ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Diseño de un Sistema Contra Incendio para una Empresa Productora de Cereales"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Newton Daniel Barreto León

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres y a todas las personas que de manera directa e indirecta ayudaron a la realización de este trabajo y de mi trayectoria estudiantil.

DEDICATORIA

Este trabajo realizado con esfuerzo, está dedicado a todos y cada una de las personas que me ayudaron en la realización de la misma.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Orcés P.
DELEGADO POR EL
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE - VOCAL

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Duque R.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Newton Barreto León

Newton Barreto León

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB -ESPOL

RESUMEN

Las empresas siempre se encuentran realizando mejoras a sus instalaciones, y debido a que todos los lugares de trabajo deben cumplir determinadas medidas de seguridad hay que tomar en cuenta los incendios y para proteger a los trabajadores y visitantes así como los bienes del edificio, se han creado los sistemas contra incendio.

Este trabajo pretende servir de referencia a aquellas personas que deseen tener una visión del proceso de diseño. Por la naturaleza de este trabajo, se hará hincapié en consultar detenidamente más material de apoyo. El procedimiento está dividido en un cierto número de pasos que pueden ser comprimidos o cambiados en función de la experiencia del diseñador o las necesidades del cliente, basados en las normas NFPA.

Esperando que el presente trabajo se implemente en la empresa alimenticia Productora de Cereales.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN …….....V

ÍNDICE GENERAL ……...……..... VI

ABREVIATURAS ……..... VIII

ÍNDICE DE FIGURAS …….. IX

ÍNDICE DE TABLAS ……..……...…..… X

INTRODUCCIÓN ……..... 1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES …… 3

   1.1 Sistemas Contra Incendio …… 3

   1.2 Normas NFPA ……..... 6

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO …….. 8

   2.1 Determinación de los requerimientos del sistema …… 8

   2.2 Cálculos hidráulicos …… 18

   2.3 Selección de materiales ……..…… 30

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS…….. 38

   3.1 Información Básica …….. 38

3.2 Análisis de costos ……. 41

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ……...……... 44

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

NFPA	National Fire Protection Association
ΔP	Pérdidas por fricción en psi/ft
Q	Flujo total en gpm en un tramo específico
d	Diámetro interno real de la tubería, en pulgadas
C	Coeficiente de fricción
P_f	Pérdida de presión debido a la fricción entre los puntos indicados
P_v	Pérdidas por fricción en psi/ft
h	Elevación en pies
P_e	Pérdidas por elevación en psi/ft
k	Factor de diseño para rociadores
Rocd.	Rociador
RPM	Revoluciones por minuto
HP	Horse power
Unid.	Unidad
MLT	Metros lineales
ºC	Grados centígrados
ºF	Grados farenheit
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
gpm	Galones por minuto
ft	Pies
ft^2	Pies cuadrados
gpm	Galones por minuto
gpm/ft^2	Galones por minuto por pie cuadrado
$l/min/m^2$	Liros por minuto por metro cuadrado
m/s	Metros por segundos
mm	Milímetros
psi	Libra por pulgada cuadrada
min	Minutos
m^3	Metros cúbicos

SIMBOLOGÍA

ºC	Grados centígrados
ºF	Grados farenheit
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
gpm	Galones por minuto
ft	Pies
ft^2	Pies cuadrados
gpm	Galones por minuto
gpm/ft^2	Galones por minuto por pie cuadrado
$l/min/m^2$	Liros por minuto por metro cuadrado
m/s	Metros por segundos
mm	Milímetros
psi	Libra por pulgada cuadrada
min	Minutos
m^3	Metros cúbicos

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1 Planta general ……..…….... 10
Figura 2.2 Demanda para rociadores ……..……... 13
Figura 2.3 Detalle de Gabinete Tipo III …….. 15
Figura 2.4 Esquema de diseño ……..……. 18
Figura 2.5 Pérdidas por fricción, Hazem-William …….…… 22
Figura 2.6 Modelo de cálculo ……... 23
Figura 2.7 Red de rociadores ……...…... 28
Figura 2.8 Características del sistema de montaje ……..…... 32
Figura 2.9 Tecnología de extremos ranurados ……..…... 32
Figura 2.10 Cuadro de cobertura de bombas de fuego ……..... 33
Figura 2.11 Datos técnicos de la bomba ……..…... 34
Figura 2.12 Esquema de la bomba …….... 35
Figura 2.13 Datos técnicos de la bomba ……..…... 35
Figura 2.14 Rociador de respuesta rápida upright ……..……... 36
Figura 3.1 Water supply analysis …… 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Actividades de riesgo ordinario	12
Tabla 2	Caudal total para la demanda del sistema	16
Tabla 3	Bombas normalizadas	17
Tabla 4	Resistencia al fuego	17
Tabla 5	Longitudes equivalentes	20
Tabla 6	Flujo requerido para velocidad no menor a 3m/s en la tubería	21
Tabla 7	Cálculo para un tramo del sistema	23
Tabla 8	Análisis del caudal agregado	24
Tabla 9	Cálculos del caudal de los rociadores	28
Tabla 10	Comparación de materiales de la tubería	31

INTRODUCCIÓN

Los incendios son una de las mayores catástrofes naturales y en muchos casos son provocados por el hombre. Durante los últimos años han aumentado su frecuencia, causando daños irreparables tanto en vidas humanas como en pérdidas materiales y medioambientales.

Dentro de este campo cabe destacar los Incendios en plantas industriales, plataformas petroleras, explosiones químicas, etc., 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.

Teniendo en cuenta que la empresa Productora de Cereales es una compañía confiable que ofrece alimentos de alta calidad, en la producción de cereales, tiene la necesidad de contar con un sistema contra incendio debido a normas internacionales de seguridad.

Además la protección contra incendio es un área en la que la mayoría de los ingenieros mecánicos pueden aportar con una contribución significativa. En muchas instalaciones, el ingeniero en jefe puede hacer las funciones de comisario o jefe de incendios, e incluso en las plantas grandes, existe un ingeniero dedicado a tiempo completo a las seguridad o a la protección

contra incendios, el cual debe conocer el problema de los incendios, los métodos de prevención y los sistemas de protección.

Es por esto que el objetivo de la tesis está dirigido al diseño del sistema contra incendio para la planta industrial de la empresa Productora de Cereales localizada en el norte de la ciudad de Guayaquil.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

En este capítulo se definirá que es un sistema contra incendio y bajo que normas se rige su diseño.

1.1 Sistemas 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. Los dos objetivos principales de la protección del fuego son salvar vidas y proteger las propiedades. Un objetivo secundario es minimizar las interrupciones de servicio debido al fuego.

Actualmente existen varias normativas que fijan los requisitos mínimos para la protección de incendios, que se divide en dos grandes áreas, la pasiva que evita el inicio del fuego o su propagación, llegado el caso y la activa que ya es el uso directo de extintores, bocas de incendio y rociadores.

Una prevención activa de incendios depende en gran medida del diseño y operación de la planta de tal manera que se minimicen los riesgos de un accidente.

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 adecuado y bien mantenido. El sistema de suministro de agua de la planta, será la primera fuente que utilice la brigada contra incendios de la planta o el departamento de bomberos. 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.

En las redes de tuberías se recomienda que la tubería forme un circuito cerrado en forma de red y minimizar las pérdidas por fricción que sea posible.

Las bombas contra incendios son en esencia, iguales a las bombas normales. Las consideraciones adicionales correspondientes a las bombas contra incendio se presentan en las norma NFPA 20. Los factores que deben tomarse en cuenta con relación a este tipo de bombas son:

- Uso del equipo señalado para bombas contra incendio
- Uso de accesorios aprobados
- Capacidad adecuada para satisfacer la demanda de propagación del incendio
- Operación automática
- Ubicación segura para que el servicio sea ininterrumpido

Para efectos de protección contra incendios, el sistema de rociadores es un sistema integrado de tuberías diseñado de acuerdo con las normas de ingeniería para protección contra incendios. La porción del sistema de rociadores sobre el nivel del suelo consiste en una red tuberías de tamaño especial, diseñada tomando en cuenta los factores hidráulicos, que se instala en el edificio, estructura o área, por lo general a nivel del cielorraso, a la que se conectan los aspersores de acuerdo con un patrón sistemático. El sistema suele activarse con el calor proveniente de un incendio y descarga agua sobre el mismo.

Los sistemas de tuberías húmedas cuentan con agua a presión en todo momento. El agua se descarga de inmediato cuando los rociadores automáticos entran en operación. Este sistema suele utilizarse siempre que no exista peligro de que el agua de las tuberías se congele.

Los rociadores están diseñados con especificaciones nominales de temperatura que varían desde los 57ºC (1357ºF) hasta los 343ºC (650ºF). En los edificios que se conservan a temperaturas normales y constantes lo más común es que se utilicen especificaciones de 74ºC(165ºF). La ubicación y separación de los aspersores depende del grado de riesgo y del tipo de construcción.

1.2 Normas NFPA

La NFPA (National Fire Protection Association) es reconocida alrededor del mundo como la fuente autorizada principal de conocimientos técnicos, datos, y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego, la protección y prevención.

El diseño de sistemas se basa en las normas NFPA, que recoge 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.

Durante el desarrollo de la presente tesis se irán mencionando los diferentes capítulos referentes a las normas NFPA aplicados, de las cuáles mencionamos las más representativas tales como:

- NFPA 13, *Installation of Sprinkler Systems*, proporciona los detalles de los requisitos de diseño e instalación correspondientes a los rociadores automáticos.
- NFPA 14, *Installation of Standpipe and Hose Systems*, describe el diseño y la instalación para el sistema de tuberías.
- NFPA 20, *Installation of Centrifugal FIRE Pumps*, presenta las consideraciones adicionales correspondientes a las bombas contra incendio.
- NFPA 22, *Standard for Water Tanks for Private Fire Protection*, determina los depósitos de agua para la protección privada contra incendio.
- NFPA 24, *Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtances*, indica los requisitos de los sistemas de suministro de agua.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

El desarrollo de este capítulo implica un análisis detallado de la operación propia de la empresa, por lo que se evaluará los riesgos de incendio en cada una de las áreas de esta empresa, que conlleve a determinar los principales requerimientos.

1.1. Determinación de los requerimientos del sistema

El área a ser protegida y todos los requerimientos de agua de protección contra incendio deben ser determinados antes de comenzar los cálculos.

Los requerimientos de agua de protección contra incendio son: el agua necesaria para lograr la

densidad del sistema de rociadores, mangueras y/o hidrantes, y otros requerimientos que disponga una norma.

La empresa se encuentra sectorizada en las siguientes áreas (figura 2.1):

- Área de máquinas
- Área de compresores y calderos
- Bodega de productos terminados
- Bodega de materias primas
- Bodegas adicionales
- Cuarto de transformadores y panel eléctrico
- Taller de mantenimiento
- Duchas, vestidores y baños.
- Auditorio
- Oficinas
- Parqueo cubierto y patios

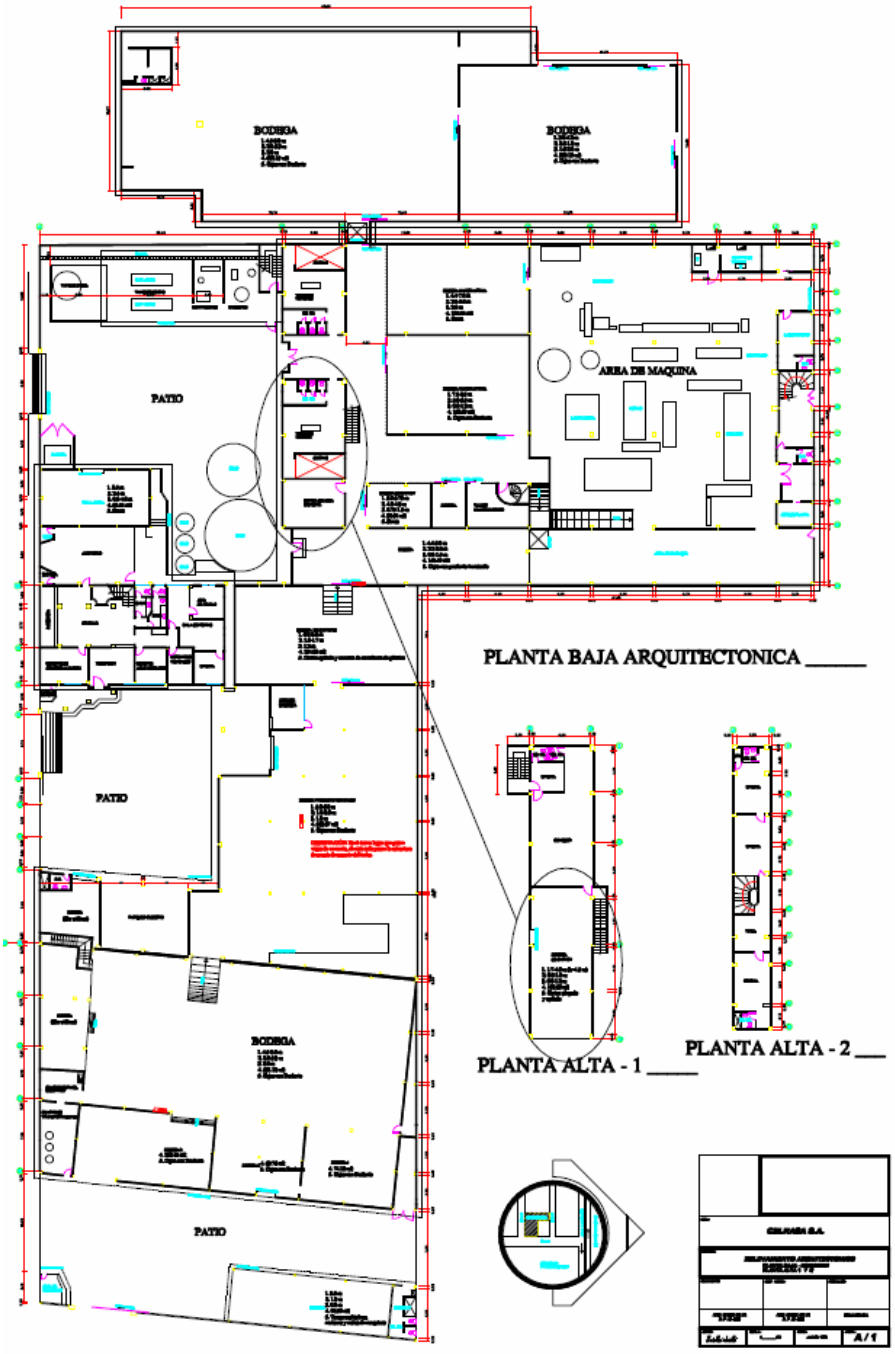


FIGURA 2.1 PLANTA GENERAL

Dentro de los planos proporcionados por la empresa y las inspecciones realizadas se pudo determinar que el área de más importancia a ser protegida es la de producto terminado la misma que llevará un sistema de rociadores y además se colocará un sistema general de gabinetes para el resto de las instalaciones realizando un anillo principal que suministre el agua necesaria para cubrir la demanda del sistema.

Características del área de producto terminado:

- Altura del techo: 4.5 - 8.0 m
- Altura de almacenamiento: 4.0 - 5.0 m (piso), 2.0 - 5.3 m (desde el producto hasta el techo)
- Distancia entre productos: 2.0 m
- Área: 531.12 m^2
- Tipo de material: cajas con producto y otros materiales de embalaje

ROCIADORES

Los siguientes cálculos se han preparado en base a los requerimientos de la norma NFPA 13, en cuanto al diseño de los sistemas de rociadores.

Clasificación de Actividades y Productos según NFPA

Las normativas sobre protección de incendios clasifican el riesgo que presenta cada tipo de edificio según sus características, para adecuar los medios de prevención.

Podemos apreciar que el área de mayor riesgo es la de producto terminado, por el contenido del mismo y por su gran área. Al poseer alimento, cajas, cartones, cintas, envolturas plásticas, etc.; se encontraría dentro de las actividades de riesgo ordinario, dentro del Grupo 2 (Depósitos de papel: mercancías generales).

TABLA 1

ACTIVIDADES DE RIESGO ORDINARIO
Fuente: Manual de protección contra incendios, cap. 9, pág. 5-147

Grupo 1	
Estacionamiento	Fábricas de vidrio
Plantas electrónicas	Restaurantes (Áreas Servicio)
Fábricas de alimentos	Lavanderías
Grupo 2	
Molinos de cereales	Edificios comerciales
Manufacturas textiles	Industrias farmacéuticas
Fábricas de cigarrillos	Fábricas de papel: obtención, procesos
Fábricas de productos de cuero	Depósitos de papel: muebles,
Almacenes refrigerados	pinturas, licores,
Fábricas de confecciones	Mercancías generales
Carpinterías	Garajes de mantenimiento
Artes gráficas	Fábricas de neumáticos

Densidad y Área de diseño

La densidad es un parámetro representa el caudal descargado por un sistema de extinción por unidad de área. Usualmente, su valor fluctúa entre 0.1 gpm/ft^2 (4.1 l/min/m^2) y 0.60 gpm/ft^2 (24.6 l/min/m^2) [1].

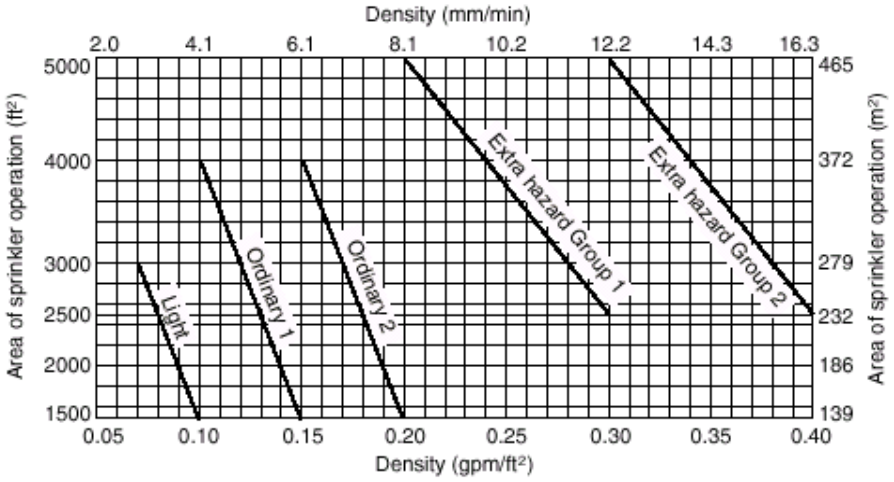


FIGURA 2.2 DEMANDA PARA ROCIADORES
Fuente: Norma NFPA 13 Fig. 11.2.3.1.5

Teniendo en cuenta que la bodega tiene un área de 531.12 m^2 menos un espacio que no se va a utilizar que es de 44.93 m^2 tenemos un área de 486.19 m^2 (5326.31 ft^2), (menor al tamaño máximo permitido para actividades de riesgo ordinario 4831 m^2), y con el tipo de riesgo se calcula la densidad de los rociadores según la Demanda para Rociadores (figura 2.2).

Al encontrarse nuestro área mayor al del valor máximo de la gráfica se coge el valor mayor que 0.2 gpm/ft^2 para la curva del grupo ordinario 2.

$$0.2 gpm / ft^2 \times 5326.31 ft^2 = 1046.66 gpm$$

MANGUERAS

Dentro de los diferentes tipos de gabinetes se tiene:

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

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

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

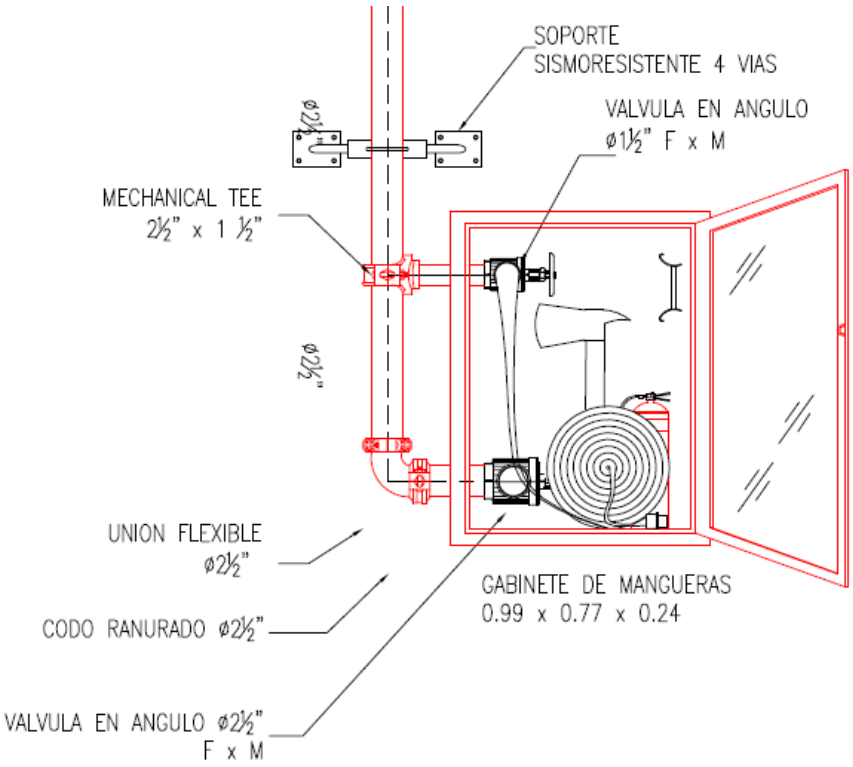


FIGURA 2.3 DETALLE DE GANITE TIPO III

Por lo anteriormente mencionado se utiliza un sistema combinado de gabinetes tipo III, los cuales van a cubrir el área total de las instalaciones teniendo en cuenta las mangueras preconectadas en sistemas de clase III se limitan generalmente a 100 pies de longitud (30.2 m), lo cual nos da un total de 6 como se ve en la figura 2.4.

La demanda para un sistema combinado de clase III es de 500 gpm mínimo para interiores y exteriores, (Norma NFPA 14); debido a que el cálculo se realiza con el gabinete más lejano y actuando otro gabinete en el extremo opuesto a éste, ya que el caudal mínimo para cada gabinete es de 250 gpm a 100 psi.

SUMINISTRO DE AGUA

Habiendo determinado por la densidad y el área de diseño el caudal requerido para el sistema de rociadores, se añade una tolerancia de 10% a la cantidad de galones para uso de los rociadores solamente. Esta tolerancia es para considerar el aumento natural de la cantidad de galones por encima del requerimiento básico en el curso del cálculo del sistema.

TABLA 2

CAUDAL TOTAL PARA LA DEMANDA DEL SISTEMA

Aplicación	Demanda
Requerimiento del sistema de rociadores	1046.66 gpm

Tolerancia del cálculo del 10%	104.66 gpm
Flujo en Mangueras	500.00 gpm
TOTAL	1651.32 gpm

Se obtiene 1651.32 gpm, este valor obtenido es muy cercano a los valores de las bombas normadas de capacidad entre 1500 y 1750 gpm, no se está tan lejos del valor de 1500 gpm así que se utiliza este valor y de no ser suficiente se tendrá que utilizar el valor de 1750 gpm.

TABLA 3

BOMBAS NORMALIZADAS
Fuente: Manual de protección contra incendios TABLA 5-7ª

Caudal nominal	
gpm	**L/min**
500	1893
750	2839
1000	3785
1250	4732
1500	5678
1750	6624
2000	7571

Al tener almacenado productos tipo I y una altura de almacenamiento de 4.0-5.0 m, la duración del suministro de agua debe de ser de una hora y media, lo que corresponde al rango de 3.7-6.1 m. (Tabla 4 Norma NFPA 13)

TABLA 4

RESISTENCIA AL FUEGO
Fuente: Norma NFPA 13

Altura de Almacenamiento	Clases I, II y III	Clase IV
De 3.7 a 6.1 m	1 1/2 horas	2 horas
De 6.1 a 9.1 m	2 horas	2 1/2 horas

Para determinar el volumen del tanque de almacenamiento se coge el valor de la tabla 4 según nuestro caso y realizamos el siguiente cálculo:

$$1500 gpm \times 90 \min = 135000 gal = 511.03 m^3$$

1.2. Cálculos hidráulicos

Para esto se debe realizar un bosquejo de cómo va a ser el diseño dentro de la planta aunque todavía no se den dimensiones exactas así como se ve en la figura 2.4. Y además se colocará el alcance de los gabinetes para tener una distribución completa por toda la planta.

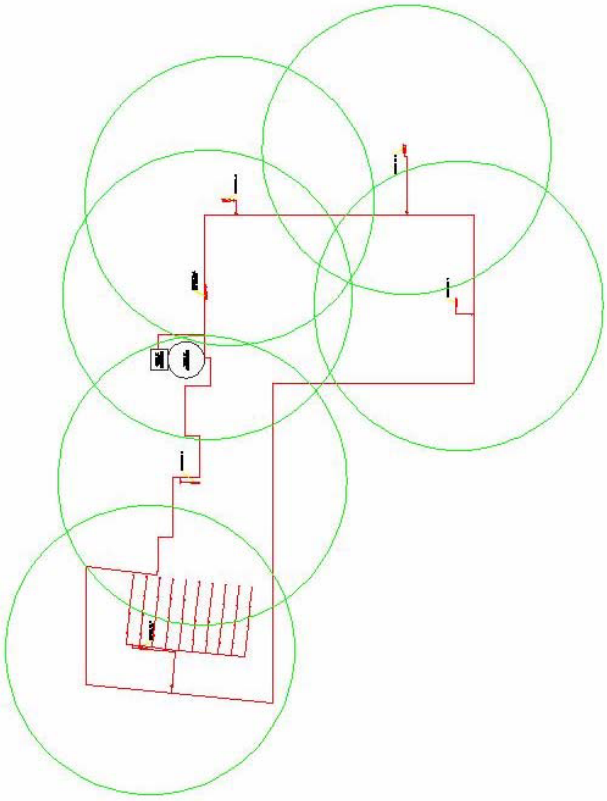


FIGURA 2.4 ESQUEMA DE DISEÑO

Del plano de las tuberías se determina la longitud de la tubería más remota. Para luego determinar las longitudes equivalentes de los accesorios y sumamos estos resultados para obtener longitud de tubería total y poder determinar las pérdidas por fricción en la tubería.

Los cálculos finales comienzan en el rociador más remoto para determinar el caudal y los tamaños de tuberías reales del sistema. Estos cálculos deberían satisfacerse por la presión del suministro de agua.

Pérdidas en la tubería

Los cálculos se los van a realizar en base a las normas NFPA, los cuales indican los valores a los cuales se deben regular las condiciones de trabajo.

Se ve que para un Gabinete Tipo I y Tipo III el caudal de salida debe de ser 250 gpm, pero tenemos que utilizar este caudal en el punto más lejano y teniendo otro gabinete de las mismas condiciones para tener un caudal de 500 gpm, el cual se debe de mantener por 90 minutos.

Longitud equivalente

Para la mayoría de cálculos de protección del fuego, las pérdidas de fricción son obtenidas usando el método de longitud equivalente usando la tabla 5, la cual expresa las pérdidas de fricción de las uniones. Esta longitud es adicionada a la longitud de la tubería que están conectadas para obtener el total de de perdidas de fricción.

TABLA 5

LONGITUDES EQUIVALENTES
Fuente: Norma NFPA 14, Tabla 7.11.1.1

Equivalent Pipe Length Chart

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent ft (m) of Pipe						
	¾ in. (20 mm)	1 in. (25 mm)	1¼ in. (32 mm)	1½ in. (40 mm)	2 in. (50 mm)	2½ in. (50 mm)	3 in. (80 mm)
45° Elbow	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)
90° Standard Elbow	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)
90° Long-Turn Elbow	1 (0.3)	2 (0.6)	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 (3.1)	12 (3.7)	15 (4.6)
Gate Valve	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)
Butterfly Valve	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3.1)
Swing Check[a]	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)

	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)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4.0)
90° Standard Elbow	8 (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)	13 (4.0)	16 (4.9)	18 (5.5)
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)	9 (2.7)	10 (3.1)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Swing Check[a]	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.8)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (19.8)

Use with Hazen-Williams $C = 120$ only. For other values of C, the figures in this table should be multiplied by the factors below.

Value of C	80	100	120	130	140	150
Multiplying factor	0.472	0.713	1.00	1.16	1.32	1.51

Luego de haber obtenido un esquema de nuestro diseño y el requerimiento de agua para nuestro sistema se va a la tabla 6 y se ve que para nuestro caudal de 1500 gpm se tendrá una tubería de 8” para la salida del sistema de bombeo.

TABLA 6

FLUJO REQUERIDO PARA VELOCIDAD NO MENOR A 3m/s EN LA TUBERÍA

Fuente: NFPA Norma 24 Tabla 10.10.2.1.3

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

Se va a calcular las pérdidas para un nodo de la red de la tubería, se utiliza el punto desde la bomba hasta el primer nodo si se tiene activado la mitad de los rociadores y un gabinete funcionando.

Para determinar las pérdidas por fricción se usará la fórmula de Hazen-Williams:

$$\Delta P = \frac{4.52 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}} \quad (1)$$

Donde:

- ΔP = Pérdidas por fricción en psi/ft
- Q = Flujo, en gpm
- d = Diámetro interno real de la tubería, en pulgadas
- C = Coeficiente de fricción

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

O también se lo puede realizar por medio de una gráfica, la cual nos da el valor de las pérdidas, ver la figura 2.5.

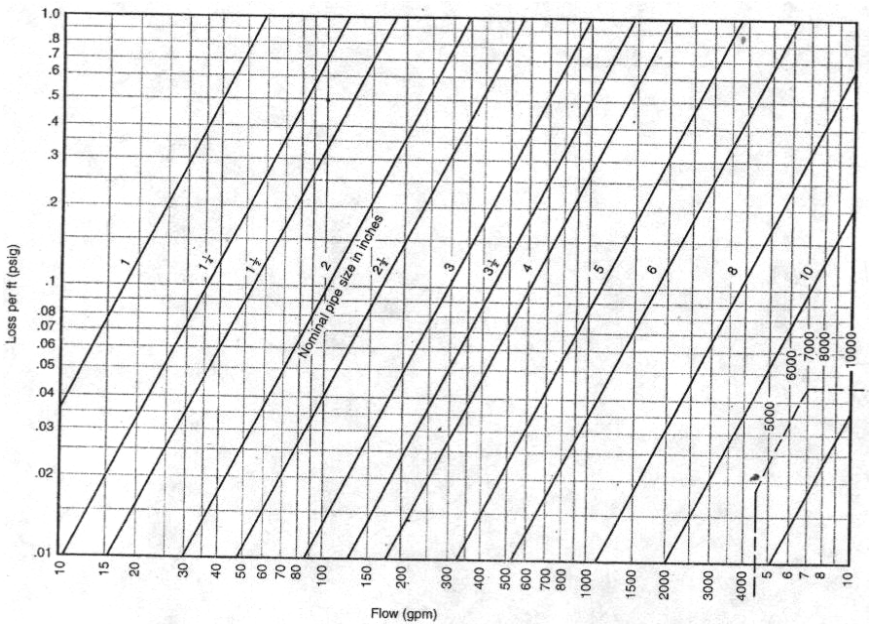


FIGURA 2.5 PÉRDIDAS DE FRICCIÓN, HAZEN-WLLIAMS
Fuente: Manual de protección contra incendios FIG. 5.20

Donde se ve que la longitud es 3.2 ft (1.0 m) y tiene como accesorios un codo de 90 de 8”, con este dato se va a la tabla 5 y se ve que la longitud equivalente es 18 ft (5.5 m).

TABLA 7

CÁLCULO PARA UN TRAMO DEL SISTEMA

Accesorio o Tubería	Número	Longitud Equivalente	Total Longitud Equivalente (ft)
90 Codo Estándar	1	18.00 ft	18.00 ft
Tubería	1	3.28 ft	3.28 ft
Total Longitud Equivalente de Tubería			21.28 ft

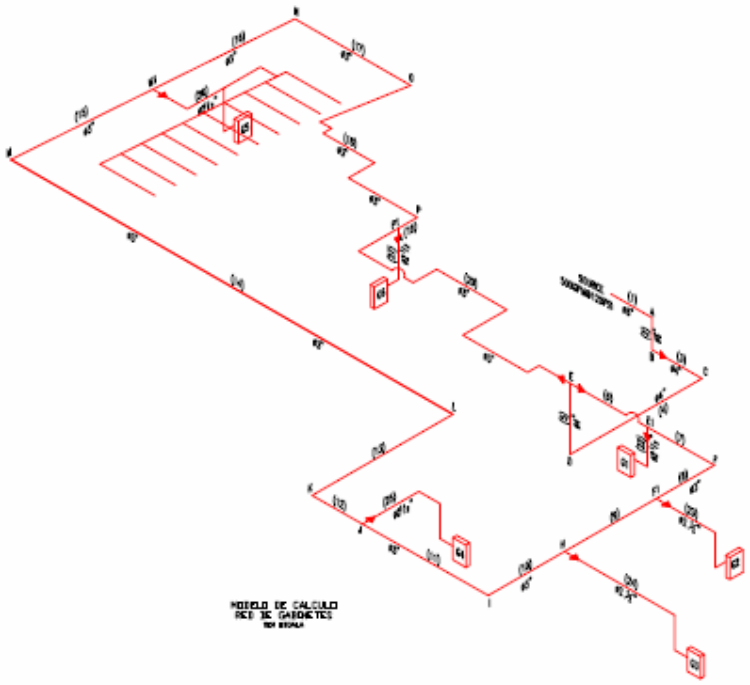


FIGURA 2.6 MODELO DE CÁLCULO

Para los sistemas de rociadores diseñados en forma da malla, se debe verificar que el área hidráulicamente más desfavorable se está utilizando.

Si se utiliza el área crítica que es donde hay la mayor pérdida por fricción del área seleccionada de rociadores, tenemos que el área de cobertura máxima es de 2646.8 ft^2 (245.8 m^2) para 20 rociadores, que es aproximadamente la mitad del área total a proteger 2663.15 ft^2 (247.4 m^2).

Para este caso dio da la mitad de los rociadores que se encuentran en el área crítica más alejada del riser, de los cuales se tiene un caudal de 520.4 gpm y trabajando el gabinete de que se encuentra en esta zona tenemos un total 770.4 gpm.

TABLA 8

ANÁLISIS DE CAUDAL AGRAGADO

Descarga de rociadores activos	520.4 gpm
Gabinete	250.0 gpm
Caudal total	770.4 gpm

Con la figura 2.5, se ve que el caudal que se debe generar es de 770.4 gpm, se ve que el diámetro de la tubería de 8” las pérdidas deberían ser menores a 0.01 por cada pie, por lo que se debe realizar el cálculo de manera más exacta por medio de la ecuación 1:

$$\Delta P = \frac{4.52(770.40)^{1.85}}{120^{1.85}(8)^{4.87}} = 0.006$$

Entonces el valor de las pérdidas para este tramo es:

$$P_f = 21.28\,ft \times 0.006 \frac{Psi}{ft} = 0.12 Psi$$

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

$$P_v = 0.001123 \frac{Q^2}{d^4} \quad (2)$$

Donde:

- Pv = Pérdidas por velocidad en psi/ft
- Q = Flujo, en gpm
- d = Diámetro interno real de la tubería, en pulgadas

Se ve que para calcular las pérdidas por velocidad no es necesario calcular la misma debido a que se puede utilizar la ecuación 2:

$$P_v = 0.001123 \frac{(770.40)^2}{8^4} = 0.16 psi$$

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

$$P_e = 0.433h \tag{3}$$

Donde:

- Pe = Pérdidas por elevación en psi/ft
- h = Altura en pies

Al tomar como punto de referencia la toma de salida del reservorio se ve que el primer nodo de encuentra a una altura de diferencia de 2.29 ft (0.70 m), con lo cual se puede obtener las pérdidas por elevación:

$$P_e = 0.433h = 0.433(0 - 2.29) = -0.99\,psi$$

Y se realiza el mismo procedimiento hasta llegar al rociador más remoto, que en este caso será el rociador R4. (Figura 2.7)

Requerimiento de presión en el rociador más lejano

Las normas dan los criterios a utilizarse en el momento de realizar el esquema de los rociadores dentro de los que tenemos:

- El caudal de alimentación mínimo es de 18gpm (68 litros/min).

- Área máxima protegida por un rociador, 144 ft^2 (13.4m^2)
- Distancia máxima entre rociadores, 12 pies (3.7 m)
- Distancia mínima entre rociadores, 8 pies (2.4 m)
- Distancia máxima de rociadores a paredes o particiones, 6 pies (1.8 m)

Para densidades menores de 0.30 gpm/$pies^2$:

- Rociadores de ½" (k=5.56 usualmente).
- Espaciar al máximo permitido.
- Los ramales pueden contener hasta 6 o 7 rociadores.
- Dimensionamiento de línea probable 1", 1 ¼", 1 ½", 2" (2" tamaño máximo de línea)

Para la configuración de la figura 2.7 se ve que el rociador R4 es el más lejano, el cual tendrá menor caudal.

Realizando los cálculos se obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 9

CÁLCULOS DEL CAUDAL DE ROCIADORES

Rocd.	Caudal GPM	Rocd.	Caudal GPM	Rocd.	Caudal GPM	Rocd.	Caudal GPM
R4	24.4	R3	25.0	R2	25.9	R1	26.8
R8	24.5	R7	25.0	R6	25.9	R5	26.9
R12	24.5	R11	25.1	R10	26.0	R9	26.9
R16	25.1	R15	25.7	R14	26.0	R13	27.6
R20	25.9	R19	26.6	R18	27.4	R17	28.5

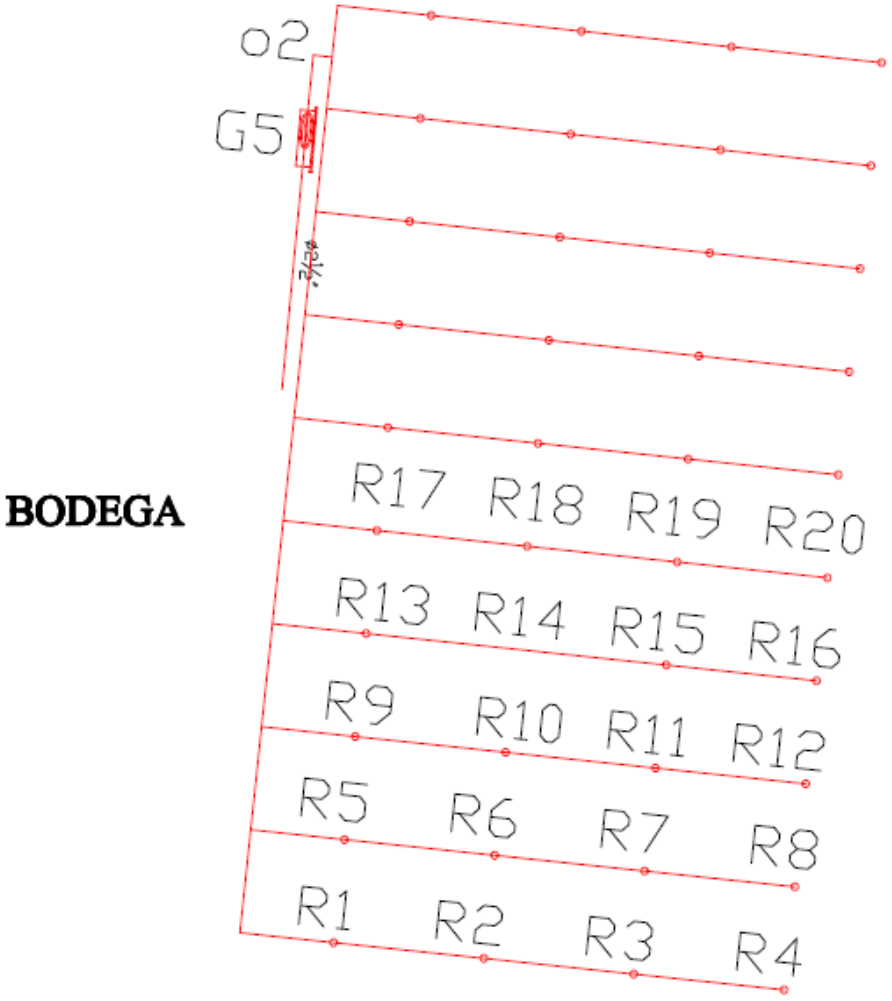


FIGURA 2.7 RED DE ROCIADORES

En los sistemas de protección contra incendio, el factor k es una herramienta muy valiosa, ya que permite relacionar los caudales con las presiones residuales.

Cogiendo el rango menor se ve la presión de trabajo para el rociador:

$$P = \left(\frac{Q}{k}\right)^2 = \left(\frac{24.4}{5.6}\right)^2 = 18.9\,psi \quad (4)$$

Se utiliza rociadores de nivel intermedio (para estantería y almacenamiento) con pantallas integrales que protegen a los elementos termosensibles de la descarga de otros rociadores situados en niveles superiores.

Detalle del área de cálculo:

- Tipo de respuesta — rápida (Early Supresión Fast Response Sprinklers)
- Modelo — TY-FRB
- Presión nominal mínima — 175 psi (12.1 bar)
- Factor k (coeficiente nominal) — k = 5.6 gpm/psi$^{1/2}$ (80,6 lpm/bar$^{1/2}$)

- Temperatura nominal 175°F, 79.4°C
- Descarga mínima por rociador 24.4 gpm
- Descarga total 720 gpm
- Máxima área de cobertura 132.34 ft^2 (12.29 m^2), S=13.45 ft (3.96 m) x L9.84 Ft (2.74 m)
- Cantidad de rociadores abiertos 20
- Cantidad total de rociadores 40

1.3. Selección de materiales

Selección de la tubería

Se ve que la norma NFPA da los valores de las tuberías de los gabinetes y proporciona además los diámetros de las tuberías tanto para las conexiones y el anillo principal tal como se vio en la tabla 6.

Ahora se presenta una tabla la cual va a dar 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 Sólo la superficie externa suele estar protegida
Cobre	No se oxidan Uniformidad de la superficie interior Reduce la caída de la presión	Susceptible a ciclos térmicos Su instalación exige uso de soplete
Acero	No se oxidan Uniformidad de la superficie interior reduce la caída de la presión	Instalación de gasto considerable Material costoso

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

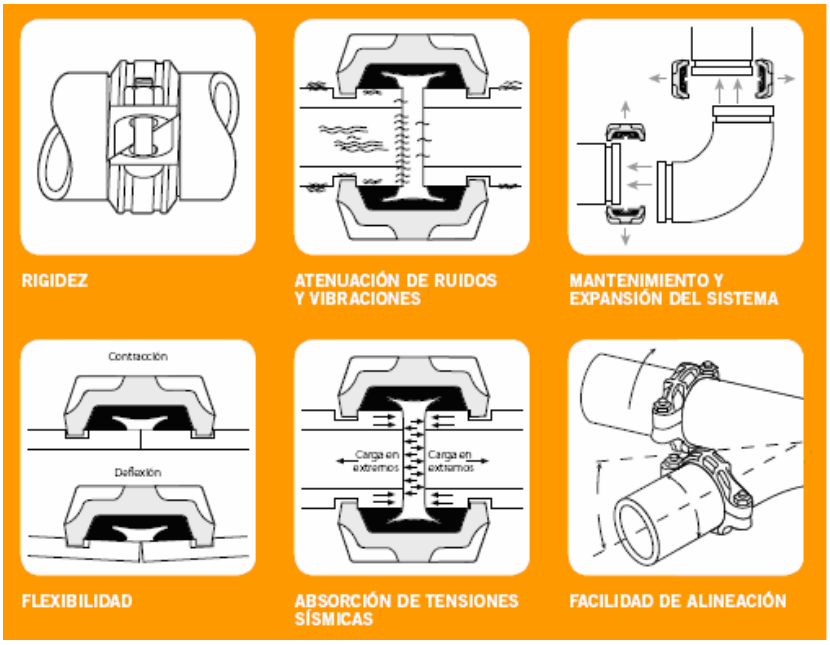


FIGURA 2.8 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE MONTAJE
Fuente: Victaulic G-103

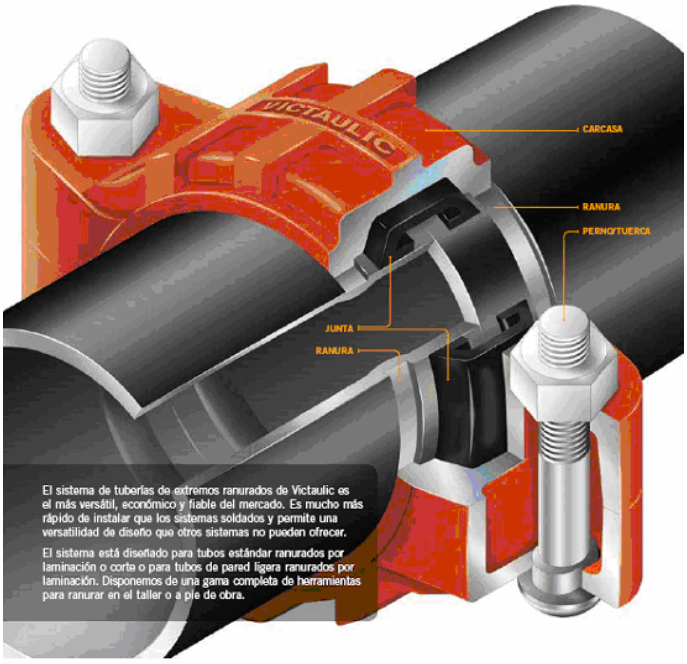


FIGURA 2.9 TECNOLOGÍA DE EXTREMOS RANURADOS
Fuente: Victaulic G-103

Selección de las Bombas

Se ve que la presión promedio del sistema total es de 120 Psi y que se tiene que vencer las pérdidas totales del sistema lo cual da una presión 144 Psi, con lo cual se debe escoger una bomba Jockey con una presión mayor a la que trabaja la bomba contra incendio, con lo cual se vence cualquier pérdida del sistema. Sabiendo que hay que tener en cuenta que la bomba viene normada se va a la tabla de selección de bombas y para nuestro caudal estandarizado de 1500 gpm, el cual no va tener ningún problema, se escoge la opción más adecuada de la figura 2.10.

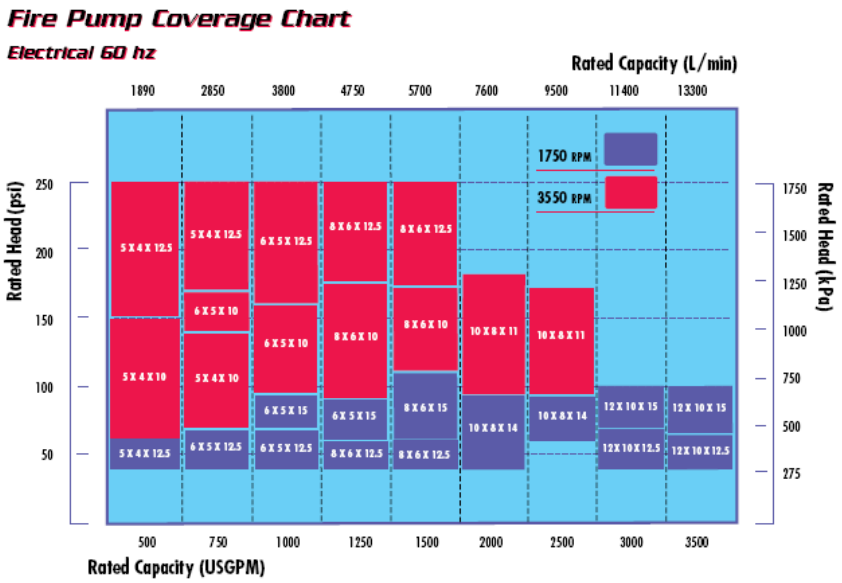
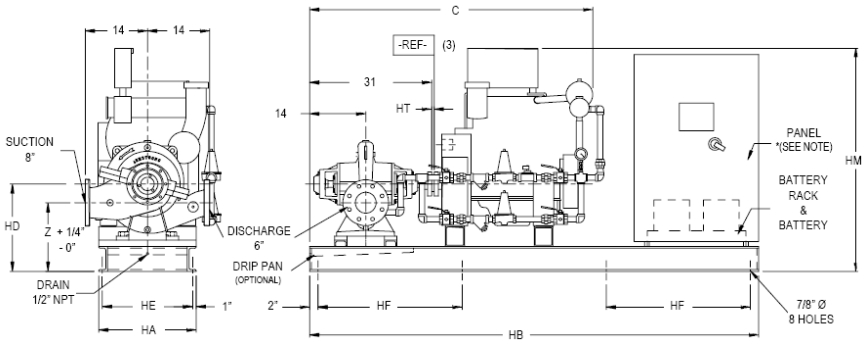


FIGURA 2.10 CUADRO DE COBERTURA DE BOMBAS DE FUEGO
Fuente: Armstrong F43.11_HSC_brochure



ENGINE	MAXIMUM DIMENSIONS									WT
	HD	Z	HA	HE	HB	HF	HM (4)	C (4)	HT	(LBS)
CLARKE / VM MOTORI(VMFP) / JOHN DEERE(JU6H)										
VMFP-SERIES	23	18 1/2	32	30	122	34	55	86		2580
JU4H SERIES	24	19 1/2	32	30	120	39	55	77		910
CATERPILLAR										
3306BDIT-D	22 1/2	16 3/4	25	23	96	46	55	96		3585
3306BDITA-D	22 1/2	16 3/4	25	23	96	46	55	96		3645

FIGURA 2.11 DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA
Fuente: Armstrong series4600fhsc_8x6x10fdieselpanelmountedsub

Para finalmente tener las siguientes bombas:

Bomba Horizontal 8x6x10 F 1500 GPM @ 120 PSI con motor

DIESEL Clarke Modelo JU6H-UF/2 @ 240 HP @ 3550 RPM

Bomba Jockey serie 4700 Modelo VMSO510 @ 20 GPM @ 140

PSI 230/3/60 @ 5HP @ 3600 RPM

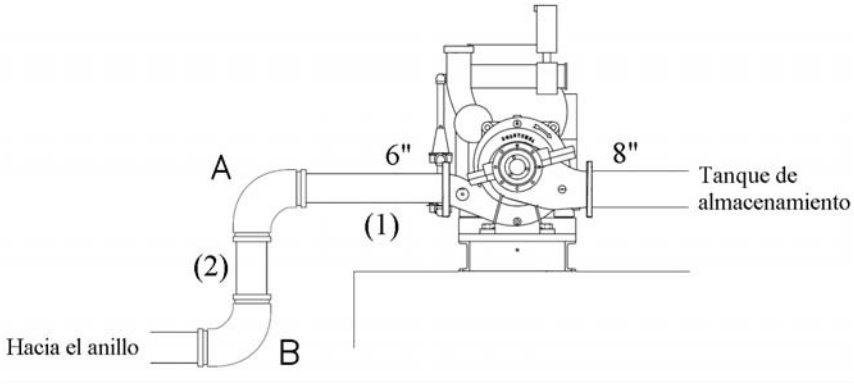


FIGURA 2.12 ESQUEMA DE LA BOMBA

Se puede ver que la bomba trabaja con un rendimiento mayor al 75%. (Figura 2.13)

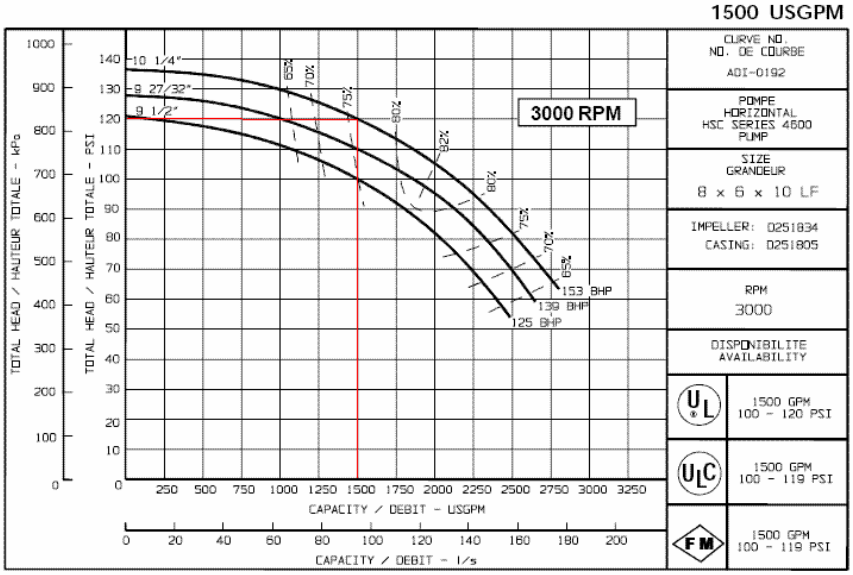


FIGURA 2.13 DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA
Fuente: Armstrong hsc_8x6x10lf_1500gpm_3000rpm

Selección de Rociadores

Se utiliza rociadores automáticos Upright de nivel intermedio, de repuesta rápidos para almacenamiento.

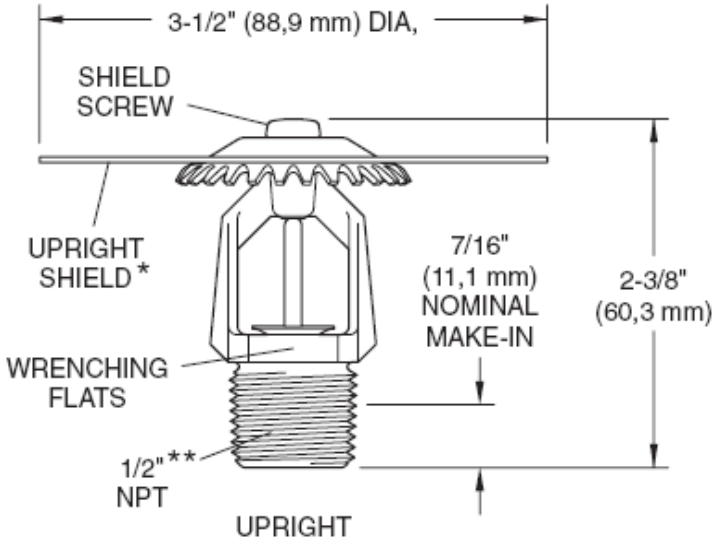


FIGURA 2.14 ROCIADOR DE RESPUESTA RÁPIDA UPRIGHT
Fuente: Tyco TFP356_01_2005_brochure

Selección de accesorios

Los accesorios son indispensables dentro del sistema, debido a la necesidad de usar una válvula principal con tornillo sobresalido para que de esta manera se aprecie que está abierto el suministro, llevar el control del caudal con un sensor de flujo, utilizar medidores de presión a la entrada y salida de la bomba como los manómetros para los puntos críticos donde la presión debe ser

controlada, utilizar una placa antivórtice la que evita que se forme turbulencia a la entrada de la bomba para evitar que se generen remolinos que eviten la formación de burbujas que produzcan a su vez cavitación en el sistema.

Otro elemento son los gabinetes los cuales servirán como ayuda por parte gente que se encuentre dentro de las instalaciones hasta que llegue el cuerpo de bomberos.

Es por esto que los accesorios cumplen una función muy importante dentro del mismo.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

En este capítulo se presentarán los puntos más importantes a ser presentado en un diseño de un sistema contra incendio.

3.1 Información Básica

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

INFORME TÉCNICO

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO:

Riesgo Ordinario, grupo #2, NFPA No.13

DESCRIPCIÓN DE LA PROTECCIÓN:

Bodegas de almacenamiento

PARÁMETROS DE DISEÑO:

Norma aplicable: NFPA No.13

Densidad: 0.20 gpm/min Área de diseño: 486.19 m^2

Demanda para mangueras: 500 gpm

Tipo de rociador: de respuesta rápida

Distancia entre rociado y ramales: 3.96 m x 2.74 m

Área por rociador: 132.34 ft^2

Caudal por rociador: 24.4 gpm Presión: 18.9 psi

DATOS DEL SUMINISTRO DE AGUA

Tipo: tanque

Capacidad: 511 m^3

RESUMEN DE CÁLCULOS:

Caudal requerido: 1500 gpm

Presión requerida: 137 psi

OBSERVACIONES:

Los cálculos fueron optimizados por el programa computarizado HASS 7.9. HRS System Links.

La presión en cada nodo fue usada para balancear el sistema con un máximo de velocidad de 33.4 ft/seg.

La Norma 20 establece que las bombas contra incendio tienen que trabajar con succión positiva, lo que quiere decir que el nivel mínimo del agua en el tanque de almacenamiento debe estar por encima de la succión de la bomba.

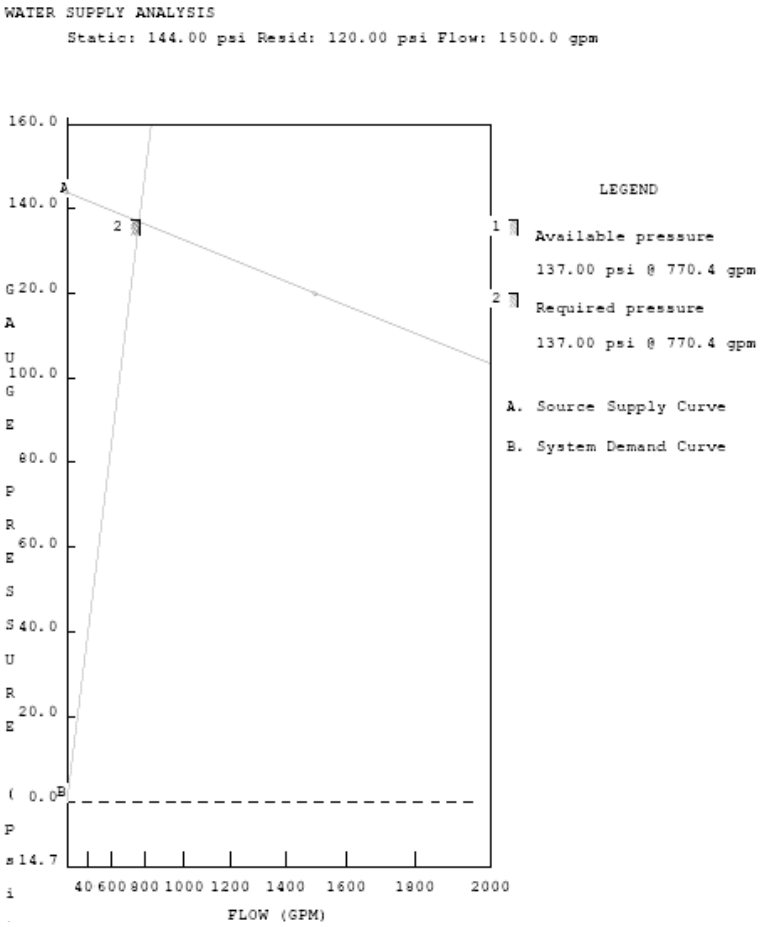


FIGURA 3.1 WATER SUPPLY ANALYSIS
Fuente: HASS 7.9. HRS System Links

3.2 Análisis de costos

A continuación se muestra la lista de materiales y posteriormente el valor total del sistema incluyendo la instalación.

Cantidad de materiales			
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
1	Tubería de acero Schedule 40 ranurada 8”	m	8
2	Tubería de acero Schedule 40 ranurada 6”	m	18
3	Tubería de acero Schedule 40 ranurada 4”	m	371
4	Tubería de acero Schedule 40 ranurada 2½”	m	92
5	Tubería de acero Schedule 40 ranurada 1½”	m	170
6	Codo 90 de acero ranurado 8”	Und.	3
7	Codo 90 de acero ranurado 6”	Und.	3
8	Codo 90 de acero ranurado 4”	Und.	25
9	Codo 90 de acero ranurado 2½”	Und.	26
10	Te ranurada 6”	Und.	1
11	Te ranurada 4”	Und.	6
12	Te ranurada 2½”	Und.	6
13	Reducción concéntrica ranurada 8” X 6”	Und.	2
14	Reducción concéntrica ranurada 6” X 4”	Und.	2
15	Reducción concéntrica ranurada 4” X 2½”	Und.	6
16	Reducción concéntrica ranurada 2½” X 1½”	Und.	6
17	Unión ranurada 8”	Und.	10
18	Unión ranurada 6”	Und.	17
19	Unión ranurada 4”	Und.	151
20	Unión ranurada 2½”	Und.	103
21	Unión flexible 6”	Und.	2
22	Gabinete tipo III	Und.	6
23	Soporte antisísmico de 4 vías 6”	Und.	2
24	Soporte tipo ménsula de 4”	Und.	83
25	Soporte tipo ménsula de 2½”	Und.	20
26	Placa antivórtice 3/8” de 90x90cm	Und.	1
27	Codo AC de 2”x1/2”x 150PSI	Und.	6
28	Reducción copa AC de 2”x1/2x150PSI	Und.	2
29	Reducción copa AC de ½”x1/4x150PSI	Und.	1
30	Tubería de acero Schedule 40 ranurada ½”	MTL	15
31	Tubería de acero Schedule 40 ranurada 2”	MTL	10
32	Te ranurada 2” x 150 PSI	Und.	1
33	Válvula de retención roscada de ½” x 150 PSI	Und.	4
34	Válvula Bola Bronce de ¼” x 150 PSI	Und.	4
35	Válvula Compuerta Listed 2”	Und.	2
36	Unión ranurada de 8” x 150 PSI	Und.	4
37	Unión ranurada de 6” x 150 PSI	Und.	6
38	Codo ranurado 6” x 150 PSI	Und.	2

39	Brida ranurada de 8” x 150 PSI	Und.	3
40	Te ranurada 8” x 150 PSI	Und.	3
41	Reducción concéntrica ranurada 6” X 4”	Und.	1
42	Válvula de Cheque Bridada de 8” x 150 PSI	Und.	1
43	Válvula Compuerta Listed 8”x2”	Und.	2
44	Mechanical Tee de 6”x2”	Und.	2
45	Brida ACPS de 8”x 150PSI	Und.	1
46	Reducción Copa ranurada de 8”x6”x 150PSI	Und.	2
47	Brida ACPS de 4”x 300PSI	Und.	1
48	Brida ACPS de 6”x 150PSI	Und.	1
49	Válvula Control Succión 8” Ranurada Serie 771	Und.	1
50	Brida de 6”x 300PSI para soldar	Und.	1
51	Válvula de Cheque de 2” en Bronce	Und.	1
52	Manómetro de 0-300 PSI con Glicerina y rosca de ¼”	Und.	2
53	Uniones ranuradas Flexibles De 8”	Und.	4
54	Reducción Concéntrica Ranurada De 6”x8” Para soldar	Und.	1
55	Rociador TYFRB, k=5.6 Upright Storage	Und.	40
56	Bomba Horizontal 8x6x10 F 1500 GPM @ 120 PSI con motor DIESEL Clarke Modelo JU6H-UF/2 @ 240 HP @ 3600 RPM	Und.	1
57	Bomba Jockey serie 4700 Modelo VMSO510 @ 20 GPM @ 140 PSI 230/3/60 @ 5hp @ 3550 RPM	Und.	1
58	Tablero para Bomba Jockey Modelo JP3 full voltaje started	Und.	1
59	tablero para Bomba DIESEL Modelo GPD-N-12-F-BC-10	Und.	1
60	Válvula de alivio y recirculación a 90 grados de 4” Bridada	Und.	1
61	Cono de descarga con visor 6”x 8” Bridada	Und.	1

Mano de obra	$ 13 146.82	**Materiales**	$ 137 764.42
		TOTAL	$ 150 911.24

Longitud total a montar 659 m

Peso total 8032.9 kg

Al final se obtiene un valor de $ 150 911.24, lo cual se debe considerar como una inversión para una empresa.

Pero lo más importante a recalcar es que solo el precio del sistema de bombeo con tableros y accesorios suman $ 105 451.12 lo que representa el 69.85% del valor total.

Pero se tiene que recalcar que en el caso de que se produzca un incendio, los daños ocasionados dentro de las instalaciones pueden llegar a ser mayores que esta cifra, por lo que se considera plenamente justificable la inversión para la empresa.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los ingenieros mecánicos nos encontramos aptos para realizar el diseño de estos sistemas requeridos en las empresas industriales y que no quede solo en manos de los ingenieros civiles, como sucede actualmente.

- Se pudo apreciar que para el diseño del sistema contra incendio se necesitan las normas NFPA, las cuales son las que rigen el diseño ya que no bastan los cálculos de la hidráulica clásica.

- Se ve que no es nada barato tener un sistema contra incendio pero es una gran ayuda en el caso de ocurra un siniestro. Pero al poseer uno de estos sistemas ayuda a que las aseguradoras den mayores facilidades al momento de realizar un contrato con una empresa.

Recomendaciones

- Además del sistema diseñado se recomienda poner un sistema de refrigeración para los tanques de gas y un sistema de espuma para los tanques de combustible y sería muy conveniente tener un sistema de detección contra incendios.

- Es necesario estar capacitando a los trabajadores continuamente e implementando todas las medidas de prevención y control que se exigen para que los incendios no ocasionen pérdidas ya sean a las personas, materiales y equipos.

APÉNDICES

APENDICE A

DATOS Y RESULTADOS DE LOS PRINCIPALES CÁLCULOS DEL SISTEMA

```
                    SPRINKLER SYSTEM HYDRAULIC ANALYSIS              P
DATE: 9/1/2008OS\2007\KELLOGS\REV 0\L197HA0100 BODEGAS ALMACENAMIENTO
JOB TITLE: L169HA0100 Bodegas Almacenamiento

WATER SUPPLY DATA

SOURCE      STATIC     RESID.     FLOW      AVAIL.     TOTAL     REQ'D
 NODE       PRESS.     PRESS.   @           PRESS.   @ DEMAND    PRESS.
 TAG        (PSI)      (PSI)      (GPM)     (PSI)      (GPM)     (PSI)

SOURCE      144.0      120.0    1500.0     137.0      770.4


AGGREGATE FLOW ANALYSIS:


TOTAL FLOW AT SOURCE                     770.4 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE      0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES             250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS   520.4 GPM
JOB TITLE: L169HA0200 Gabinete 1

WATER SUPPLY DATA

SOURCE      STATIC     RESID.     FLOW      AVAIL.     TOTAL     REQ'D
 NODE       PRESS.     PRESS.   @           PRESS.   @ DEMAND    PRESS.
 TAG        (PSI)      (PSI)      (GPM)     (PSI)      (GPM)     (PSI)

SOURCE      144.0      120.0    1500.0     143.1      250.0


AGGREGATE FLOW ANALYSIS:


TOTAL FLOW AT SOURCE                     250.0 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE      0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES             250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS     0.0 GPM
```

JOB TITLE: L169HA0300 Gabinete 2

WATER SUPPLY DATA

SOURCE NODE TAG	STATIC PRESS. (PSI)	RESID. PRESS. (PSI)	@ FLOW (GPM)	AVAIL. PRESS. (PSI)	@ TOTAL DEMAND (GPM)	REQ'D PRESS. (PSI)
SOURCE	144.0	120.0	1500.0	143.1	250.0	

AGGREGATE FLOW ANALYSIS:

TOTAL FLOW AT SOURCE	250.0 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE	0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES	250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS	0.0 GPM

JOB TITLE: L169HA0400 Gabinete 3

WATER SUPPLY DATA

SOURCE NODE TAG	STATIC PRESS. (PSI)	RESID. PRESS. (PSI)	@ FLOW (GPM)	AVAIL. PRESS. (PSI)	@ TOTAL DEMAND (GPM)	REQ'D PRESS. (PSI)
SOURCE	144.0	120.0	1500.0	143.1	250.0	

AGGREGATE FLOW ANALYSIS:

TOTAL FLOW AT SOURCE	250.0 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE	0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES	250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS	0.0 GPM

JOB TITLE: L169HA0500 Gabinete 4

WATER SUPPLY DATA

SOURCE NODE TAG	STATIC PRESS. (PSI)	RESID. PRESS. (PSI)	@ FLOW (GPM)	AVAIL. PRESS. (PSI)	@ TOTAL DEMAND (GPM)	REQ'D PRESS. (PSI)
SOURCE	144.0	120.0	1500.0	143.1	250.0	

AGGREGATE FLOW ANALYSIS:

TOTAL FLOW AT SOURCE	250.0 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE	0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES	250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS	0.0 GPM

JOB TITLE: L169HA0600 Gabinete 5

WATER SUPPLY DATA

SOURCE NODE TAG	STATIC PRESS. (PSI)	RESID. PRESS. (PSI)	@ FLOW (GPM)	AVAIL. PRESS. (PSI)	@ TOTAL DEMAND (GPM)	REQ'D PRESS. (PSI)
SOURCE	144.0	120.0	1500.0	143.1	250.0	

AGGREGATE FLOW ANALYSIS:

TOTAL FLOW AT SOURCE	250.0 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE	0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES	250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS	0.0 GPM

JOB TITLE: L169HA0700 Gabinete6

WATER SUPPLY DATA

SOURCE NODE TAG	STATIC PRESS. (PSI)	RESID. PRESS. (PSI)	@ FLOW (GPM)	AVAIL. PRESS. (PSI)	@ TOTAL DEMAND (GPM)	REQ'D PRESS. (PSI)
SOURCE	144.0	120.0	1500.0	143.1	250.0	

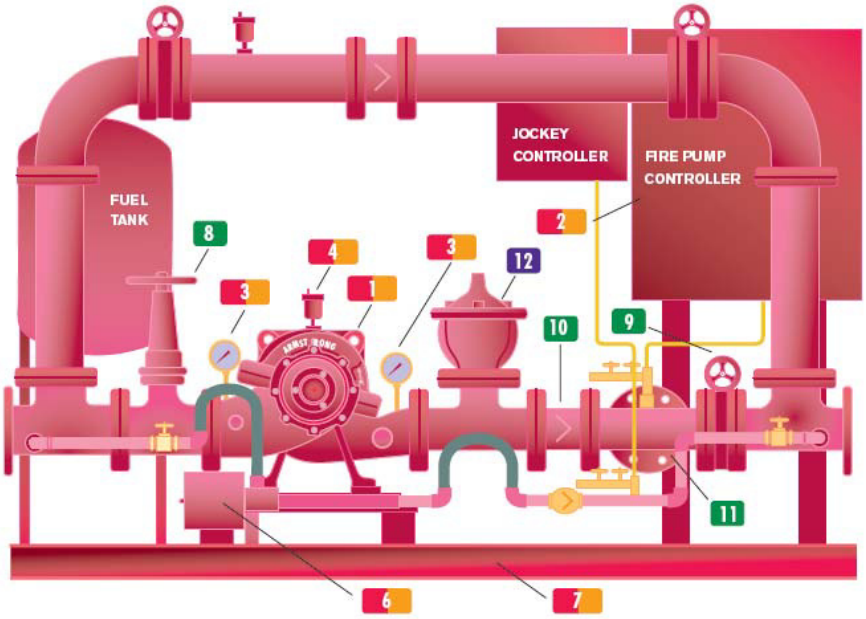
AGGREGATE FLOW ANALYSIS:

TOTAL FLOW AT SOURCE	250.0 GPM
TOTAL HOSE STREAM ALLOWANCE AT SOURCE	0.0 GPM
OTHER HOSE STREAM ALLOWANCES	250.0 GPM
TOTAL DISCHARGE FROM ACTIVE SPRINKLERS	0.0 GPM

APENDICE B

PARTES DEL SISTEMA DE BOMBEO

HSC Fire Pumps & Packaged Systems



Horizontal Fire Systems

With years of experience in fire protection industry, Armstrong can supply fire pump systems with all necessary accessories ready for site installation.

GUARANTEED ADVANTAGES

- Simplifies piping design
- Single source unit responsibility
- A complete package that will meet NFPA-20 requirements

FIRE PUMP - ELECTRIC DRIVEN

1. Pump/motor
2. Fire pump controller (with optional transfer switch)
3. Suction and discharge gauges
4. Air release valve
5. Casing relief valve (not shown)
6. Jockey pump
7. Common base

Features common to electric and diesel

Accessories - (electric or diesel)

Accessories - special for diesel or VFD

FIRE PUMP - DIESEL ENGINE DRIVEN

1. Pump/engine assembled with
   - Cooling system
   - Fuel system
   - Battery system
   - Exhaust system
2. Fire pump controller
3. Suction and discharge gauges
4. Air release valve
6. Jockey pump
7. Common base

ACCESSORIES - ADDITIONAL (ELECTRIC OR DIESEL)

8. Suction OS&Y gate valve
9. Discharge butterfly valve
10. Check valve
11. Test tee

ACCESSORIES - SPECIAL FOR DIESEL OR VFD

12. Main relief valve
13. Enclosed cone (not shown)

APENDICE C

PLANO DE LA PLANTA CON EL SISTEMA CONTRA INCENDIO

FIMCP - ESPOL
BODEGA
PATIO
AREA DE MAQUINA
CONVENCIONES
1:150
RED DE GABINETES
PLANTA GENERAL
DETALLE DE GABINETE
MODELO DE CALCULO
RED DE GABINETES

BIBIOGRAFÍA

[1]. _____. “Diseño y Cálculo de Sistema de Protección Contra Incendio”, Seminario Taller, GL & Asociados, CD&A Consultores de Riesgo, Santafé de Bogotá, Octubre, 1998.

[2]. Arthur E. Cote y Jim L. Linville, “Manual de Protección Contra Incendios”, Editorial Mapfre, España, 2001, 1ª reimpresión, 2, 219 p.

[3]. Armstrong, Fire Pumps
http://www.armstrongpumps.com/product_catalogue.asp

[4]. Armstrong, Fire Protection Professionals
http://www.armstrongpumps.com/fire_protection.asp

[5]. NFPA, National Fire Protection Association
http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp

[6]. Tyco, Fire Supression & Biulding Products
http://www.tycofire.com/index.php?P=show&id=TFP315_01_2005&B=&BK=product&SB=S3

[7]. Vitaulic, Pipe System Solutions,

http://www.victaulic.com/content/Products.htm