

Diseño de un Sistema Contra Incendio con Rociadores Automáticos y Cajetines de Mangueras para un Edificio de Oficinas

Danny Marcelo Campoverde Naranjo⁽¹⁾, Lenin Stalin Pesántez Verdezoto⁽²⁾, Ing. Fernando Anchundia Valencia⁽³⁾

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción⁽¹⁾

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

dcampove@espol.edu.ec⁽¹⁾ lpesante@espol.edu.ec⁽²⁾ fanchundia@maquinarias-henriques.com⁽³⁾

Resumen

Este trabajo no pretende discutir todos los amplios aspectos de la ingeniería y la elaboración de los diseños de los sistemas de protección contra incendio; en cambio pretende proporcionar una introducción a los principios y procedimientos basados bajo la normas NFPA, que pueden ser utilizados en función a la experiencia del diseñador o por requerimiento de las necesidades del cliente. Primeramente se estudiará y analizará la ubicación y las condiciones del edificio de oficinas para la elaboración del diseño y la instalación de los sistemas de protección contra incendio basados en las normas NFPA, las cuales dan un sin número de recomendaciones para la seguridad y protección que deben tomarse en cuenta para la protección de las áreas de mayor riesgo, usando una combinación de sistemas y equipos: rociadores, cajetines de mangueras y extintores. Se realizarán los respectivos estudios en el área de mayor riesgo y se procederá a realizar los cálculos correspondientes al diseño. Posteriormente se seleccionará el material para realizar la respectiva elaboración de planos correspondiente a la instalación del sistema contra incendio.

Palabras Claves: *Sistemas de protección contra incendio.*

Abstract

This work doesn't pretend to discuss about all the several aspects of engineering and the design and installation of systems of fire protection; in contrast aims to provide an introduction to the principles and procedures based under the rules NFPA, which can be used in function to the experience of the designer or by request of the customer needs. First of all we will study and analyze the location and conditions of the offices building for the design and installation of systems of fire protection based under the rules NFPA, which gives several recommendations for protection and security to be taken into account for the protection of the areas of greatest risk, using a combination of systems and equipment: sprinklers, holes of hoses and fire extinguishers We will do the respective studies in the area of greatest risk and we will proceed to the calculations for the design. Subsequently will be selected the material to make the respective drawing up plans for the installation of the system against fire

Keywords: *Fire protection systems.*

1. Introducción

Incendios de gran intensidad como el ocurrido en la fábrica Cartorama especialistas en soluciones de cartón corrugado ubicada en el Km 12.5 de la vía a Daule, e incendios de mediana intensidad como el ocurrido en el edificio esquinero #406 ubicado entre las calles Ayacucho y Chimborazo en el sector comercial de la bahía donde funcionaban bodegas de ropa, ambos el pasado año por los meses de Septiembre y Noviembre, son dos de cientos de casos que han ocurrido en la ciudad de Guayaquil en los últimos años, convirtiéndose en un tema de gran preocupación e interés, tanto para las brigadas del Benemérito Cuerpo de Bomberos que son las encargadas de dar auxilio y socorro inmediato, como para la Dirección de Ingeniería, Proyectos y

Prevención de Incendios que son los responsables de inspeccionar y dar permisos de funcionamiento de ciertos establecimientos con el fin de evitar dichos sucesos catastróficos.

Por consiguiente el presente trabajo consiste en realizar el diseño del sistema de protección contra incendios para un edificio de oficinas ubicado en la ciudad de Guayaquil con rociadores automáticos, cajetines de mangueras y extintores.

2. Generalidades del proyecto

2.1. Objetivos y alcance del proyecto

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar el sistema de protección contra incendios para un

edificio de oficinas ubicado al norte de la ciudad de Guayaquil basándonos en las normas de la NFPA (National Fire Protection Association) en particular en la norma NFPA 13 (norma para la instalación de sistemas de rociadores), norma NFPA 20 (norma para la instalación de bombas contra incendio), norma NFPA 25 (norma para la inspección, pruebas y mantenimiento de sistemas de protección contra incendio a base de agua) así como en requisitos mínimos de diseño, seguridad y protección.

Este proyecto abarcará el dimensionamiento, selección, y cálculo de los parámetros de diseño del sistema de bombeo en general como son el caudal y la presión necesaria para el correcto funcionamiento del equipo de bombeo y del sistema en general, la selección de válvulas, el correcto dimensionamiento de la red de tuberías para rociadores automáticos, la selección de accesorios para la red de tuberías como son codos, uniones, tes, reductores y soportes y por último la adecuada selección del equipo de bombeo, rociadores, extintores y cajetines de mangueras para lo cual se hará buen uso de catálogos comerciales digitalizados de libre acceso en el Internet y catálogos solicitados a tiendas locales dedicadas al suministro de dichos equipos, accesorios y materiales.

2.2. Ubicación geográfica del edificio

El edificio está localizado aproximadamente en el kilómetro 1.5 de la avenida Juan Tanka Marengo en la ciudadela cooperativa de viviendas Guayaquil manzana #21 solares #2, #3, #4, #21, #22, #23, siendo más específico en su ubicación su fachada principal se encuentra actualmente frente al edificio Executive Center y Plaza del Sol, delimitando su fachada lateral derecha Autosol que es un patio de compra y venta de vehículos, su fachada lateral izquierda Totalink S.A. que es un local de especialistas en productos y servicios hidráulicos y su fachada posterior Mi Tierra Café Concert Bar.

2.3. Arquitectura y características del edificio

El edificio con un área de terreno de 1292.72 m² consta de seis plantas distribuidas en un sótano destinado para parqueadero de clientes que acudan a dicho edificio con una capacidad de 35 puestos, aquí se encontrará el cuarto de bombas del sistema de combate contra incendios y el sistema hidroneumático para consumo diario, la cisterna, el cuarto eléctrico, baños, zona de tableros de transferencia y el cuarto para el generador eléctrico.

La planta baja estará destinada a show room o mostrador de los diferentes productos que la compañía dueña del edificio promocionará, encontrándose en esta planta también un cuarto eléctrico, cuarto de datos, baños y oficinas varias, en tanto que el

mezanine estará destinado a salones para capacitación, conteniendo también un cuarto eléctrico, cuarto de datos y baños al igual que la planta baja.

El primer, segundo y tercer piso estarán destinados exclusivamente a oficinas varias de administración como logística, facturación, crédito, cobranzas, sala de reuniones, sala de capacitación, ventas internas, ventas provinciales, recursos humanos, marketing, departamento legal, bodega de papeles, bodega de tramoyas, cuarto de racks y central de voz, recepción, cuarto eléctrico, baños, gerencia, presidencia, bodega de archivos.

3. Fundamentos teóricos

3.1. Propiedades físicas y químicas del agua

Un fluido se define como un estado de la materia en el que la forma de los cuerpos no es constante, sino que se adapta a la del recipiente que los contiene. La materia fluida puede ser trasvasada de un recipiente a otro, es decir, tiene la capacidad de fluir.

Densidad

La densidad es la relación de la masa y el volumen de la sustancia, teniendo en cuenta esta relación, se puede concluir que entre mas masa tenga un cuerpo en un mismo volumen, menor será su densidad.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Peso específico

El peso específico de una sustancia, es su peso por unidad de volumen y depende de la aceleración de la gravedad, así como del lugar.

Se calcula al dividir el peso de la sustancia entre el volumen que este ocupa:

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho * g$$

Densidad relativa o gravedad específica (GE) (S)

La densidad relativa o gravedad específica de una sustancia, hace referencia a la comparación de la densidad, con la densidad del agua a alguna temperatura específica; o del peso específico de una sustancia con el peso específico del agua.

$$GE = \frac{\rho_{Sustancia}}{\rho_{Agua}}$$

Volumen específico

El volumen específico es el inverso de la densidad.

$$v = \frac{V}{m}$$
$$V = \frac{1}{m}$$

Presión

La presión representa la intensidad de la fuerza que se ejerce sobre cada unidad de área de la superficie considerada.

$$P = \frac{F}{A}$$

Viscosidad de un fluido

La viscosidad depende sólo ligeramente de la presión y el efecto de esta, por lo general, no se toma en cuenta. Sin embargo, la viscosidad es bastante sensible a la temperatura.

Cavitación

Cuando un líquido en movimiento roza una superficie se produce una caída de presión local, y puede ocurrir que se alcance la presión de vaporización del líquido, a la temperatura que se encuentra dicho líquido. En ese instante se forman burbujas de vapor. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implotan. Este fenómeno recibe el nombre de cavitación.

3.2. Triángulo de fuego

Para que un material entre en combustión se necesitan ciertas condiciones, una de ellas es contar con suficiente oxígeno; normalmente esto no es problema, porque el aire que nos rodea lo contiene, una segunda condición es que exista material combustible y la tercera condición es que tengamos suficiente calor para que la combustión se inicie.



Figura 4. Triángulo de fuego

Estas tres condiciones, en conjunto, forman lo que se conoce como el TRIÁNGULO DEL FUEGO: oxígeno, combustible y calor, en proporciones adecuadas. Si falta uno de estos elementos o no está en la proporción conveniente, no existirá el fuego.

3.3. La transmisión de calor

El calor se transmite de un objeto a otro en tres formas: por conducción, por radiación y por convección.

3.4. Métodos de extinción del fuego

Los métodos de extinción se basan en la eliminación de uno o más de los elementos del triángulo del fuego y de la reacción en cadena. Estos métodos son los siguientes:

1. Por enfriamiento
2. Por sofocación
3. Por dispersión o aislamiento del combustible
4. Por inhibición de la reacción en cadena

3.5. Clasificación del fuego

Para un mejor resultado en el combate de un fuego incipiente, se debe considerar el material que está en combustión, es por esto que al fuego se lo ha clasificado en diferentes tipos:

1. Fuegos Clase "A"
2. Fuegos Clase "B"
3. Fuegos Clase "C"
4. Fuegos Clase "D"
5. Fuegos Clase "K"

3.6. Clasificación de las ocupaciones

Las ocupaciones deben clasificarse de acuerdo a la cantidad y combustibilidad de sus contenidos, a las tasas de liberación de calor esperadas, al potencial total de liberación de energía:

1. Ocupaciones de riesgo leve (RL)
2. Ocupaciones de riesgo ordinario (RO) grupo I
3. Ocupaciones de riesgo ordinario (OR) grupo II
4. Ocupaciones de riesgo extra (RE) grupo I
5. Ocupaciones de riesgo extra (RE) grupo II
6. Riesgos de Ocupación especiales

3.7. Bombas para uso en Sistemas contra Incendio

Las bombas se incluyen en un sistema de tuberías para convertir energía mecánica (suministrada por un mecanismo impulsor) en energía hidráulica.

Esta energía adicional permite transmitir un fluido de un lugar a otro cuando no es factible que fluya por gravedad, elevarlo a cierta altura sobre la bomba o recircularlo en un sistema cerrado.



Figura 5. Bomba contra incendio de carcasa dividida horizontalmente

Las bombas centrífugas se clasifican de acuerdo a los criterios mostrados en la tabla 2.3.

Tabla 3. Clasificación de las bombas centrífugas
Fuente: Diapositivas Seminario de Sistemas de Protección Contra Incendio

CRITERIO DE CLASIFICACION	TIPO DE BOMBA
De acuerdo a la admisión del líquido	Bombas de flujo radial
	Bombas de flujo mixto
	Bombas de flujo axial
Tipo de impulsor	Bombas de impulsor abierto
	Bombas de impulsor semiabierto
	Bombas de impulsor cerrado
De acuerdo con el modo de ingreso del agua con el impulsor	Bombas con impulsor de succión única
	Bombas con impulsor de succión doble
De acuerdo con el número de etapas de descarga	Bombas de etapa simple
	Bombas de dos o más etapas
De acuerdo con la posición de la bomba	Bombas de eje horizontal
	Bombas de eje vertical
	Bomba y motor sumergido

3.8. Principios generales de sistemas de protección contra incendio

Un sistema de protección contra incendio, es un sistema que incluye dispositivos, soportería, equipos y controles para detectar fuego o humo, para hacer actuar una señal y para suprimir el fuego o humo.

El tipo más común de sistemas de protección contra incendios, es el que se basa en el uso de agua.

Por lo tanto, resulta esencial que se disponga de un suministro de agua adecuada y bien mantenido.

4. Diseño del sistema contra incendios a instalar basado en las normas de la nfpa

4.1 Análisis del riesgo

Este proyecto esta enfocado a un edificio de oficinas donde la combustibilidad y la cantidad de material combustible son bajas y donde se esperan incendios con bajo índice de liberación de calor, por consiguiente el tipo de riesgo para un edificio de oficinas se lo define como “**riesgo leve o ligero**”

4.2 Método de extinción a utilizar

El tipo de fuego que se puede producir y desarrollar por materiales combustibles que se pueden encontrar en dicha edificación tales como madera, cartón, papel, plástico, equipos electrónicos como computadoras, impresoras, máquinas fotocopiadoras y equipos de audio y video es de “**clase A**” el cuál se lo combatirá con el método de “**extinción por enfriamiento**”, método que consiste en la reducción de la temperatura a base de materiales líquidos como lo es el agua en este caso en particular y de “**clase C**” el cuál se lo combatirá con el método de inhibición de la reacción en cadena utilizando sustancias químicas como son “**extintores de polvo químico seco**”.

4.3 Selección del sistema de rociadores a utilizar

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

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

1. Sensibilidad térmica
2. Temperatura de activación
3. Diámetro de orificio
4. Orientación de instalación
5. Características de la distribución del agua
6. Condiciones especiales de servicio

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

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

Determinación de los requerimientos del sistema

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

- SÓTANO
- PLANTA BAJA
- MEZZANINE
- PLANTA PISO 1
- PLANTA PISO 2
- PLANTA PISO 3

Requisitos de demanda de agua: método tabulado

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

Tabla 4. Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores por sistema tabulado Fuente: Manual de protección de sistemas contra incendios

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

Requisitos de demanda de agua: método hidráulico

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

Tabla 5. Requisitos para demanda de chorros de mangueras y duración del suministro de agua Fuente: NFPA Norma 13 Tabla 5-2.3 Edición 1996

Clasificación de la ocupación	Mangueras interiores gpm	Total combinado de mangueras interiores y exteriores gpm	Duración en minutos
Riesgo leve	0, 50 ó 100	100	30
Riesgo Ordinario	0, 50 ó 100	250	60-90
Riesgo extra	0, 50 ó 100	500	90-120

Cálculo del caudal necesario en el sistema de bombeo

Se seleccionó un área de operación de rociadores de 3000 pies².

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

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

De la curva área/densidad para una ocupación de riesgo leve o ligero, con un área de diseño de 3000 ft² (279 m²) y haciendo coincidir dicho valor en la curva se obtiene una densidad de 0.07 gpm/ft², se tiene el caudal necesario en el área de operación de los rociadores, tal como se muestra a continuación:

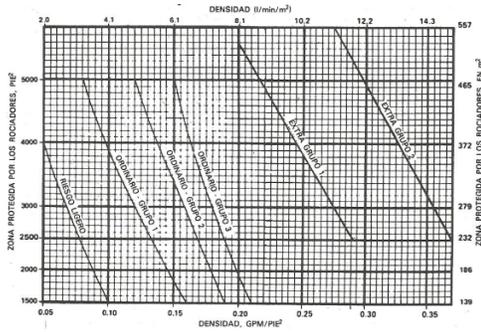


Figura 7. Curva área/densidad
Fuente: norma nfa 13 figura 5-2.3 edición 1996

- 1) Caudal de agua necesaria en red de rociadores:

$$Q_{TR} = Ad \times \rho$$

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

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

- 2) Número de rociadores en el área de diseño

Datos:

Caudal total rociadores = 210 gpm

Rociador de 1/2" Estándar

Presión de trabajo del rociador= 10 Psi

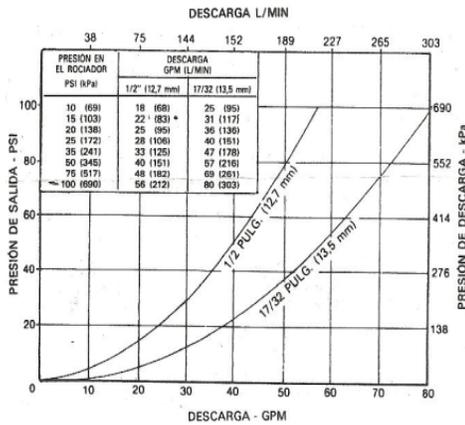


Figura 8. Descarga de agua de un rociador de 1/2" y 17/32" de orificio nominal
Fuente: Manual de Protección Contra Incendio FIG. 5-12E

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

Por lo tanto:

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

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

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

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

Como el riesgo en un edificio de oficinas es leve o ligero, se puede observar que en la Tabla 5 se tiene un flujo de "100 gpm" para mangueras interiores y exteriores y como en el diseño de este proyecto se consideró dos cajetines de mangueras en el segundo piso, donde es el área de mayor riesgo; por lo tanto; se va a obtener un flujo de mangueras internas y externas de "200 gpm" en total y con una duración de 30 minutos.

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

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

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

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

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

$$Q_{nec} = 241.5 + 200$$

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

Fuente de suministro de agua

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

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

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

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

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

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

Cálculo de cabezal dinámico total (TDH)

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

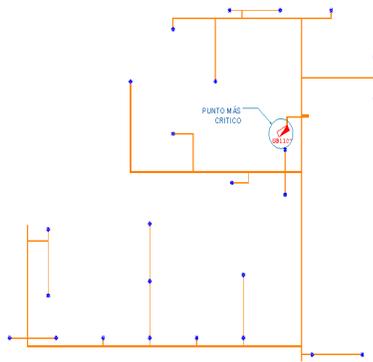


Figura 9. Esquema diseño, punto más crítico en el tercer piso

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

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

Donde:

TDH = Cabezal Dinámico Total, en pies ó Psi

ΔZ = Delta Altura, en pies

ΔP = Delta Presión (Presión rociador más lejano), en pies ó Psi

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

CV = Columna de Velocidad

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

El valor de los cajetines de mangueras, el cual, según el cuerpo de bomberos y la norma NFPA, deben trabajar a una presión mínima de 65 PSI (4.5 Kg/cm²), por lo tanto, el flujo de agua en cada cajetín de manguera a una presión de 65 PSI es de 100 gpm.

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

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

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

Tabla 6. Longitudes equivalentes de tubería de acero cedula 40
Fuente: nfpa norma 13 tabla 6-4.3.1 edición 1996

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

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

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

Donde:

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

L_e = Longitud equivalente de los accesorios, en pies

L = Longitud de la tubería, en pies

f = factor de fricción

Tabla 7. Tuberías: perdidas por fricción (en pies) por cada 100 pies
Fuente: Catálogo Technical Data Goulds Edición 2003

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

Tabla 8. Tubería de acero: pérdidas por fricción (en pies) por cada 100 pies
Fuente: Catálogo Technical Data Goulds Edición 2003

GPM	GFH	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	4 1/2"	5"	6"	8"	10"
1	85	4.30	1.86	26										
2	120	15.00	4.78	1.21	38									
3	180	31.80	10.90	2.20	77									
4	240	54.00	17.10	3.21	134									
5	300	81.50	25.80	4.32	193	51	24							
6	360	109.50	36.90	5.43	252	101	50							
7	420	138.00	49.20	6.54	311	151	74	13						
8	480	167.00	62.70	7.65	370	201	98	21						
9	540	196.50	77.40	8.76	429	251	123	29						
10	600	227.00	93.30	9.87	488	301	148	37	11	04				
12	720	324.00	136.20	13.80	647	401	198	51	15	09				
15	900	486.00	204.30	19.80	906	551	273	71	21	14				
20	1200	648.00	272.40	26.40	1165	701	348	91	27	19				
25	1500	810.00	340.50	33.00	1424	851	423	111	33	24				
30	1800	972.00	408.60	39.60	1683	1001	498	131	39	29				
35	2100	1134.00	476.70	46.20	1942	1151	573	151	45	34				
40	2400	1296.00	544.80	52.80	2201	1301	648	171	51	39				
45	2700	1458.00	612.90	59.40	2460	1451	723	191	57	44				
50	3000	1620.00	681.00	66.00	2719	1601	798	211	63	49				
60	3600	2160.00	908.10	88.20	3537	2101	1048	271	81	63				
70	4200	2700.00	1135.20	110.40	4355	2601	1388	331	100	77				
80	4800	3240.00	1362.30	132.60	5173	3101	1728	391	119	91				
90	5400	3780.00	1589.40	154.80	5991	3601	2068	451	138	105				
100	6000	4320.00	1816.50	177.00	6809	4101	2408	511	157	119				
120	7200	5160.00	2205.60	216.00	8415	4901	2908	611	186	143				
150	9000	6300.00	2745.00	270.00	10425	5901	3508	711	215	169				
200	12000	8100.00	3630.00	360.00	13635	7301	4408	811	264	204				
250	15000	10000.00	4515.00	450.00	17045	8701	5308	911	313	239				
300	18000	11880.00	5400.00	540.00	20455	10101	6208	1011	362	274				
350	21000	13760.00	6285.00	630.00	23865	11501	7108	1111	411	309				
400	24000	15640.00	7170.00	720.00	27275	12901	8008	1211	460	344				
450	27000	17520.00	8055.00	810.00	30685	14301	8908	1311	509	379				
500	30000	19400.00	8940.00	900.00	34095	15701	9808	1411	558	414				
550	33000	21280.00	9825.00	990.00	37505	17101	10708	1511	607	449				

4.5 Dimensión y selección de tuberías

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

Tabla 9. Tabulación de tuberías para riesgo leve
Fuente: nfa Norma 13 Tabla 6-5.2.2 Edición 1996

Tubería de goma o caucho de 1-1/2"

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

$$H_{f1} = \frac{49.21 \times 85}{100}$$

$$H_{f1} = 41.83 \text{ ft}$$

Tubería de acero de 2-1/2"

Flujo en tubería = 100 gpm
Codos 90° = 3
Tee = 1
Le codos 90° = 3 x 6.5 = 19.5 ft
Le Tee = 1 x 14 = 14 ft
Let = 33.5 ft
Longitud (L) = 5.5 m = 18.05 ft
Factor de fricción (f) = 7.11

$$H_{f2} = \frac{(18.05 + 33.5) \times 7.11}{100}$$

$$H_{f2} = 3.67 \text{ ft}$$

Tubería de acero de 6"

Flujo en tubería = 500 gpm
Codos 90° = 9
Tee = 13
Válvula de compuerta = 2
Válvula check = 1
Le codos 90° = 9 x 15 = 135 ft
Le Tee = 13 x 31 = 403 ft
Le válvula compuerta = 2 x 3.5 = 7 ft
Le válvula check = 1 x 39 = 39 ft
Let = 584 ft
Longitud (L) = 67.5 m = 221.46 ft
Factor de fricción (f) = 1.66

$$H_{f3} = \frac{(221.46 + 584) \times 1.66}{100}$$

$$H_{f3} = 13.37 \text{ ft}$$

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

$$H_f = 58.87 \text{ ft}$$

Entonces:

$$\text{TDH} = 67.91 + 150.15 + 58.87$$

$$\text{TDH} = 276.93 \text{ ft} = 119.88 \text{ PSI} \approx 120 \text{ PSI}$$

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

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

Tabla 10. Comparación de materiales de la tubería

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

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

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

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

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

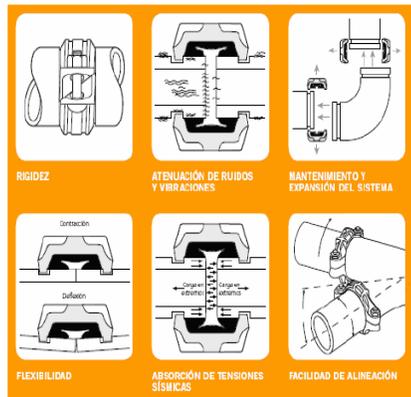


Figura 10. Características del sistema de montaje
Fuente: Victaulic G-103

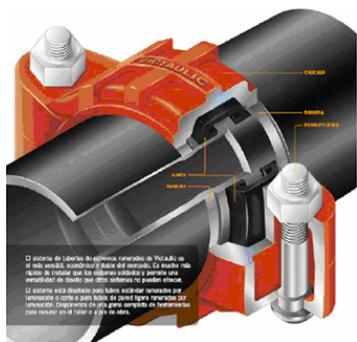


Figura 11. Tecnología de extremos ranurados
Fuente: Victaulic G-103

4.6 Selección de rociadores

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

Tabla 12. Rangos de temperatura, clasificación de temperatura y código de color
Fuente: nfp norma 13 Tabla 2-2.4.1 Edición 1996

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

Anteriormente, se mencionó que el rociador que se seleccionó es de 1/2” de tipo estándar y que la presión de descarga es de 10 Psi, además las normas dan los criterios a utilizarse en el momento de realizar el esquema de los rociadores, por lo que a continuación se mencionan los detalles del rociador en las diferentes áreas a proteger:

Tabla 13. Detalles del rociador en las áreas de protección

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

4.7 Selección y ubicación de cajetines de mangueras

Dentro de los diferentes tipos de gabinetes se tiene:

- Sistemas de clase I
- Sistemas de clase II
- Sistemas de clase III

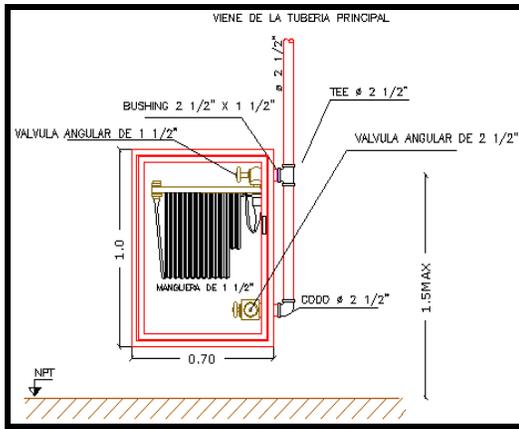


Figura 12. Detalle de gabinete tipo ii

Por lo anteriormente mencionado y por requisito del cuerpos de bomberos de que los edificios de oficina tienen cajetines de mangueras de 100 gpm a una presión de 65 Psi, por lo que se utiliza un sistema de gabinetes tipo II, teniendo en cuenta que las mangueras preconnectadas en sistemas de clase II tienen longitudes de 50 pies (15.24 m), 70 pies (21.34 m) y 100 pies (30.48 m), por lo que se seleccionaron cajetines de mangueras de 50 pies (15.24 m) de longitud, ya que el edificio está protegido por rociadores en su totalidad.

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

- Por método de longitud real
- Por método de las salidas

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

Tabla 14. Detalles de cajetines de mangueras

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

4.8 Selección de extintores

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

	A Agua	AB Agua + Espuma Química	ABC Polvo Químico Seco	BC Dióxido de carbono (CO2)	ABC Halotron 1	D Polvo Químico D	K Potasio
A Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
B Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
C Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
D Metales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
K Grasas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

Figura 13. Tipos de extintores

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

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

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

4.9 Selección del sistema de bombeo

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

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

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

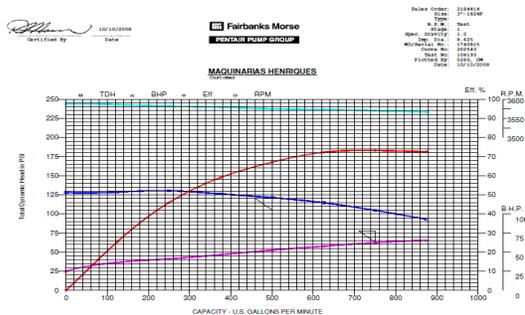


Figura 14. Curva TDH vs caudal (bomba diseño)
Fuente: Programa Fairbanks Morse – Maquinarias Enriques

Las características de la bomba seleccionada son:

- Marca: Fairbanks Morse
- Modelo: 3"1824F
- Flujo: 500 gpm
- Cabezal dinámico total (TDH): 120 PSI
- Velocidad: 3560 RPM
- Potencia: 60 Hp
- Eficiencia: 73%
- Motor eléctrico ODP
- Tensión trifásica 230 V; 60 Hz
- Factor de seguridad: 1.15
- Carcasa de hierro
- Impulsor de bronce
- Estanqueidad en el eje por empaquetadura
- Eje en acero al carbono

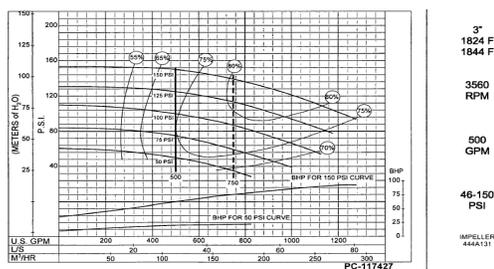


Figura 15. Curva datos técnicos de la bomba centrífuga horizontal
Fuente: Fairbanks Morse Pumps Catalog

Selección del medio motriz

Se consideró el sistema de bombeo con motor eléctrico 220 V tensión trifásica debido a que el edificio contará con un generador eléctrico.

Selección del tablero de control

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 de 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.

Bomba auxiliar o Jockey

La bomba auxiliar o Jockey mantiene la presión en el sistema. El interruptor de presión de la bomba Jockey se ajusta a aproximadamente entre 5 psig a 10 psig por encima del ajuste del interruptor de presión del controlador de la bomba principal en tanto que el caudal que suministra está entre el 1% - 5% del caudal de la bomba principal (500 gpm). Cuando la presión del agua decrece por debajo de la presión preajustada el interruptor de presión energiza un arrancador el cual activa la bomba auxiliar o Jockey. La bomba auxiliar no necesita ser catalogada UL y homologada FM.

La bomba auxiliar o Jockey seleccionada es una bomba vertical de etapas múltiples, marca Fairbanks Morse, modelo PVM12-80, 5 GPM @ 130 PSI.

Tablero de control bomba jockey

La bomba jockey se encarga de mantener todo el sistema presurizado y compensa en caso de pequeñas fugas en el sistema.

A continuación se presenta la Tabla 16 donde se resumen los componentes del sistema de bombeo seleccionado:

Tabla 16. Características técnicas de bomba principal, jockey, motor, controlador

BOMBA PRINCIPAL			
CAUDAL	500 gpm	PRESIÓN	120 PSI
MOTOR ELECTRICO (ODP)			
POTENCIA	60 Hp	VELOCIDAD	3560 RPM
V/Ø/Hz	230V/3/60	FACTOR DE SEGURIDAD	1.15
BOMBA AUXILIAR O JOCKEY			
CAUDAL	5 gpm	PRESIÓN	130 PSI
POTENCIA NOMINAL	2 Hp	VELOCIDAD	3500 RPM
CONTROLADOR			
POTENCIA A MANEJAR	60 Hp	TIPO DE ARRANQUE	ESTRELLA - DELTA ABIERTO
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN	0-300 PSI	TENSIÓN DE ENTRADA	230V/3/60

5. Plan de mantenimiento preventivo y pruebas del sistema

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

5.1 Plan de mantenimiento del reservorio

Tabla 17. Resumen inspección, pruebas y mantenimiento del reservorio

Fuente: Norma NFPA 25, Tabla 9.1

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

5.2 Plan de mantenimiento de los equipos de bombeo

Tabla 18. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de los equipos de bombeo

Fuente: Norma NFPA 25, Tabla 8.1

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

5.3 Plan de mantenimiento del sistema de columna de agua y mangueras

Tabla 19. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de columna y mangueras

Fuente: NORMA NFPA-25, Tabla 6.1

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

5.4 Plan de mantenimiento del sistema de rociadores automáticos

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

Tabla 20. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de rociadores automáticos

Fuente: NORMA NFPA-25, Tabla 5.1

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

5.5 Plan de mantenimiento de las válvulas de control

Tabla 21. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de válvulas de control

Fuente: Norma NFPA-25, Tabla 12.1

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

6. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El estudio minucioso de los planos arquitectónicos de cada una de las plantas del edificio y la inspección visual en sitio permitió determinar la adecuada ubicación de los cajetines de mangueras para el rápido y fácil acceso de la brigada del cuerpo de bomberos.
- Una correcta selección del equipo de bombeo para este proyecto esta garantizada con que dicho equipo es capaz de suministrar como mínimo el 150% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal.
- Se seleccionó una bomba centrífuga horizontal de carcasa bipartida acoplada a un motor eléctrico de inducción, tensión trifásica, 60Hz 230V, tipo ODP considerando que el edificio contará con un generador de energía eléctrica y que el cliente dispone de la tensión mencionada.
- Un correcto análisis del tipo de riesgo existente en el edificio sumado con el correcto uso de las normas internacionales de la NFPA garantizan un correcto diseño de cualquier sistema de protección contra incendios.
- Se seleccionó tubería de diámetro 6pulg para la succión y descarga para un caudal de 500gpm debido a que tubería de diámetro 5pulg no es comercial en nuestro medio y para reducir las pérdidas por fricción del sistema.

Recomendaciones

- Los trabajos de la futura instalación deberán ser realizados por empresas autorizadas y especialistas en este tipo de instalaciones.
- Se deberá capacitar a las personas que laborarán en este edificio para que puedan operar los equipos de combate contra incendios en caso de emergencia, muy en particular extintores y mangueras contra incendios.
- El personal encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y accesorios del sistema de protección contra incendios deberá estar debidamente

calificado y autorizado para realizar dichos trabajos.

- Se deberá planificar rutas y seleccionar salidas de escape rápido en caso de suscitarse un incendio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Edición 1996.
- [2]. NFPA 20 Norma para la Instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios. Edición 2007
- [3]. NFPA 25 Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra incendios a base de agua. Edición 2002
- [4]. Catálogo internacional Victaulic.
- [5]. Seminario Diseño Avanzado de Sistemas de Protección contra Incendios a base de agua. Conferencista: Ing. Guillermo Lozano. Bogota D. C., Abril 7, 8, 9 y 10 de 2008.
- [6]. <http://www.tyco-fire.com/>
- [7]. Manual de Protección contra Incendios de la NFPA. Cuarta edición.