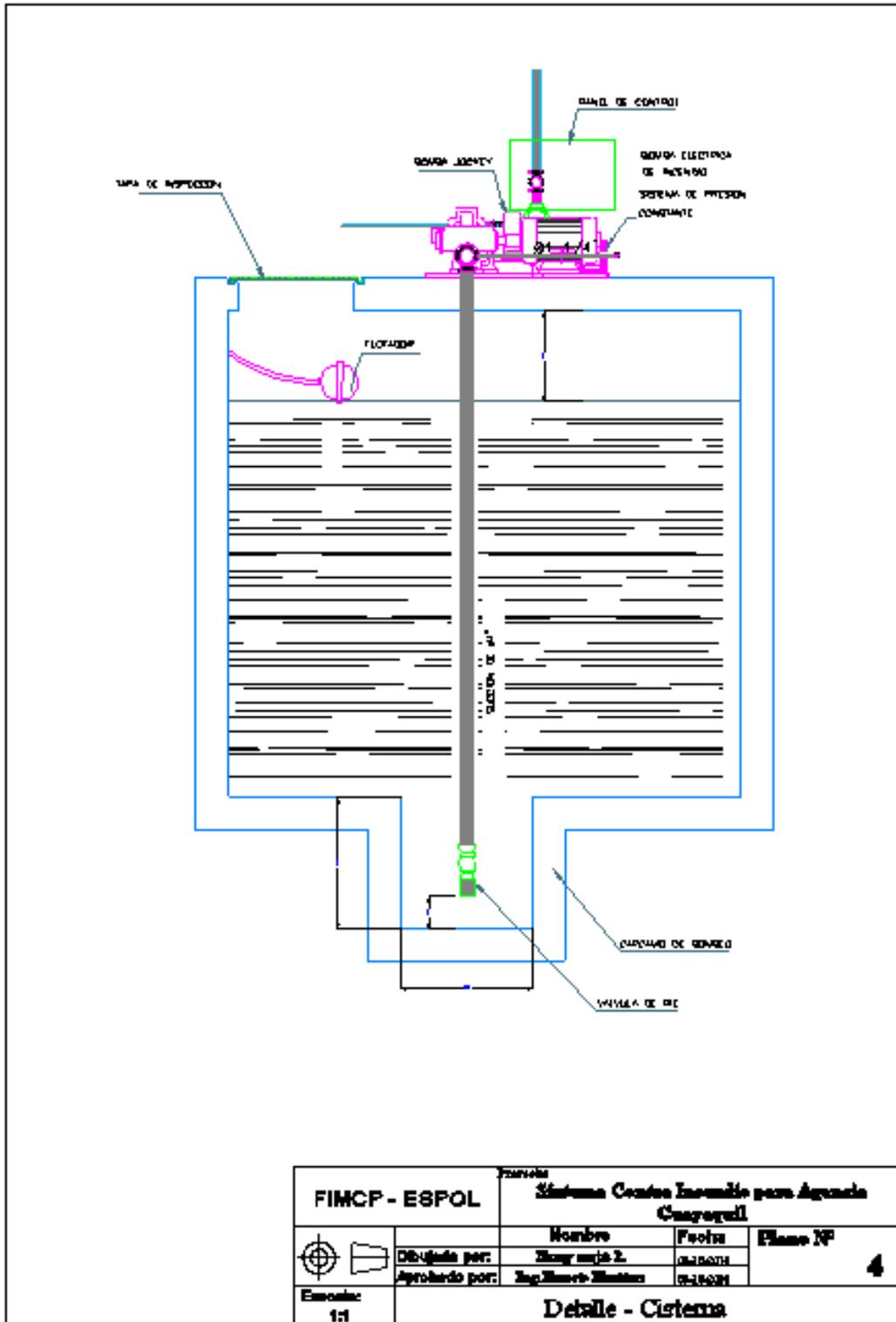


## PLANO 3 MODELO CÁLCULO



	<b>FIMCP - ESPOL</b>	<small>Elaborado:</small> <b>Sistema Contra Incendio para Agencia Guayaquil</b>	
	<small>Dibujado por:</small> Henry Mejía R.	<small>Nombre</small> Henry Mejía R.	<small>Fecha</small> 05-10-2020
<small>Aprobado por:</small> Ing. Emerson Martínez	<small>Plano Nº</small> <b>3</b>		
<small>Escala:</small> 1:250	<b>Modelo Cálculo</b>		

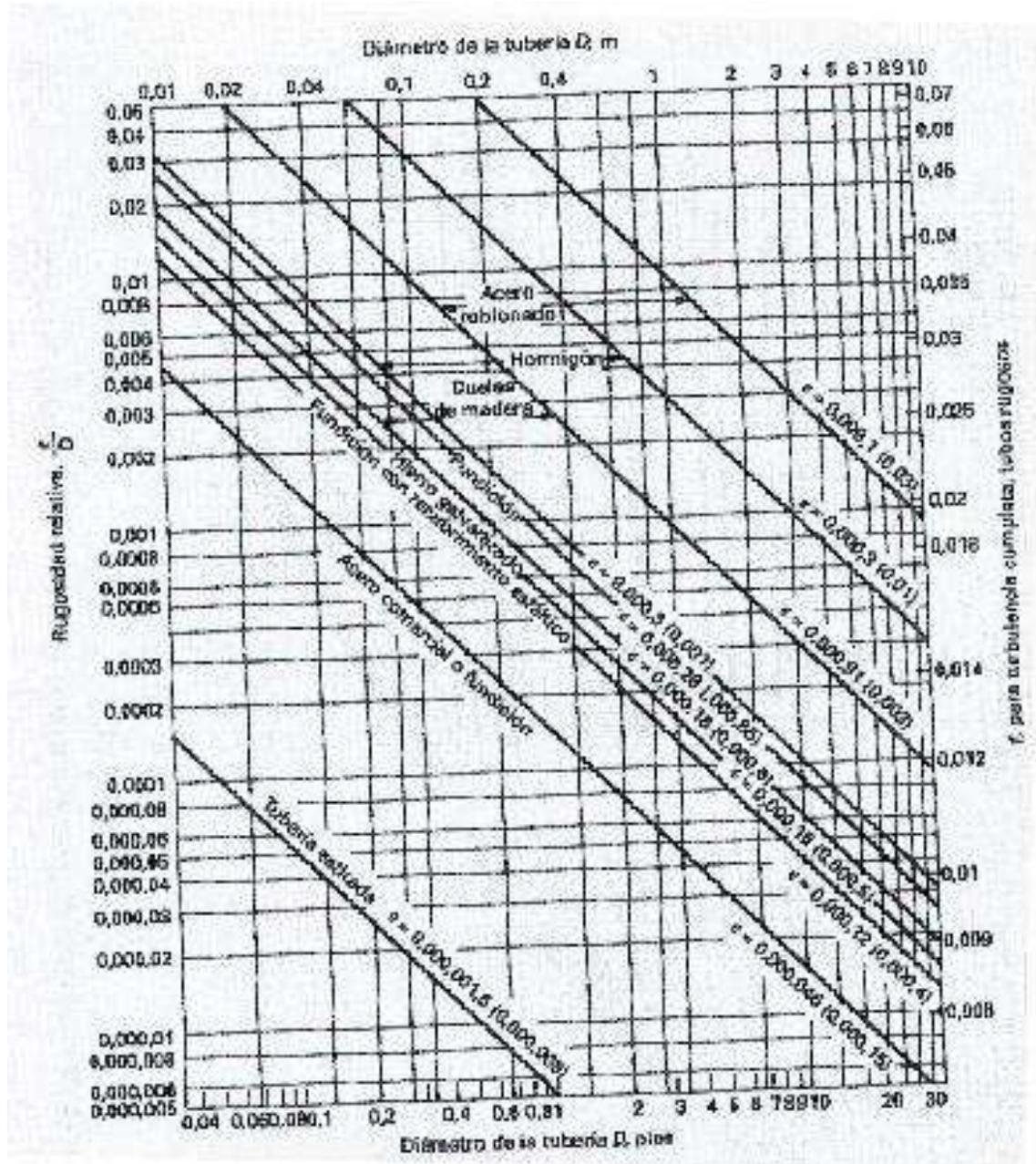
**PLANO 4**  
**DETALLE - CISTERNA**



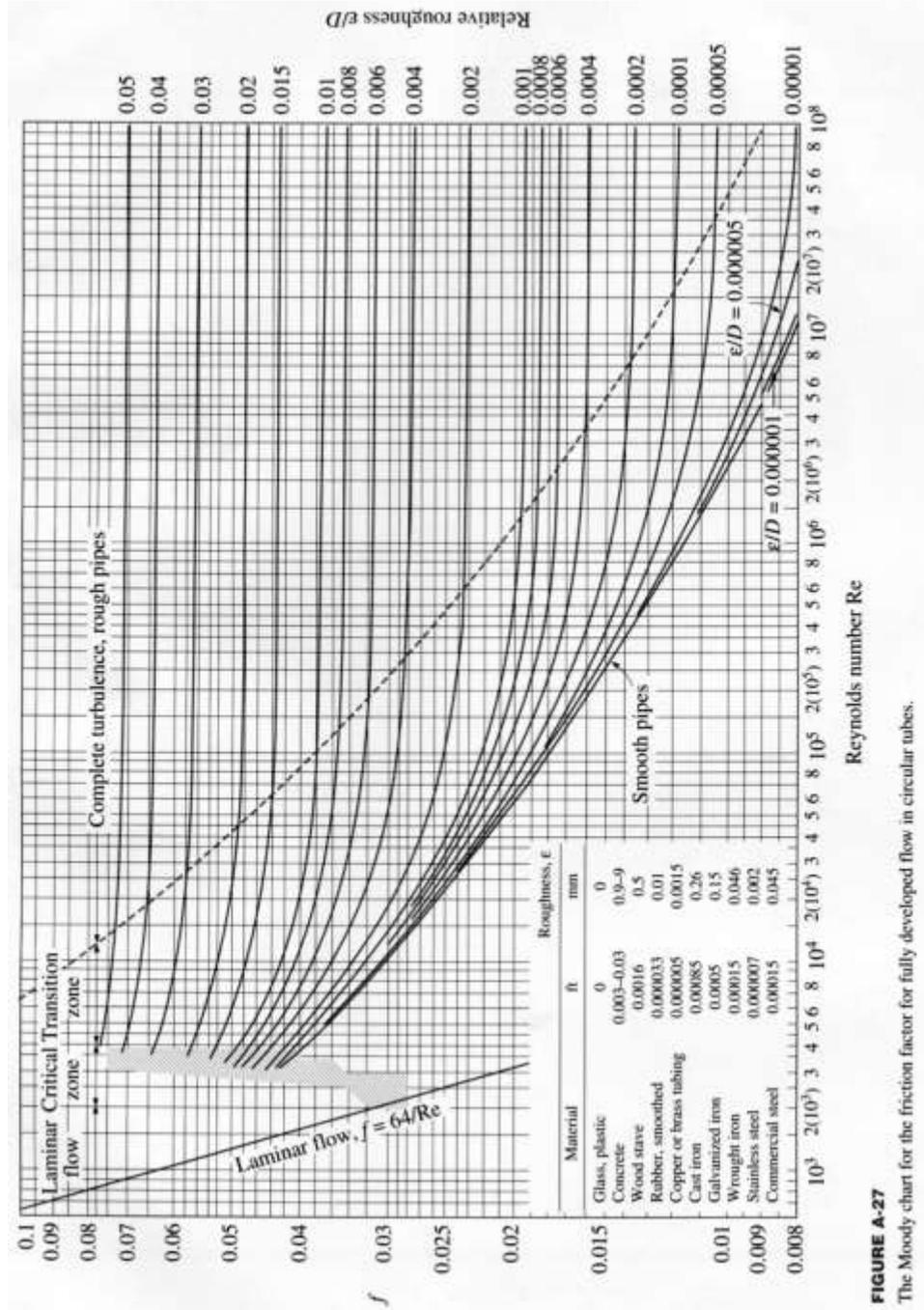


# APÉNDICES

## APÉNDICE 1 NANOGRAMA RUGOSIDAD RELATIVA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO PARA TUBOS DE VARIOS MATERIALES



## APÉNDICE 2 DIAGRAMA DE MOODY



**FIGURE A-27**  
The Moody chart for the friction factor for fully developed flow in circular tubes.

## APÉNDICE 3

### INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS ROCIADORES AUTOMÁTICOS

5 de marzo 2010

Rociador 127a



#### 1. FABRICANTE

THE VIKING CORPORATION  
210 N.N. Industrial Park Road  
Hastings, Michigan 49056 USA  
Teléfono: (269) 945-9501  
Servicio Técnico (877) 384-5464  
Fax: (269) 945-9599  
e-mail: vikingspain@vikingcorp.com.

#### Distribución:

Viking S.A.  
Zone Industrielle Haneboesch  
L-4562 Differdange/Niedercoorn  
Luxemburg  
Tel: +352 58 37 37-1  
Fax: +352 58 37 36



#### 2. DESCRIPCIÓN

Los rociadores VIKING colgantes de descarga plana VK920 y VK922 son rociadores pequeños, termosensibles, con ampolla de vidrio, diseñados para instalarse de acuerdo con las normativa local. Producen una descarga más plana que los rociadores estándar, lo que permite una distancia menor entre el rociador y los falsos techos, en estanterías y en espacios ocultos. Los rociadores VK920 y VK922 están aprobados por VdS y tienen el Certificado CE con acabados de Latón, Cromado-Enloy® o Poliéster, para varios rangos de temperatura y un factor-K nominal de 5,6 U.S.A. (80,6 métrico) o 8,0 U.S.A. (115 métrico) para satisfacer los requisitos de diseño.

Los datos técnicos de los productos Viking pueden consultarse en la página Web de la Corporación <http://www.viking-groupinc.com>. Esta página puede contener información más reciente sobre este producto.

#### 3. LISTADOS Y APROBACIONES

Aprobado por VdS: certificado G4080035 (VK920) y G4080036 (VK922)

Aprobado por LPBC.

Certificado CE: norma EN 12259-1

Véase la Tabla de aprobaciones de la página 127c y los Criterios de diseño de la página 127c para consultar las normas de aprobación aplicables.

#### 4. DATOS TÉCNICOS

##### Especificaciones:

Disponibles desde 2008

Presión mínima de trabajo: consultar CEA 4001 o EN12845

Presión máxima de trabajo: 175 psi (12 bar)

Presión de prueba en fábrica: 500 psi (34,5 bar)

Prueba de presión: patente U.S.A. N.º. 4.831.870

Tamaño de rosca: 1/2" (15 mm) o 3/4" (20 mm) NPT

Factor K nominal: 5,6 U.S.A. (80,6 métrico) o 8,0 U.S.A. (115,2 métrico)

\*El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10.

Temperatura nominal del líquido de la ampolla: 55°C (-55°F)

Longitud total: 2-1/4" (58 mm) para el rociador VK920, 2-5/16" (59 mm) para el rociador VK922

##### Materiales:

Cuerpo: fundición de latón UNS-C84400

Deflector: latón UNS-C26000

Ampolla de vidrio de 3 mm de diámetro nominal

Resorte Belleville: aleación de níquel con recubrimiento de Teflon en ambos lados

Tornillo: latón UNS-C36000

Cierre: cobre UNS-C11000 y acero inoxidable UNS-S30400

Rociadores con acabados en Poliéster: resorte Belleville visible

**Información de pedido:** (consultar también la lista de precios VIKING en vigor)

Pida los rociadores Viking colgantes de descarga plana VK920 y VK922 añadiendo a la referencia base primero el sufijo correspondiente al acabado deseado y, a continuación, el sufijo correspondiente a la temperatura.

Sufijo de acabado: Latón = A, Cromado-Enloy® = F, Poliéster Blanco = M-W o Poliéster Negro = M-B

Sufijo de temperatura (°F/°C): 155°/68° = B, 175°/79° = D, 200°/93° = E

Por ejemplo, el rociador VK920 con acabado en Latón y una temperatura de 155°F/68°C = Ref. 15111AB

**Rangos de temperatura y acabados disponibles:**

Consultar la Tabla 1

**Accesorios:** (ver la sección "Accesorios para rociadores" del Manual Viking de Ingeniería y Diseño)

**LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD:**  
El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA Form No. F\_072608

Formulario \_ No. F\_072508-SP-230310

**VIKING®****DATOS TÉCNICOS****ROCIADORES COLGANTES DE  
DESCARGA PLANA VK920 (K80)  
Y VK922 (K115)**

Llaves para rociadores: Llave estándar: Ref. 10896W/B (disponible desde el año 2000).

Armarlos de rociadores:

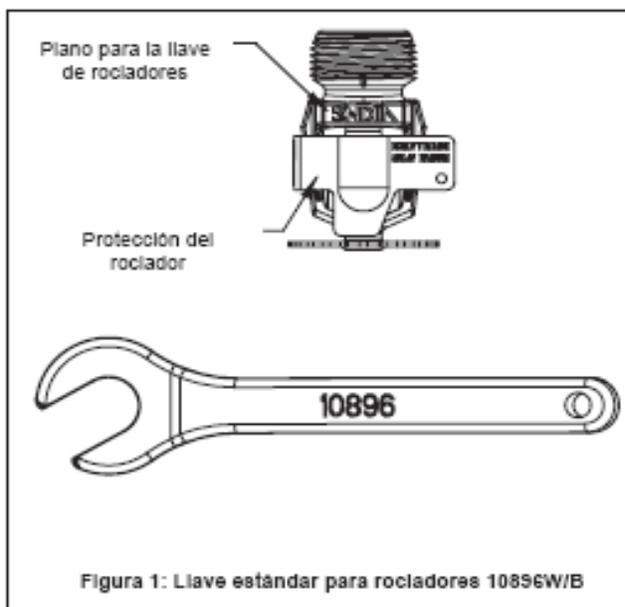
A. Capacidad para seis rociadores: Ref. 01724A (disponible desde el año 1971)

B. Capacidad para doce rociadores: Ref. 01725A (disponible desde el año 1971)

**5. INSTALACIÓN**

Los rociadores Viking se han diseñado para instalarse de acuerdo con las normas de instalación reconocidas. Los rociadores Viking colgantes de descarga plana deben instalarse de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, según la norma de instalación CEA 4001 "Sistemas de rociadores - Planificación e Instalación" o la EN12845 "Sistemas de rociadores automáticos - Diseño, Instalación y mantenimiento", además de la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente. Toda desviación de estas normas o cualquier alteración de los rociadores suministrados después de que salgan de la fábrica incluido, aunque no limitados al pintado, cromado, recubrimiento o modificación, puede hacerlos inoperantes y anulará automáticamente las aprobaciones y la garantía de The Viking Corporation.

- A. Los rociadores deben manipularse con cuidado. Deben almacenarse en un lugar seco, a temperatura ambiente y en su embalaje original. No instalar rociadores que hayan recibido golpes, estén dañados o hayan sido expuestos a temperaturas superiores a la máxima temperatura ambiente permitida (véase la Tabla 1). No instalar ningún rociador de ampolla si se observa pérdida de líquido o está rota. Debe apreciarse una pequeña burbuja de aire en la ampolla. Cualquier rociador que pierda líquido debe destruirse inmediatamente.
- B. Los sistemas de tubería mojada deben estar en ambientes debidamente calorifugados.
- C. En atmósferas corrosivas deben instalarse rociadores resistentes a la corrosión. Al instalar este tipo de unidades hay que tomar precauciones para no dañar su recubrimiento. Utilizar únicamente la llave de montaje especial diseñada para instalar rociadores Viking empotrados y recubiertos (cualquier otra llave podría dañar la unidad).
- D. Tenga cuidado al situar rociadores cerca de elementos que puedan generar calor. No instalarlos en zonas donde queden expuestos a temperaturas superiores a máxima temperatura ambiente recomendada para cada temperatura de actuación.
- E. Para evitar daños mecánicos, los rociadores deben montarse en las tuberías ya instaladas. Antes de instalarlos, asegurarse de que son adecuados el modelo, el tipo, el diámetro del orificio, la temperatura y la velocidad de respuesta.
- F. Manteniendo el rociador en su cubierta de plástico protectora, aplique una pequeña cantidad de pasta de juntas o cinta de sellado en las roscas del lado macho solamente, con cuidado de no obstruir con el producto el orificio del rociador.
- G. Antes de quitar la cubierta protectora, instale el rociador en la tubería con la llave especial 10896W/B teniendo cuidado de no dañar las partes operativas (cualquier otro tipo de llave puede dañar la unidad). NO use el deflector del rociador para empezar a enroscarlo en su accesorio.

**TABLA 1: DISPONIBILIDAD DE TEMPERATURAS Y ACABADOS DEL ROCIADOR**

Clasificación por temperatura	Temperatura nominal <sup>1,2</sup>	Color de la ampolla
Ordinaria	68°C (155°F)	Rojo
Intermedia	79°C (175°F)	Amarillo
Intermedia	93°C (200°F)	Verde

Acabados del rociador: Latón, Chromado-Enloy®, Poliéster Blanco y Poliéster Negro

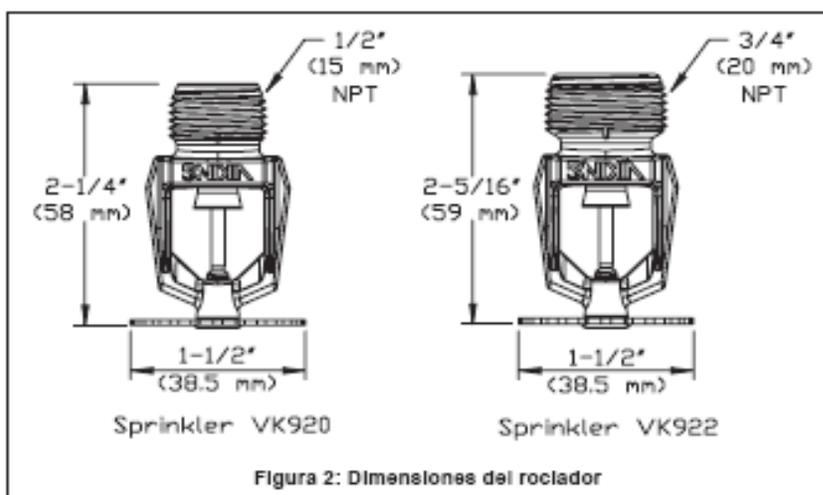
**Notas**

<sup>1</sup> La temperatura del rociador se encuentra grabada en el deflector.

<sup>2</sup> Se seleccionará una temperatura para los rociadores cercana aunque no inferior a 30°C por encima de la temperatura ambiente más alta esperada. Puede que existan otras limitaciones dependiendo de la carga de fuego, la situación del rociador o las normas vigentes en el lugar de la instalación. Consultar las normas de instalación específicas.

<b>VIKING®</b>	<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>ROCIADORES COLGANTES DE DESCARGA PLANA VK920 (K80) Y VK922 (K115)</b>
----------------	-----------------------	--

<b>Tabla de Aprobaciones</b>														
<b>Rociadores Viking colgantes de descarga plana</b>														
<b>Para una presión máxima de trabajo de 12 bar (175 PSI)</b>														
Referencia Base <sup>1</sup>	SIN	Estilo	Diámetro de Roca		Factor K		Longitud Total		Listados y Aprobaciones <sup>3</sup> (consultar los criterios de diseño en la página 127 e.)					
			NPT	BSP	US	Métrico <sup>2</sup>	pulgadas	mm	oULus	FM	Vds	LPCB	CE <sup>4</sup>	MED
<b>Orificio estándar</b>														
15111	VK920	Colgante	1/2"	15 mm	5,6	80,6	2-1/4	58	--	--	A1	A2	A1	--
<b>Orificio grande</b>														
15112	VK922	Colgante	3/4"	20 mm	8,0	115,2	2-5/16	59	--	--	A1	--	A1	--
<b>Rangos de Temperatura Aprobados</b>			<b>Acabados Disponibles</b>											
A - 155°F (68°C), 175°F (79°C) y 200°F (93°C)			1 - Latón, Chromado-Enloy®, Poliéster Blanco y Poliéster Negro 2 - Latón, Chromado-Enloy® y Poliéster Blanco											
<b>Notas</b>														
<sup>1</sup> Se muestra la referencia base. Para obtener la referencia completa, consulte la lista de precios actual de Viking. <sup>2</sup> El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10. <sup>3</sup> Las aprobaciones que se indican están vigentes en el momento de la edición de este documento. Consulte con el fabricante. <sup>4</sup> Certificado CE, norma EN 12259-1.														



- H. Una vez finalizada la instalación debe probarse la totalidad del sistema de acuerdo con las normas de instalación que sean aplicables. Compruebe que los rociadores están perfectamente roscados y no hay fugas. Si se producen fugas por la unión roscada, debe desmontarse la unidad, aplicar más pasta o cinta de sellado y volver a instalarla. El motivo es la posible pérdida del material de sellado una vez que la junta se deteriora. Sustituya inmediatamente las unidades dañadas usando únicamente la llave especial apropiada.
- I. Después de la instalación y de las pruebas y una vez comprobada la ausencia de fugas, retire las cubiertas protectoras de los rociadores. No use ninguna herramienta. Retire la tapa con la mano girándola ligeramente y tire de ella. **DEBEN RETIRARSE LAS TAPAS ANTES DE PONER EL SISTEMA EN SERVICIO.**
- J. Si fuese necesario retirar la unidad completa del rociador, el sistema debe ponerse fuera de servicio. Consulte la sección 6. **INSPECCIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO** y siga todas las advertencias e Instrucciones.



## 6. FUNCIONAMIENTO

En caso de incendio, el líquido termosensible contenido en la ampolla de vidrio se dilata y produce la rotura de ésta, liberando el cierre del orificio del rociador. Al circular el agua a través del orificio, choca con el deflector y da lugar a una pulverización homogénea de la descarga de agua que extingue o controla el fuego.

## 7. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

**NOTA:** El propietario es el responsable de mantener el sistema y los dispositivos de protección contra incendios en correctas condiciones de funcionamiento. Como requisitos mínimos de mantenimiento considerar las indicaciones apropiadas que describen el cuidado y el mantenimiento de los sistemas de rociadores. Además, deben seguirse las indicaciones que pueda emitir la autoridad competente.

- A. Los rociadores deben inspeccionarse regularmente para detectar señales de corrosión, daños mecánicos, obstrucciones, pintura, etc. La frecuencia de las inspecciones puede variar en función de lo agresivo que sea el ambiente, el abastecimiento de agua y la actividad desarrollada en la zona protegida.
- B. Los rociadores que hayan sido pintados o sufrido daños mecánicos deben sustituirse inmediatamente. Los que presenten signos de corrosión deben probarse y/o sustituirse inmediatamente según proceda. Las normas de instalación requieren que se prueben los rociadores, y si es necesario, se sustituyan después de un período de funcionamiento específico. Consultar las normas de instalación y a la autoridad competente sobre el tiempo mínimo requerido entre pruebas o reemplazos. Los rociadores que se han activado no pueden volver a instalarse o utilizarse y deben sustituirse obligatoriamente. Cuando se sustituyen, hay que utilizar siempre unidades nuevas.
- C. La forma de descarga del agua del rociador es crítica para una protección adecuada contra incendios. Por lo tanto, no debe colgarse o sujetarse nada del rociador que pueda obstaculizar la descarga. Cualquier tipo de obstáculo debe eliminarse de inmediato o, si fuera necesario, deberían instalarse rociadores adicionales.
- D. Para sustituir a los rociadores el sistema debe ponerse fuera de servicio. Consulte la descripción del sistema y/o las instrucciones de funcionamiento de las válvulas. Antes de poner el sistema fuera de servicio, informe a la autoridad competente. Debe considerarse la presencia de una brigada de bomberos en el área afectada.
  1. Poner el sistema fuera de servicio, drenando toda el agua y quitando toda la presión del sistema.
  2. Quitar el rociador que se quiere sustituir con la llave especial de rociadores y montar el nuevo. Asegúrese de que se efectúa la sustitución con el modelo adecuado y con el tipo, el diámetro del orificio, la temperatura y la velocidad de respuesta correctos. A estos efectos, debe tenerse un armario completo de repuestos. Siga las instrucciones de la sección 4. INSTALACIÓN.
  3. Volver a poner el sistema en servicio y precintar todas las válvulas. Comprobar y reparar cualquier fuga.
- E. Los sistemas de rociadores que se han visto afectados por un incendio deben ponerse nuevamente en servicio lo más rápidamente posible. Debe revisarse la totalidad del sistema para detectar daños y si fuera necesario, reparar o sustituir componentes. Los rociadores que, aunque sin activarse, han estado expuestos a altas temperaturas o a los compuestos corrosivos originados por la combustión, deben sustituirse. Para determinar los requisitos mínimos en cuanto a sustituciones, consulte a la autoridad competente.

## 8. DISPONIBILIDAD

Los rociadores Viking colgantes de descarga plana están disponibles en todo el mundo a través de su red de distribuidores nacional e internacional. Busque su distribuidor más próximo en [www.vikingcorp.com](http://www.vikingcorp.com) o póngase en contacto con Viking.

## 9. GARANTÍA

Las condiciones de la garantía de Viking se encuentran en la lista de precios en vigor, en caso de duda contacte con Viking directamente.



## DATOS TÉCNICOS

ROCIADORES COLGANTES DE  
DESCARGA PLANA VK920 (K80)  
Y VK922 (K115)

### CRITERIOS DE DISEÑO

(Ver también tabla de aprobaciones en la pág. 127c.)

#### Requisitos para la aprobación:

Los rociadores de descarga plana VK920 y VK922 están aprobados por Vds y tienen certificado CE como se indica en la tabla de aprobaciones para su instalación de acuerdo a la norma CEA 4001 "Sistemas de rociadores - Planificación e Instalación" o EN12845 "Sistemas de rociadores automáticos - Diseño, instalación y mantenimiento", donde se permiten los rociadores de descarga plana.

- Se permite su uso sólo en espacios ocultos, por encima de falsos techos y en estanterías.
- Aprobado para su uso en posición colgante solamente. El deflector debe quedar alineado paralelo al techo.
- El rociador VK920 (K80) está permitido en instalaciones de riesgo ordinario y de riesgo alto como rociador intermedio en almacenamiento en altura.
- El rociador VK922 (K115) está permitido únicamente en instalaciones de riesgo alto como rociador intermedio en almacenamiento en altura.
- Posición del deflector
  1. Para las instalaciones de riesgo ordinario: el deflector debe estar a una distancia de al menos 12" (300 mm) del falso techo. **NOTA:** Esto incluye falsos techos en estancias de riesgo ordinario. La distancia vertical entre el deflector y la parte superior del falso techo no debe ser inferior a 12" (300 mm).
  2. Rociadores Intermedios en estancias de riesgo elevado: la distancia mínima entre el deflector y la parte superior del almacenamiento es de 4" (100 mm). **NOTA:** Deberá garantizarse que el agua de los rociadores que funcionan en niveles intermedios pueda penetrar en los productos almacenados. La distancia entre los productos almacenados en estanterías y colocados uno detrás de otro será al menos de 6" (150 mm), y si es necesario se instalarán topes de palets.
- Vigas y obstrucciones similares: consultar CEA 4001 o EN12845 y la Figura 3 más abajo.
- Para que la instalación sea efectiva, debe seguirse y consultarse siempre la norma CEA 4001 o EN12845.

**NOTA:** Los rociadores colgantes de descarga plana tienen unas características de distribución del agua considerablemente diferentes a los rociadores de pulverización estándar y a los convencionales. Esto permite que los rociadores VK920 y VK922 se usen en conformidad con las normas CEA 4001 o EN12845.

**IMPORTANTE:** consulte siempre el Boletín F\_091699 – Manejo y mantenimiento de los Rociadores. Los rociadores VIKING se deben instalar de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, los estándares apropiados de NFPA, FM Global, LPCB, APSAD, Vds u otras organizaciones similares, también con la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente.

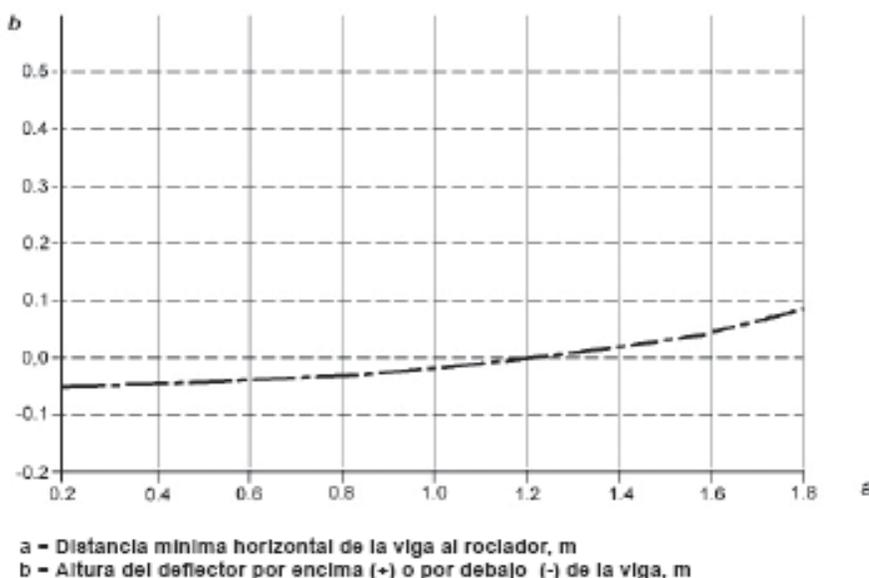


Figura 3: Distancia del deflector del rociador a las vigas (m)

## APÉNDICE 4

### CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA NORMADA

Bomba Faribanks Morse modelo 4"-1592F, tipo centrífugo vertical en línea, listada por UL, aprobada por FM y en consideración con la norma NFPA panfleto 20. El equipo está considerado para una capacidad de 400 GPM y 135 PSI; conformada de la siguiente manera:

- Carcasa de hierro.
- Impulsor de bronce
- Camisas de eje en bronce.
- Estanqueidad en el eje por empaquetadura.
- Eje en acero al carbono
- Válvula de seguridad.
- Sellos de identificación correspondientes a UL y FM.
- Motor eléctrico ODP
- Potencia: 60 HP
- Velocidad: 3500 rpm
- Tensión Trifásico 230 V, 60 hz.
- Factor de seguridad 1.15
- Empaquetadura acrílica impregnada de grafito.

## **CONTROLADOR**

El controlador será listado UL y aprobado FM, para motores eléctricos y en concordancia con la norma NFPA panfleto 20 y panfleto 70. El controlador está diseñado para arrancar automáticamente la bomba durante pérdidas de presión del sistema.

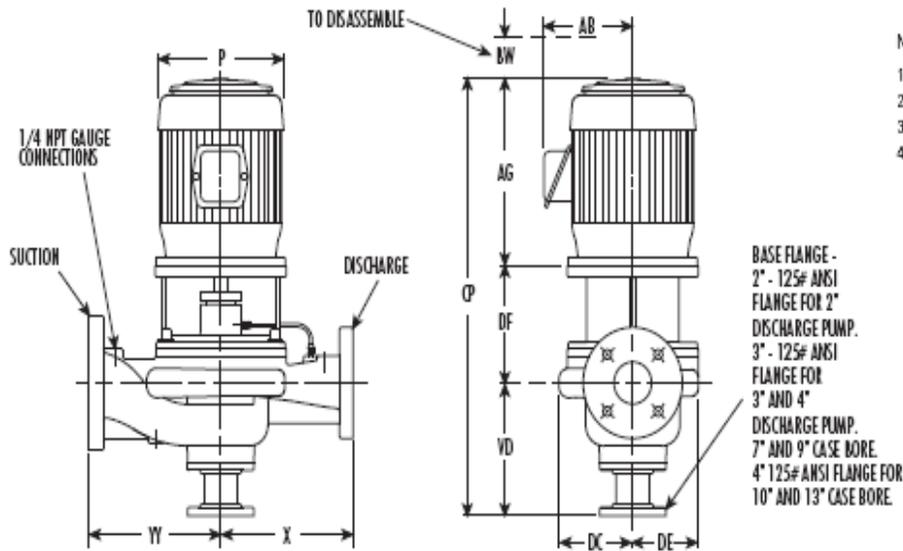
- Potencia a manejar: 60 HP
- Tipo de arranque: Estrella – Delta Abierto
- Protección Nema tipo 2
- Tensión de entrada trifásica, 230 V a 60 Hz
- Transductor de presión de 0 – 300 PSI
- Sellos de identificación correspondientes a UL y FM
- Un diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, está permanentemente dentro del gabinete del controlador

## APÉNDICE 5

### TABLA DE SELECCIÓN, DATOS TÉCNICOS Y CURVA DE OPERACIÓN DE LA BOMBA NORMADA

## 400 GPM

Electric Driven							
Pressure		Required Motor HP Rating			Pump Size & Model	Motor Frame	Unit Weight
(PSI)	(TDH)	UL Listed & FM Approved	Speed (RPM)	Horse- power (BHP)			
50	116	20	3500	21.5	4" 1591BF	254JP	416
55	127	20	3500	23.0	4" 1591BF	254JP	416
60	139	25	3500	26.5	4" 1591BF	256JP	446
65	150	25	3500	28.8	4" 1591BF	256JP	446
70	162	25	3500	25.0	4" 1593BF	256JP	472
75	173	25	3500	26.4	4" 1593BF	256JP	472
80	185	30	3500	30.5	4" 1593BF	284JP	506
85	196	30	3500	32.2	4" 1592F	284JP	506
	196	30	3500	32.2	4" 1593BF	284JP	506
90	208	30	3500	33.5	4" 1592F	284JP	506
95	219	40	3500	36.0	4" 1592F	286JP	574
100	231	40	3500	40.0	4" 1592F	286JP	574
105	243	40	3500	42.9	4" 1592F	286JP	574
110	254	40	3500	45.6	4" 1592F	286JP	574
115	266	50	3500	47.0	4" 1592F	324JP	625
120	277	50	3500	54.2	4" 1592F	324JP	625
125	289	60	3500	58.0	4" 1592F	326JP	700
130	300	60	3500	63.0	4" 1592F	326JP	700
135	312	60	3500	66.6	4" 1592F	326JP	700
136	314	60	3500	68.0	4" 1592F	326JP	700



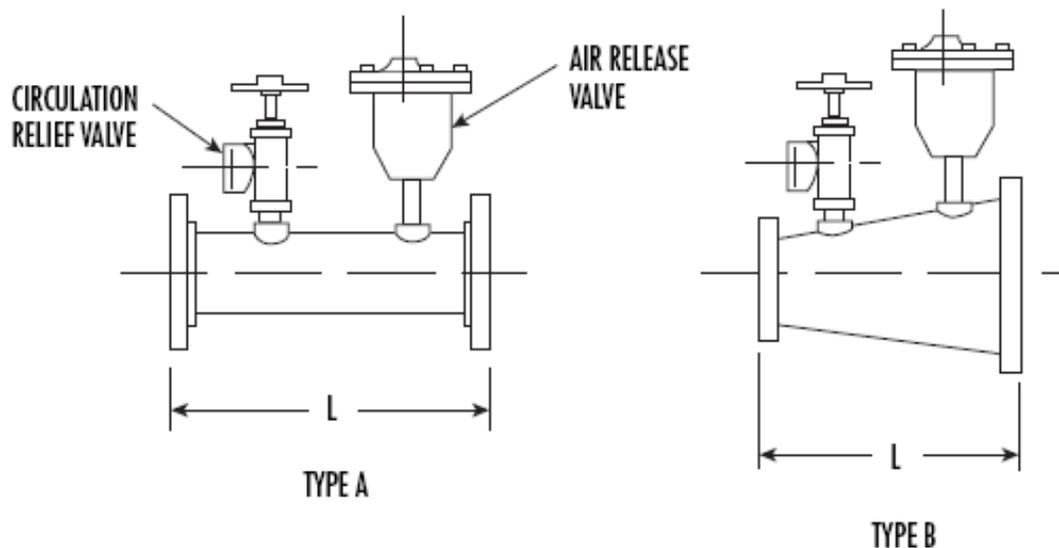
NOTES:

1. All dimensions in inches.
2. Dimensions may vary  $\pm 1/4$ .
3. Not for construction purposes unless certified.
4. Suction and discharge flanges are 125# ANSI as standard 250# suction and discharge or 125# suction/250# discharge available as option for 9 inch and 10 inch case bore pumps only.

PUMP SIZE			MODEL	GPM PUMP RATING	X	YY	BW (MIN)	VD	DF		DC	DE	PUMP WT.(LBS)		
DISCH	SUCT	CASE BORE							184JP	213JP THRU 365JP			184JP	213JP THRU 256JP	284JP THRU 365JP
3	3	7A	3"1591AF	100, 150, 200	9-1/2	9-1/2	4-1/2	10-1/4	8	8-13/16	5-3/16	6-1/8	140	153	159
3	3	7B	3"1591BF	250	9-1/2	9-1/2	4-1/2	10-1/4	—	8-13/16	5-3/16	6-1/8	—	153	159
4	4	7B	4"1591BF	300, 400, 450, 500	11	11	4-1/2	11-1/4	—	9-5/16	5-9/16	7-5/16	—	191	197
2	2	9C	2"1591CF	50, 100	9-1/2	9-1/2	4-1/2	9-1/4	7-13/16	8-5/8	5-3/4	6-1/4	117	130	—
3	3	9A	3"1592AF	150, 200	11	11	4-1/2	10-1/4	7-15/16	8-3/4	6	6-3/4	152	165	170
3	4	9	3"1593F	250	11	11	4-1/2	9-7/8	8-1/4	8-7/8	5-3/4	6-1/2	178	191	196
4	5	9	4"1592F	300, 400, 450	11	11	4-1/2	11	8-3/8	9	6	7-1/8	—	227	232
4	5	9B	4"1593BF	300, 400, 450, 500	11	11	4-1/2	11	8-3/8	9	6	7-1/8	—	227	232
4	5	9C	4"1593CF	500	11	11	4-1/2	11	—	9	6	7-1/8	—	—	232
4	6	10	4"1594F	400, 450, 500	14	14	5	13-1/16	—	9-1/16	7	8-1/2	—	—	351
4	6	10B	4"1594BF	750	14	14	5	13-1/16	—	9-1/16	7	8-1/2	—	—	351
4	6	13	4"1593F	750	16	16	5-3/8	13-13/16	—	9-3/16	9	10-1/2	—	—	421

O.D.P. FRAME	AG APPROX	P	AB APPROX	MOTOR WT. (LBS)	CP							
					2x2x9C	3x3x9A	3x4x9	4x5x9 4x5x9B&C	3x3x7A 3x3x7B*	4x4x7B	4x6x10 4x6x10B	4x6x13
184JP	15	10-3/8	7	95	32-1/8	33-1/4	33-1/8	34-3/8	28-5/8	—	—	—
213JP	17	12-1/4	7-5/8	135	35	36	35-3/4	37	36	—	—	—
215JP	17	12-1/4	7-5/8	155	35	36	35-3/4	37	36	37-3/4	—	—
254JP	21	13	8-7/8	195	39	40	39-3/4	41	40	41-5/8	—	—
256JP	21	13	9-1/4	256	39	40	39-3/4	41	—	41-5/8	—	—
284JP	22	15-3/4	11-3/8	271	—	41	40-3/4	42	—	42-5/8	—	—
286JP	22	15-3/4	11-3/8	320	—	41	40-3/4	42	—	42-5/8	44-1/8	—
324JP	24	17-3/4	13-1/4	420	—	43	—	44	—	—	46-1/8	46-1/4
326JP	24	17-3/4	13-1/4	460	—	—	—	44	—	—	46-1/8	46-1/4
364JP	26	20	16	600	—	—	—	—	—	—	48-1/8	48-1/4
365JP	26	20	16	750	—	—	—	—	—	—	48-1/8	48-1/4

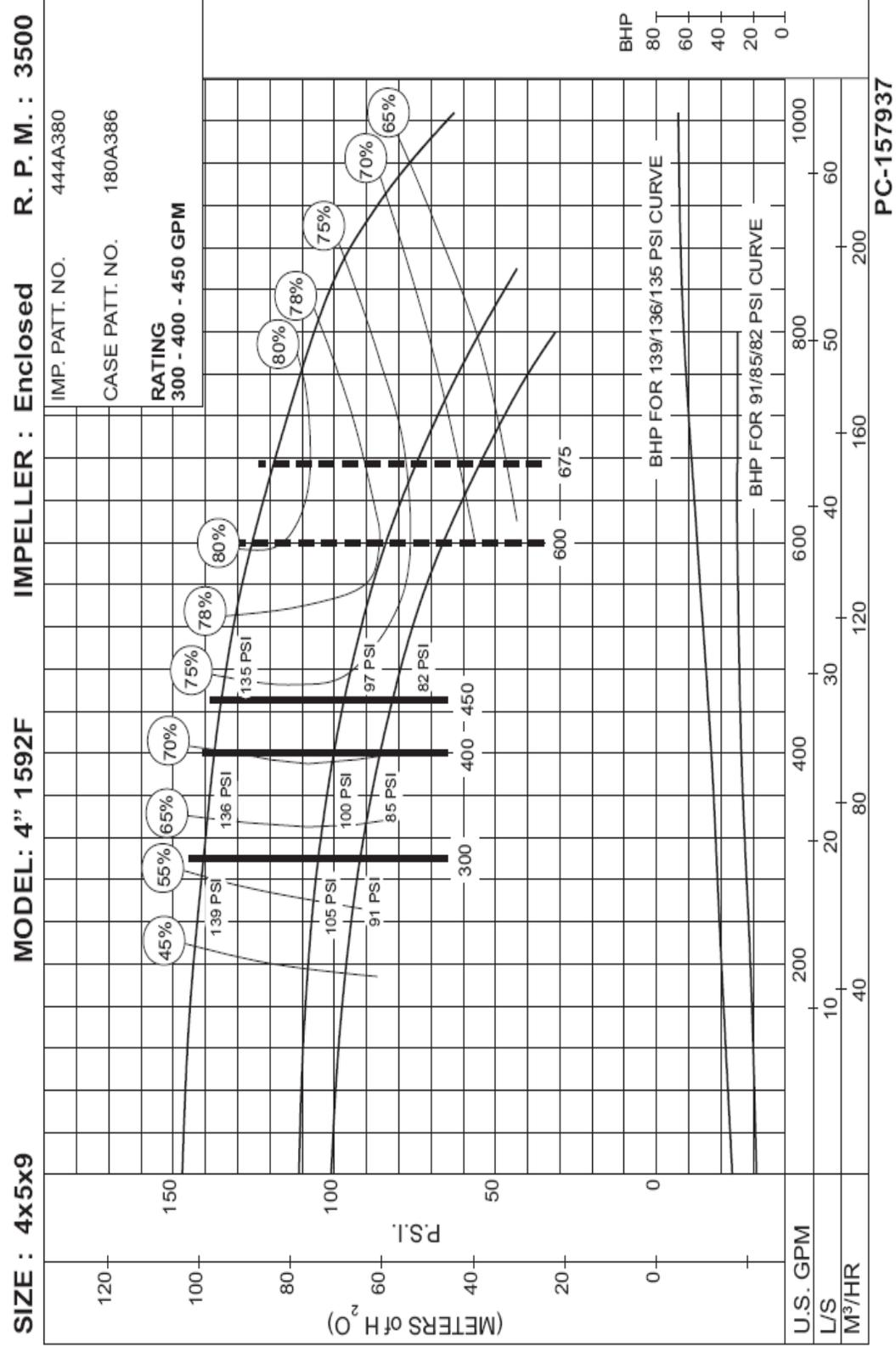
### DISCHARGE FITTINGS FOR INSTALLATION OF VALVES



PUMP SIZE	FLOW RATING	FITTING TYPE	FITTING SIZE	DISCHARGE FITTING ONLY					
				150# FLANGES			300# FLANGES		
				OPT. NO.	L	WT. (LB)	OPT. NO.	L	WT. (LB)
3 x 3 x 7A	100	A	3 x 3	74BA	14	25	N/A	N/A	N/A
	150								
3 x 3 x 7B	200	A	3 x 3	74BA	14	25	N/A	N/A	N/A
	250								
4 x 4 x 7B	300	A	4 x 4	74BB	16	39	N/A	N/A	N/A
	400	B	4 x 5	74BC	11.75	42	N/A	N/A	N/A
	500								
2 x 2 x 9C	50	A	2 x 2	74BD	14	14	74BJ	14	14
3 x 3 x 9A	150	A	3 x 3	74BA	14	25	74BK	14	35
	200								
3 x 4 x 9	250	A	4 x 4	74BB	16	39	74BL	16	57
4 x 5 x 9	300								
4 x 5 x 9B	400								
4 x 6 x 10	400	A	4 x 4	74BB	16	39	74BL	16	57
4 x 6 x 10	450								
4 x 5 x 9B	500	B	4 x 5	74BC	11.75	45	74BM	12.5	65
4 x 5 x 9C									
4 x 6 x 10									
4 x 6 x 10	750	B	4 x 6	74BH	12.25	52	74BN	13	82
4 x 6 x 13	750	B	4 x 6	74BH	12.25	52	74BN	18.25	82

**NOTES:**

1. All dimensions in inches and may vary by 3/8".
  2. Flanges are A.N.S.I. Class 150 or Class 300 steel.
- N/A - Not Applicable



## APÉNDICE 6

### CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA JOCKEY

Bomba vertical de etapas múltiples, marca Fairbanks Morse. Modelo PVM - 100. El equipo está considerado para una capacidad de 12 GPM y 145 PSI. La unidad de bombeo tiene las siguientes características:

- Motor eléctrico ODP
- Potencia nominal: 3HP
- Tensión trifásica 230 V, 60 HZ
- Factor de servicio: 1.15
- Velocidad: 3500 RPM

### CONTROLADOR

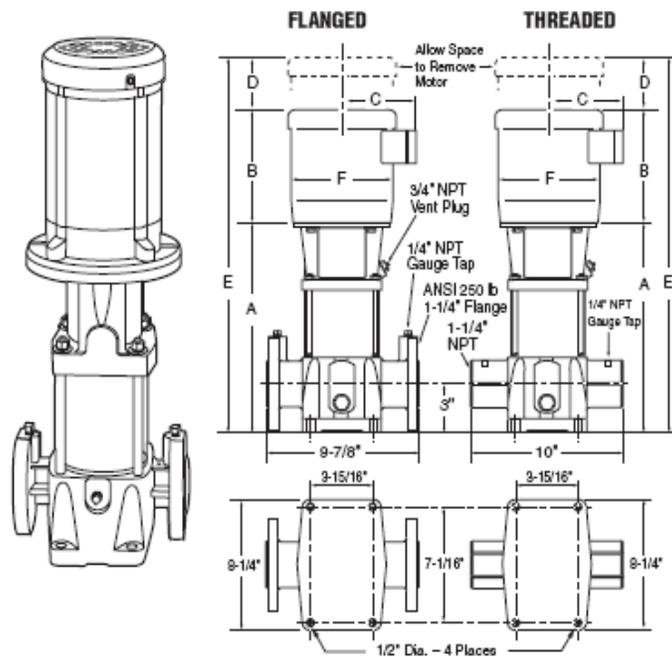
El controlador está diseñado para arrancar automáticamente la bomba durante pérdidas de presión del sistema, el mismo tiene las siguientes características:

- Potencia a manejar: 3HP
- Protección Nema tipo 2
- Tensión de entrada trifásica: 230 V a 60 Hz
- Dispositivo de seguridad en la puerta, sólo se puede abrir cuando está en posición de apagado.
- Diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, está permanentemente dentro del gabinete del controlador

## APÉNDICE 7

### DATOS TÉCNICOS Y CURVA DE OPERACIÓN DE LA BOMBA JOCKEY

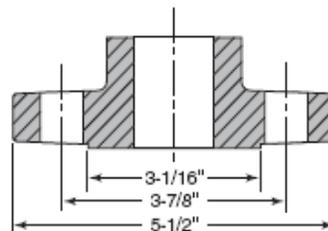
#### Cast Iron Construction



#### Technical Information

**MINIMUM PUMPING RATES:** 1.2 GPM  
**FLOW RANGE:** 1.2 – 20 GPM  
**MINIMUM SUCTION PIPE SIZES:**  
 1-1/4" Nominal Diameter, Schedule 40 Pipe  
**MAXIMUM INLET PRESSURE:**  
 30/2 - 60 – 145 PSI  
 70 - 180 – 220 PSI  
**MAXIMUM AMBIENT TEMPERATURE:** 104° F  
**LIQUID TEMPERATURE RANGE:** +5° F to +250° F  
**MOTOR OPTIONS:** TEFC or ODP  
**CONSTRUCTION MATERIALS:** See Page 16.

1-1/4" ANSI. 250 lb. 4-Bolt Flange

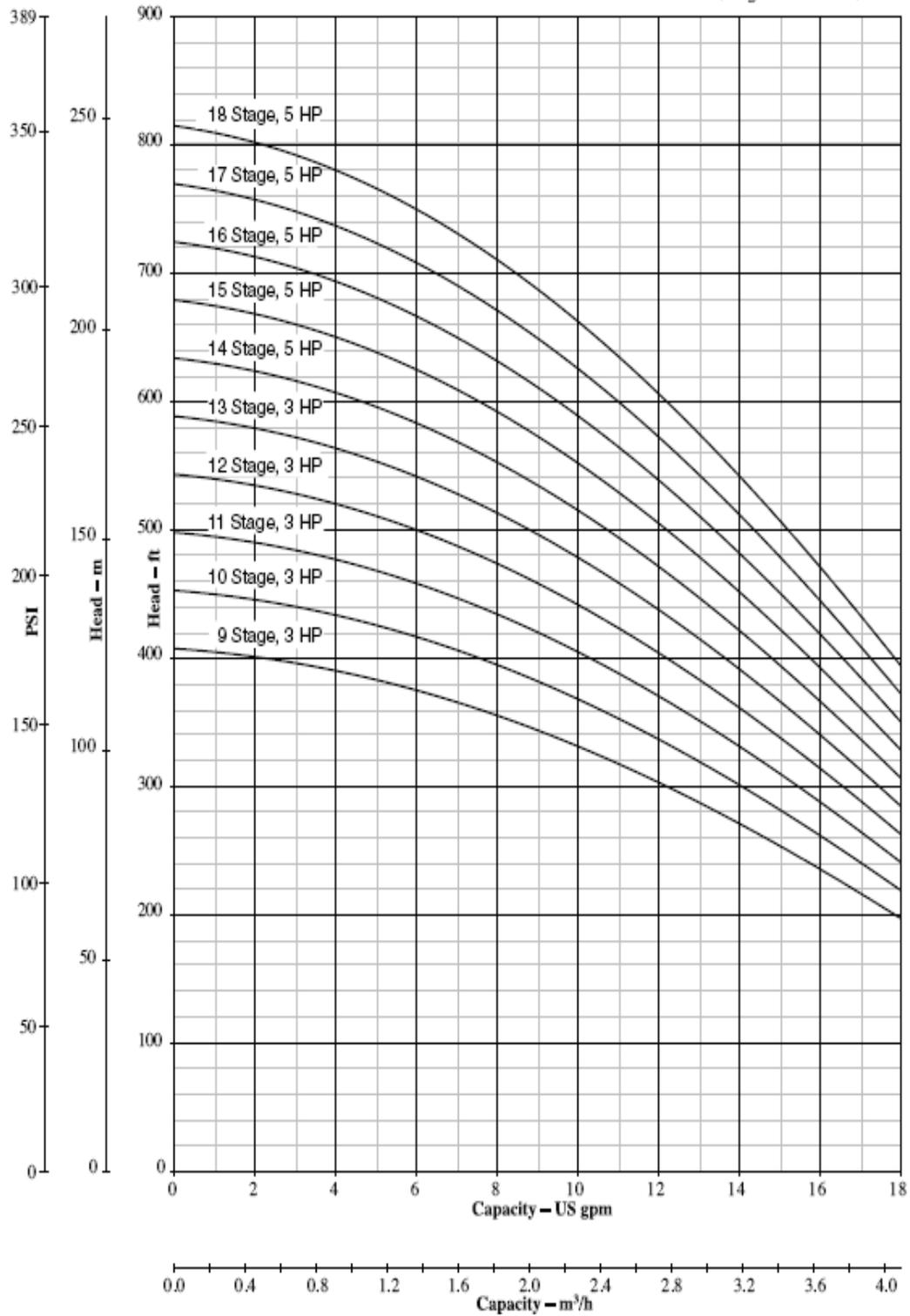


#### Dimensions and Specifications – PVM 2 Series 3 thru 5 HP

Model Number	HP	Motor S.F.	Ph	Volts	Frame Size	Disc. Size	Suc. Size	Dimension in Inches*						TEFC Wt.	ODP Wt.
								A	B	C	D	E	F		
PVM2-90	3	1.15	1	115/208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	16	13-5/8	6 7/8	2-3/4	32-3/8	8-1/2	143	134
PVM2-90	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	16	12-1/4	6 7/8	2-7/8	31-1/8	8-1/2	124	124
PVM2-100	3	1.15	1	208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	16-5/8	13-5/8	6-7/8	2-3/4	33-1/8	8-1/2	144	135
PVM2-100	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	16-5/8	12-1/4	6-7/8	2-7/8	31-7/8	8-1/2	125	125
PVM2-110	3	1.15	1	115/208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	17-3/8	13 5/8	6 7/8	2-3/4	33-3/4	8-1/2	145	136
PVM2-110	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	17-3/8	12-1/4	6 7/8	2-7/8	32-1/2	8-1/2	126	126
PVM2-120	3	1.15	1	208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	18-1/8	13-5/8	6-7/8	2-3/4	34-1/2	8-1/2	146	137
PVM2-120	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	18-1/8	12-1/4	6-7/8	2-7/8	33-1/4	8-1/2	127	127
PVM2-130	3	1.15	1	115/208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	18-3/4	13-5/8	6 7/8	2-3/4	35-1/4	8-1/2	147	138
PVM2-130	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	18-3/4	12-1/4	6 7/8	2-7/8	34	8-1/2	128	128
PVM2-140	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	19-1/2	15-1/4	8	3-3/8	38-1/8	10-5/8	180	154
PVM2-140	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	19-1/2	13-5/8	6 7/8	2-7/8	36	8-1/2	153	150
PVM2-150	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	20-1/4	15-1/4	8	3-3/8	38-7/8	10-5/8	155	155
PVM2-150	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	20-1/4	13-5/8	6-7/8	2-7/8	36-3/4	8-1/2	154	151
PVM2-160	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	20-7/8	15-1/4	8	3-3/8	39-5/8	10-5/8	182	156
PVM2-160	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	20-7/8	13-5/8	6 7/8	2-7/8	37-1/2	8-1/2	155	152
PVM2-170	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	21-5/8	15-1/4	8	3-3/8	40-1/4	10-5/8	183	157
PVM2-170	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	21-5/8	13-5/8	6 7/8	2-7/8	38-1/8	8-1/2	156	153
PVM2-180	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	22-3/8	15-1/4	8	3-3/8	41	10-5/8	184	158
PVM2-180	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	22-3/8	13-5/8	6-7/8	2-7/8	38-7/8	8-1/2	157	154

# Performance Curves – PVM (I/X) 2 Series

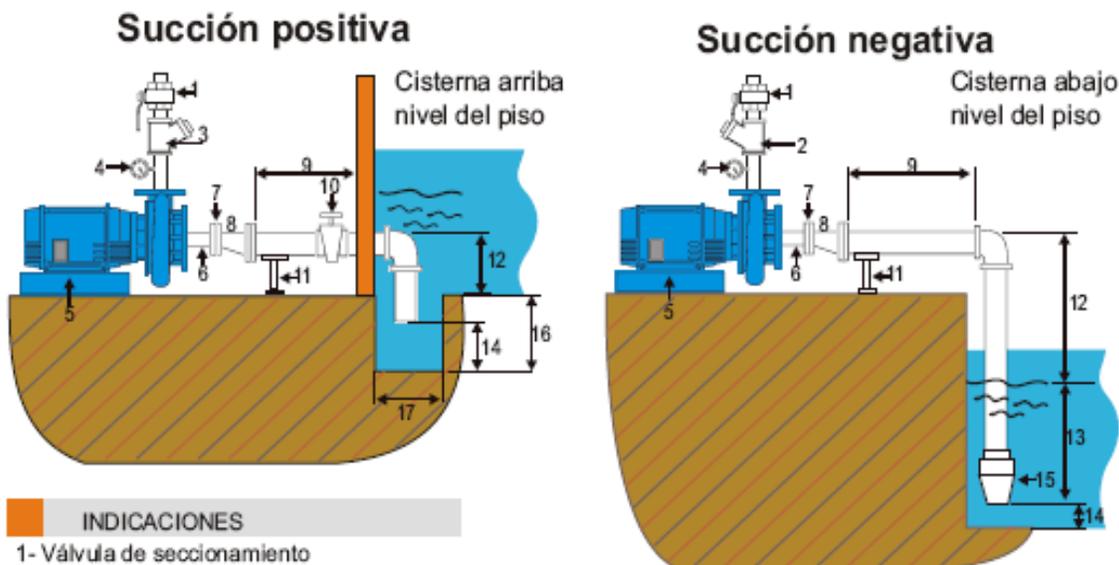
Nominal RPM: 3450  
 Based on Fresh Water @ 68 F  
 Maximum Working Pressure: 360 PSI



## APÉNDICE 8

### INSTALACIÓN CORRECTA DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA

#### INSTALACION CORRECTA DE UNA BOMBA CENTRIFUGA



#### INDICACIONES

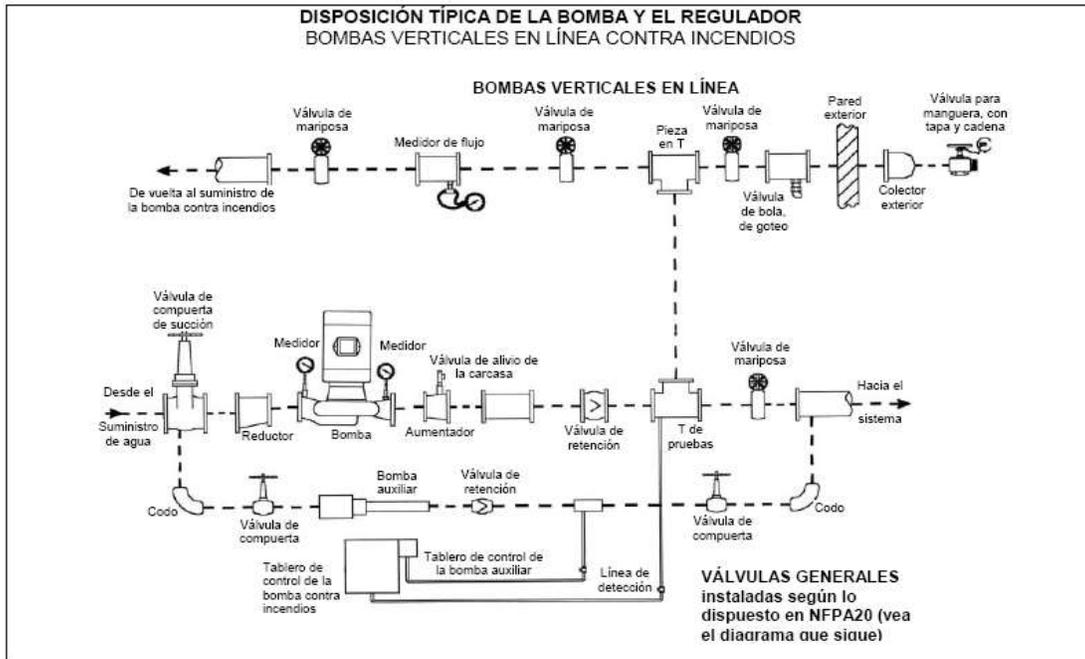
- 1- Válvula de seccionamiento
- 2- Conexión "Y" para cargar la bomba
- 3- Check de columpio
- 4- Manómetro para medición
- 5- Fije correctamente la bomba en una base metálica y recibida en concreto
- 6- Tramo corto posterior al reductor, que debe ser mínimo dos veces el diámetro del tubo
- 7- Tuerca unión o bridas (asegurese que la tuerca unión este bien sellada)
- 8- Reductor excéntrico que amplía el tubo de succión a por lo menos un tamaño comercial mayor (la velocidad del agua en la línea de succión no debe ser mayor a 2.4 m/seg.)
- 9- Tramo recto lo más corto posible, pero no menor a 6 veces el diámetro del tubo para estabilizar el flujo
- 10- Válvula compuerta para mantenimiento
- 11- Sostenga el tubo según se requiera
- 12- Lo más cerca posible al espejo del agua
- 13- Para evitar vórtices, la sumergencia de la válvula de pie debe de ser cuando menos 4 veces el diámetro del tubo
- 14- Mínimo un diámetro de la tubería al suelo
- 15- Válvula de cierre silencioso de buena calidad que permita un buen paso de agua
- 16- La profundidad de la caja de succión debe ser por lo menos 5 veces el diámetro del tubo
- 17- El ancho de la caja de succión debe ser por lo menos 3 veces el diámetro del tubo

#### CONEXIONES ELECTRICAS

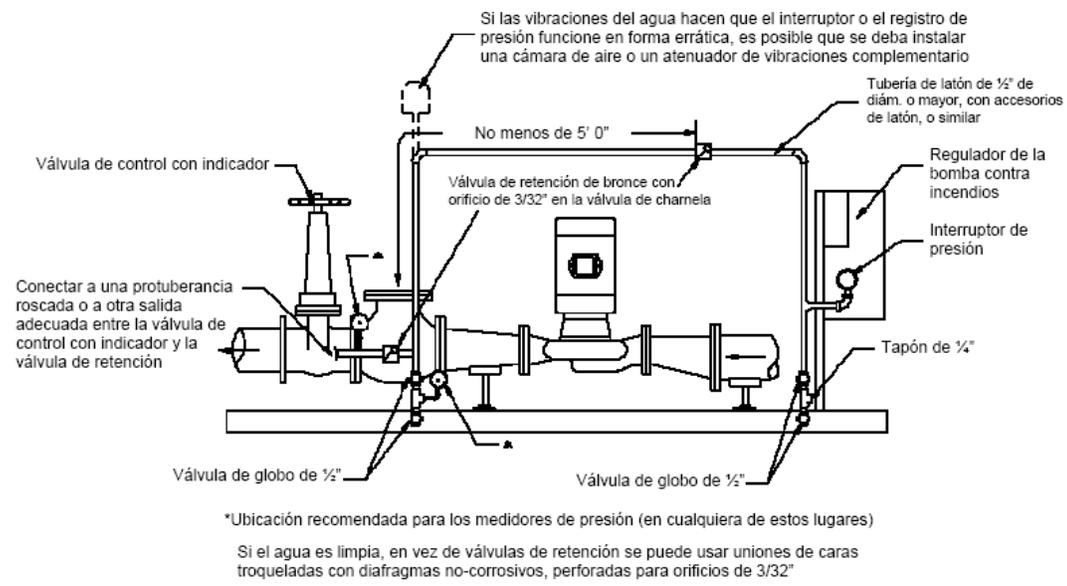
- 1 - Es necesario que el motor eléctrico cuente con una protección por sobre corriente, independientemente del interruptor termomagnético o de cuchillas.
- 2 - Todos los motores eléctricos salen de la planta listos para conectarse al voltaje especificado por el usuario, en caso de requerir un cambio en la conexión del voltaje, verificar en la placa del motor la nueva conexión.

## APÉNDICE 9

### ESQUEMA CONEXIÓN BOMBA CONTRA INCENDIO



### CONEXIÓN DE LA LÍNEA DETECTORA DE PRESIÓN PARA LOS REGULADORES DE LA BOMBA CONTRA INCENDIOS





## BIBLIOGRAFÍA

1. BINDER RAYMOND C, Mecánica de los fluidos
2. EDITORIAL MAFRE S.A, Manual de Protección Contra Incendio
3. OSHA, Occupational Safety Health Associative
4. RAFAEL BELTRAN (MCGRAW-HILL), Introducción a la Mecánica de los Fluidos
5. NFPA, Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego
6. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2007
7. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 20, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios, Edición2007.
8. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios, Edición 2008.

9. NORMAS INTERNACIONALES: AWWA, ASTM, AWS, ASME, API, ANSI, ULFM'

10. Armstrong, Fire Pumps,

[http://www.armstrongpumps.com/product\\_catalogue.asp](http://www.armstrongpumps.com/product_catalogue.asp)

11. Victaulic, Pipe System Solutions,

<http://www.victaulic.com/content/Products.htm>