

Nº 78
264

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



INGENIERIA DE PROYECTO EN SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO USANDO COMO AGENTE DE EXTINCION AGUA ROCIADA AUTOMATICAMENTE CON ASPERSORES EN TUBERIA HUMEDA



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

ENRIQUE NAVARRETE MORALES



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INGENIERIA DE PROYECTO EN SISTEMAS DE PROTECCION
CONTRA INCENDIO USANDO COMO AGENTE DE EXTINCION
AGUA ROCIADA AUTOMATICAMENTE CON ASPERSORES EN
TUBERIA HUMEDA

I N D I C E

	PAG.
INDICE.....	I
FACTORES DE CONVERSION DE UNIDADES UTILIZADOS.....	VIII
PREFACIO.....	IX
CAPITULO I INTRODUCCION Y GENERALIDADES.....	001
CAPITULO II FISICOQUIMICA DEL FUEGO Y SU EXTINCION.....	010
2.1 Definiciones.....	010
2.2 Combustión.....	012
2.3 Extinción.....	014
2.3.1 Extinción por eliminación del combustible.....	016
2.3.2 Extinción por desplazamiento de oxígeno.....	018
2.3.3 Extinción por enfriamiento.....	019
2.3.4 Extinción por inhibición química de la llama.....	020

2.4 Materia y energía involucradas en un incendio.....	023
2.4.1 Gases de combustión.....	023
2.4.2 Llamas.....	025
2.4.3 Calor.....	025
2.4.4 Humo.....	027

CAPITULO III FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMATICOS..... 028

3.1 Tipos de Sistemas.....	030
3.1.1 Sistemas no reglamentados.....	030
3.1.2 Sistemas reglamentados.....	032
3.1.2.1 Sistemas de "Tubería Humeda".....	034
3.1.2.2 Sistemas de "Tubería Seca".....	035
3.1.2.3 Sistemas de "Acción Previa".....	035
3.1.2.4 Sistemas de "Diluvio" o Inundación.....	035
3.1.2.5 Sistemas combinados de "Acción Previa" y "Tubería Seca".....	036
3.1.2.6 Sistemas "Anticongelantes".....	036
3.1.2.7 Sistemas con "Conexión NO usada para Incendio".....	036
3.2 Análisis técnico comparativo de los diferentes Sistemas de Rociadores Automáticos reglamentados.....	037
3.3 Diagrama de Flujo del Sistema de "Tubería Humeda".....	043
3.3.1 Abastecimiento de agua.....	043

3.3.2 Bombeo.....	045
3.3.3 Cabezal de distribución.....	046
3.3.4 Subsistemas.....	046
3.3.5 Detección automática.....	048
3.3.6 Drenajes auxiliares.....	049
3.3.7 Hidrantes opcionales.....	050
3.3.8 Elementos físicos del sistema contra incendio.....	051
3.4 Rociadores.....	053
3.4.1 Funcionamiento de los rociadores automáticos.....	054
3.4.2 Tipos de rociadores.....	058
3.4.3 Características técnicas de los rociadores.....	064
3.4.4 Criterios para seleccionar rociadores.....	067
3.4.4.1 Tipos de riesgos.....	067
3.4.4.2 Espacio de aplicación en el esparado.....	072
3.4.4.3 Condiciones de operación.....	077
3.4.4.3.1 Ejemplo de cálculo para selección de un rociador.....	079
3.5 Aprobaciones reconocidas mundialmente de accesorios y equipos.....	080
3.5.1 Factory Mutual System (FM).....	081
3.5.2 Underwriters Laboratories, Incorporation (UL).....	083

CAPITULO IV SISTEMAS DE BOMBEO.....

4.1 Condiciones de Operación de las Bombas contra Incendio.....

4.2 Tipos de Bombas y Funcionamiento.....

4.2.1 Curvas Características de las Bombas.....

4.2.2 Fenomeno de Cavitación.....

4.2.3 Leyes de afinidad de las bombas.....

4.2.4 Criterios y Normas para selección de bombas.....

4.2.5 Pruebas Periódicas de las Bombas y Mantenimiento.....

4.3 Calidad del agua y capacidad de almacenamiento.....

4.3.1 Calidad del agua Contra Incendio.....

4.3.2 Capacidad de Almacenamiento.....

CAPITULO V DOCUMENTOS DE PROYECTO.....

5.1 Memoria Descriptiva.....

5.1.1 Información General.....

5.1.2 Criterios de Diseño.....

5.2 Memoria de Cálculo.....

5.2.1 Concepto básico para Cálculo Hidráulico en Sistemas de Protección contra Incendio.....

5.2.2 Flujo de agua en Sistemas de Rociadores.....

5.2.3 Algoritmo de Cálculo Hidráulico.....

5.2.4 Reducción permisible de diámetros en tuberías ramales y principales.....	
5.2.5 Cálculos de apoyo.....	
5.2.6 Cálculo de capacidad de los equipos de bombeo.....	
5.3 Especificaciones.....	
5.3.1 Generales.....	
5.3.2 Especificaciones Generales de Materiales.....	
5.3.3 Especificaciones de equipos.....	
5.3.4 Especificaciones de procedimientos de ejecución. Protección del Personal.....	
5.4 Planos de Proyecto.....	
5.5 Cuantificación de materiales y equipos.....	

CAPITULO VI APLICACIONES

6.1 Estadísticas de Grandes Incendios.....	
6.2 Tipos de Lugares a proteger.....	
6.3 Filosofía de Protección.....	

CAPITULO VII DESARROLLO DE PROYECTO # 1: NAVE INDUSTRIAL

7.1 Descripción.....	
7.2 Bases técnicas de diseño.....	
7.2.1 Riesgos a considerar.....	

7.2.2 Metodología.....	167
7.3 Alternativas de diseño y selección óptima.....	167
7.3.1 Análisis de alternativas.....	168
7.3.2 Selección de alternativa.....	170
7.4 Diseño Hidráulico y Cálculos.....	172
7.4.1 Cálculo de sembrado de rociadores según el riesgo.....	172
7.4.2 Cálculo de suministro de agua.....	173
7.4.3 Cálculo de diámetros y carga dinámica Total.....	173
7.4.3.1 Cálculo de caudal de rociadores y su selección.....	173
7.4.3.2 Cálculo de diámetros.....	174
7.4.4 Cálculo de capacidad de bombeo.....	179
7.5 Planos de Proyecto.....	181
7.6 Especificaciones.....	182
CAPITULO VIII DESARROLLO DE PROYECTO # 2:	
<u>EDIFICIO DE GRAN ALTURA</u>	186
8.1 Descripción.....	186
8.2 Bases de diseño.....	187
8.2.1 Tipos de Riesgos a considerar.....	189
8.2.2 Distribución de caudales.....	190
8.3 Diseño Hidráulico.....	192

CAPITULO IX	DECARROLLO DE PROYECTO # 3:	
	MOVIMIENTO DE HUMOS.....	193
9.1	Concepto de Protección Contra Humos.....	193
9.1.1	Movimiento de Humos en edificios.....	195
9.1.2	Efecto de Chimenea en edificios Modernos.....	195
9.2	Descripción del Edificio a proteger.....	197
9.3	Alternativas de diseño.....	198
9.4	Selección Óptima.....	200
9.5	Diseño Hidráulico.....	203
9.5.1	Bases de Diseño.....	203
9.5.2	Selección del Rociador.....	204
9.5.3	Criterio de Funcionamiento y Control.....	204
9.6	Diseño de Extracción.....	205
CAPITULO X	ANEXOS.....	208
	Lista de anexos.....	208
CAPITULO XI	CONCLUSIONES.....	262
BIBLIOGRAFIA.....		263

FACTORES DE CONVERSION UTILIZADOS

UNIDADES	EQUIVALE A:
1 m ²	10.70 pies ²
1 Kg/cm ²	10 mca (metros de columna de agua)
1 Kg/cm ²	14.22 lb/pulg ² (psi)
1 LPS (litros por segundo)	15.85 GPM (galones por minuto)
1 LPS (litros por segundo)	60 LPM (litros por minuto)
1 pie lineal	0.3048 m
1 pulgada	2.54 cm
1 mca (metros de columna de agua)/100m	0.0467 lb/pulg ² /pie
1 mca (metros de columna de agua)	1.422 lb/pulg ² (psi)

PREFACIO

Esta tesis contiene la información suficiente para que los estudiantes comprendan la diferencia entre un trabajo puramente teórico y uno práctico, pues contiene tablas y dibujos que representan los conceptos tratados, además de ejemplos desarrollados después de su explicación.

Se presenta una metodología de cálculo mecanizada por computadora, porque hoy en día los trabajos hechos en gabinete son en su mayoría realizados así.

También aporta datos que fueron proporcionados por gente con experiencia en este ramo.

Todo esto es con el fin de estudiar el Fuego y su Extinción. Por lo que hay que tener en cuenta que:

"EL INCENDIO EXISTE DONDE LA PRECAUCION FALLA"

CAPITULO I

INTRODUCCION Y GENERALIDADES

El Fuego es un elemento indispensable que se utiliza en la vida diaria; su aplicación va desde el encendido de las homillas caseras hasta Calderas Industriales para servicios en plantas de procesos y/o generación de potencia, es decir, existe una amplia gama del uso del FUEGO para la existencia de una vida civilizada. Este uso de la energía en forma de FUEGO se realiza de manera totalmente controlada por el hombre, si el FUEGO está fuera del control se afirma que ha empezado una crisis en sentido desfavorable a un equilibrio ya establecido.

Esta crisis se puede convertir en un Incendio de grandes magnitudes en unos cuantos minutos, por lo que es necesario evaluar la manera de como controlar el inicio de una crisis de esta naturaleza y corresponde a las personas involucradas en este campo, estudiar y dar soluciones a estos problemas, con el Científico buscando innovaciones desde el origen para que el Ingeniero implemente las soluciones a nivel Industrial.

La Seguridad aplicada en Instalaciones Industriales, construcciones y edificaciones, es un factor de suma importancia para la conservación de vidas, equipos, estructuras y todo lo que tiene gran valor en nuestra sociedad. Una de las ramas de la Seguridad

es la Protección contra Incendio, la cual tiene un origen y una acción contra el fuego. (Ver anexo # 1).

El origen de un incendio se debe a la intersección de dos eventos: CAUSAS Y RIESGOS.

Las Causas de un incendio pueden ser dos: accidentales o provocadas. Ejemplos de las causas accidentales pueden ser los siguientes:

- Circuito eléctrico sobrecargado.
- Corto circuito eléctrico.
- Cerillo o cigarrillo arrojado descuidadamente a un lugar inflamable o explosivo.
- Operación inadecuada de algún aparato o máquina.
- Mal manejo del fuego por ignorancia o por imprudencia.
- Falla de algún sistema, aparato o máquina automáticos.

Las causas provocadas de un Incendio se deben a personas mentalmente trastornadas u orilladas a actuar de mala fe, que inician en cualquier momento un incendio.

Los RIESGOS pueden ser de dos clases: Alta posibilidad y baja posibilidad de Incendio. Sin embargo la posibilidad por pequeña que sea siempre existe.

Los Riesgos de alta posibilidad se caracterizan porque están en condiciones donde los elementos físicos que originan el fuego están en grandes cantidades y se pueden combinar con las CAUSAS.

Estos riesgos son los siguientes:

- Riesgo de incendio de Materiales (Madera, plásticos, papel, líquidos, etc.)
- Almacenamiento a granel en Interiores o Exteriores.

La acción contra el FUEGO tiene tres clases: Prevención, Detección y Extinción.

Se define la PREVENCIÓN como el hecho de evitar que un evento llegue a ocurrir. En este ramo, el evento es un Incendio, por lo tanto, prevenir un Incendio se debe practicar desde la ignición hasta antes de que sea una combustión macroscópica. Idealmente si un Incendio se previene antes de la ignición, no serían necesarias la detección y la extinción, pero en la realidad son un complemento de la prevención.(Ver anexo # 2)

Como prevención en la región de pasividad de la gráfica del Anexo # 2, se tienen las siguientes acciones:

- Código de señalamientos
 - + Acceso a lugares peligrosos
 - * Explosivos

- * Inflamables
- * Venenosos
- * Irritantes
- * Radiactivos

+ Manipulación de materiales peligrosos

- Entrenamiento de las personas

+ En lugares de trabajo

+ En lugares públicos

+ Mensajes masivos de Seguridad

Las acciones preventivas después de la Pasividad están descritas por la detección y la extinción.

La Detección de Incendio puede ser Manual o Automática, y empieza a actuar en el inicio de la ignición. Es efectiva antes del inicio de llamas (Ver anexo # 1).

La detección manual depende del factor humano para llegar a ser tan efectiva como la automática, las formas en que se logra la detección manual son:

- Visual; cuando las personas ven a simple vista la presencia de FUEGO y avisan de alguna manera a los cuerpos de Seguridad y bomberos.

- Puestos de Aviso

- * Botones pulsadores.
- * Sistema cerrado de video

La detección Automática se basa en los mensajes en el menor tiempo, para esto se necesita un sembrado efectivo de detectores en el área de protección. Los detectores son de varios tipos y tienen cada uno un principio de funcionamiento distinto:

- Detectores de TEMPERATURA, estos son de dos tipos:

- * Detectores Termoestáticos, el elemento detector sensibiliza cuando llega a una temperatura calibrada como peligrosa.

- * Detectores Termovelocimétricos, el elemento detector sensibiliza cuando percibe un excesivo aumento de temperatura.

- Detectores de HUMO, estos son de tres tipos:

- * Detectores ópticos de humo, su funcionamiento se basa en que el humo que penetra en el aparato provoca que un haz de luz se refracte o se oscurezca, detectándolo una celda fotoeléctrica.

* Detectores iónicos de humo, cuando el humo penetra en el aparato el aire se ioniza, es decir, el aire se convierte eléctricamente conductivo porque con la existencia de humo se logra un bombardeo de moléculas de Nitrógeno y Oxígeno por parte de las partículas alfa emitidas por una fuente constante de radiación.

* Detectores de puente de resistencia, estos funcionan cuando al existir humo en el interior del aparato se producen cambios entre la impedancia de dos rejillas, es decir, la existencia de humo rompe el equilibrio eléctrico entre dos elementos calibrados.

- Detectores de Llamas, estos funcionan cuando detectan una radiación de luz entre ciertos intervalos de longitud de onda del espectro electromagnético y son de los siguientes tipos:

- * Infrarrojos, longitud de onda mayor a $7,700 \text{ \AA}$
- * Ultravioleta, longitud de onda menor de $4,000 \text{ \AA}$
- * Fotoeléctrica, este actúa cuando en una celda fotoeléctrica se produce un potencial eléctrico al exponerse a energía radiante.
- * Oscilación de la Llama, actúa cuando una celda fotoeléctrica detecta oscilaciones de longitudes de onda características de las llamas.

La detección como señal eléctrica que mandan los detectores a una Central y a alarmas auditivas, avisa la existencia de conato de Incendio en un tiempo razonablemente corto, para que en caso de no existir instalación de extinción automática, el cuerpo de Seguridad y Bomberos acudan a combatir el Incendio.

La EXTINCIÓN de un Incendio tiene varias etapas en la relación "Magnitud de Combustión" vs "Tiempo" (Ver Anexo # 2) las cuales son:

1.- Inicio de Llamas: esta logra en pocos segundos generar el aumento del FUEGO. Aquí actúa la extinción automática de los sistemas de rociadores, con el fin de nunca llegar a la siguiente etapa la cual es el comienzo de las muertes y demás pérdidas.

2.- Propagación de Llamas: es cuando se expande el Fuego en grandes magnitudes y en poco tiempo, siendo el ejemplo típico el incendio en un edificio alto donde si el incendio comenzó en un nivel bajo, se propaga rápidamente a los pisos superiores. Aquí la extinción automática de rociadores apenas llega a ser suficiente, pues la demanda de agua aumenta y la presión del sistema baja. Es cuando el cuerpo de Bomberos debe actuar.

3.- Incendio Declarado, es cuando el Fuego llega a su pico máximo de combustión

y se producen en grandes cantidades Humo, Calor, Llamas y Gases. La extinción Automática aquí no es siempre suficiente, como en el caso de un edificio alto en el que se puede dar una explosión. Más sin embargo en un incendio que empieza lentamente un sistema automático de extinción bien diseñado y correctamente mantenido es 100 % efectivo.

4.- El decremento de combustión se logra cuando la materia combustible se agotó o cuando el combate contra el Fuego de un Incendio Declarado es efectivo.

Los Sistemas de Protección contra Incendio están estudiados por Organismos mundialmente reconocidos, los cuales poseen Códigos y Normas para el desarrollo de la Ingeniería de Sistemas de Rociadores.

La organización científica, tecnológica y educacional que se ocupa de las causas, prevención y combate contra el FUEGO reconocida mundialmente es la National Fire Protection Association (NFPA), constituida en 1930 en Massachusetts, Estados Unidos de América, cuya finalidad es promover la ciencia, y mejorar los métodos de la protección y prevención de incendios, obtener y difundir información sobre estos asuntos y asegurar la cooperación de sus miembros y del público para establecer las protecciones adecuadas contra la pérdida de vidas y propiedades debidas a los incendios.

En el presente Trabajo, se maneja como base la Norma N.F.P.A.-13 (National Fire

Protection Association panfleto número 13) la cual se refiere a Reglamentos para la Selección, proyecto e Instalación de Sistemas de Rociadores, también se utiliza la Norma N.F.P.A.-20 la cual contiene los reglamentos para la selección, proyecto e instalación de Sistemas de bombeo para los Sistemas de Protección contra Incendio donde se utiliza como agente de extinción al agua.

El contenido de esta Tesis contempla los lineamientos para elaborar la Ingeniería de Proyecto a nivel Básico, es decir, que se realiza el estudio, las soluciones, croquis, dibujos y especificaciones completas que permiten ejecutar instalaciones proyectadas con un margen de movilidad física de equipo, tuberías y rociadores por las posibles interferencias en las colocaciones y recorridos.

Asimismo, describe fundamentalmente el funcionamiento y ejecución del sistema de tubería húmeda y se complementa con tres desarrollos de proyectos distintos, con el fin de abarcar el campo teórico y el práctico de esta Ingeniería.

En la República Mexicana no hay Normas o Reglamentos para implementar Sistemas de Protección contra Incendio Automáticos en sitios donde existen Riesgos de Incendio, esto se da porque no se ha entendido el significado dramático y real de un INCENDIO. La inversión en un Sistema de Protección Automática a base de Rociadores es válida desde el punto de vista que se están salvando VIDAS al prevenir las MUERTES que se podrían dar en un lugar que tiene probabilidades de que el INCENDIO ocurra.

CAPITULO II

FISICOQUIMICA DEL FUEGO Y SU EXTINCION

Este capítulo pretende dar una clara explicación de lo que es el fuego y las diferentes formas de combatirlo, desde el punto de vista conceptual, para posteriormente comprender su comportamiento a nivel macroscópico (Incendio). Estos conceptos son la base para implementar un sistema de protección contra incendio partiendo de la premisa que la Ingeniería de Proyecto tiene como objetivo extinguir el fuego en forma adecuada y en corto tiempo para evitar que se convierta en un INCENDIO INCONTROLABLE.

2.1.- DEFINICIONES.-

Para comprender la Fisicoquímica del FUEGO y su Extinción se recurre a un lenguaje técnico, que se emplea en la Protección contra Incendio, por lo que se dan las siguientes definiciones de Conceptos al respecto :

- FUEGOS CLASE "A". Son en los que los materiales combustibles son los sólidos ordinarios como madera, telas, papel, basura, etc. Estos Fuegos se caracterizan porque agrietan los materiales, originan brasas, dejan cenizas y se propagan de fuera hacia dentro. Producen gran cantidad de calor.

- FUEGOS CLASE "B". Aquí los materiales combustibles son Hidrocarburos en general, por ejemplo: gasolinas, aceites, grasas, gases, etc.

- FUEGOS CLASE "C". Son los que se producen por equipo y maquinaria eléctrica. Aunque este tipo de incendio se produce en materiales sólidos o líquidos, ha merecido clasificación especial por el peligro que implica la corriente eléctrica, pues de no emplearse los medios adecuados de extinción, hay riesgo de recibir una descarga eléctrica.

- FUEGOS CLASE "D". Esta clasificación es particular de elementos químicos como Magnesio, Titanio, Sodio, Potasio, Calcio, Litio, Hafnio, Circonio, Zinc, Torio, Uranio y Plutonio, ya sea por estar en forma de láminas delgadas, partículas finas o en estado fundido son de fácil ignición.

- TEMPERATURA DE IGNICION. Es la Temperatura mínima a la que una sustancia debe ser calentada en aire para que en ella se pueda iniciar y mantener una combustión independiente de la fuente de calor.

- PUNTO DE DESPRENDIMIENTO DE VAPORES. También conocida como Flash-Point, es la temperatura donde los materiales líquidos inician el desprendimiento de vapores para propiciar la combustión continuada.

- COMBUSTIBLES. Son los materiales que poseen la característica de reaccionar químicamente con un agente oxidante, generando calor, gases de combustión, humo y llamas. A los combustibles se les considera sustancias reductoras por medio del mecanismo de pérdida de uno o más electrones por cada molécula ante el agente oxidante. Cabe aclarar que el mecanismo de Oxidación-Reducción se da simultáneamente y nunca en forma aislada. Los combustibles se catalogan como:

- * Carbono y otros no metales fácilmente oxidables, como el azufre, el fósforo y el arsénico.
- * Compuestos ricos en carbono e hidrógeno que son los hidrocarburos.
- * Compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, como los alcoholes, aldehidos, ácidos orgánicos, celulosas y ligninas.
- * Elementos químicos combustibles característicos de los fuegos clase "D".

- **COMBURENTE.** Son los materiales de carácter oxidante que reaccionan con los combustibles.

- **REACCION QUIMICA EN CADENA NO INHIBIDA.** Es aquella que contiene alguna sustancia o medio para evitar que la reacción se lleve a cabo con alta velocidad de reacción, dado que los gases de producto de combustión siguen reaccionando.

- **INFLAMABLE.** Se utiliza para describir un material combustible que entre en ignición con gran facilidad, arda intensamente, o tenga una gran velocidad de propagación de la llama.

2.2. COMBUSTION

En un incendio el FUEGO es un sistema complejo de reacciones de combustión, donde el oxígeno atmosférico se encuentra en cantidades enormes y el reactivo limitante son los materiales combustibles, que tardarán horas en consumirse.

La combustión es el conjunto de reacciones químicas con características

exotérmicas y autocatalíticas, donde intervienen como reactantes agentes reductores (combustibles) y agentes oxidantes (comburentes).

Las reacciones de combustión se dividen en dos clases: Combustión en fase condensada y combustión en fase gaseosa.

A) Combustión en fase condensada. Se caracteriza porque la combustión es superficial y sin llama. También conocida como combustión incandescente. Para llevarse a cabo necesita de la conjunción de tres elementos:

- 1.- Combustible
- 2.- Comburente (Ver Anexo # 3)
- 3.- Temperatura

Esta combustión se representa como un triángulo, donde cada cara es uno de los elementos.

Un ejemplo de esta combustión es la brasa de material sólido combustible que arde sin llama y desprende gases de combustión, calor y humo, donde las caras del triángulo son:

- Cara # 1.- El comburente es aire que contiene 21 % de oxígeno.
- Cara # 2.- El combustible es la brasa ardiente.
- Cara # 3.- Temperatura de ignición.

B) Combustión en Fase gaseosa la cual se caracteriza por llevarse a cabo con cuatro elementos:

- 1.- Combustible
- 2.- Comburente (Ver Anexo # 4)
- 3.- Temperatura
- 4.- Reacción química en cadena no inhibida.

La representación gráfica de este tipo de combustión es un tetrahedro, dado que es una figura de cuatro caras, cada una representa un elemento de la combustión en fase gaseosa.

El ejemplo de esta combustión, es un líquido inflamable esparcido en una superficie, que en un día caluroso puede llegar a las temperaturas de desprendimiento de vapores y de ignición, por lo que arderá generando llamas, calor, gases de combustión y humo. Después de la temperatura de Ignición, la velocidad y cantidad con que se generan los productos de combustión es bastante rápida.

En un incendio se pueden presentar estas dos clases de combustión, las cuales combinadas o aisladas dan como consecuencia efectos nocivos en el hombre y bienes de capital, que al ser afectados causan conflictos al equilibrio del habitat, con pérdidas de vidas y monetarias.

2.3.- EXTINCION

La extinción es evitar que una combustión iniciada se complete al 100%. La combustión puede ser de pequeñas o grandes magnitudes.

Los elementos que dan lugar a los dos tipos de combustiones, se encuentran

presentes durante el incendio resultando lógico, que si se elimina uno en la combustión sin llama, o dos en la combustión con llama, se puede afirmar que se ha extinguido el fuego. Para abundar en este concepto se dan los siguientes casos:

A) La Combustión en fase condensada (sin llama), está formada por los elementos:

- 1.- Combustible
- 2.- Comburente (Ver Anexo # 3)
- 3.- Temperatura

La extinción se logra si se elimina cualquiera de los tres elementos, y los casos son:

- CASO I Eliminando 1
CASO II Eliminando 2
CASO III Eliminando 3

B) La Combustión en fase gaseosa (con llama), está formada por los elementos:

- 1.- Combustible
- 2.- Comburente (Ver Anexo # 4)
- 3.- Temperatura
- 4.- Reacción química en cadena no inhibida.

La extinción se logra si se eliminan dos elementos, los casos son:

- CASO IV Eliminando 1 y 2
CASO V Eliminando 1 y 3

- CASO VI Eliminando 1 y 4
- CASO VII Eliminando 2 y 3
- CASO VIII Eliminando 2 y 4
- CASO IX Eliminando 3 y 4

Por lo tanto existen cuatro formas de extinción aisladas y son una por cada elemento:

ELEMENTO	EXTINCION
1.- Combustible	Por eliminación del combustible.
2.- Comburente	Por desplazamiento de Oxígeno. (SOFOCAMIENTO).
3.- Temperatura	Por enfriamiento.
4.- Reacción química en cadena no inhibida	Inhibición química de la llama.

2.3.1.- EXTINCION POR ELIMINACION DEL COMBUSTIBLE.

La eliminación del combustible puede lograrse directamente, apartando del fuego el material combustible, o indirectamente, separando por algún procedimiento los vapores del combustible en la combustión con llama e, en la que se verifica sin llama, cubriendo el combustible incandescente. Los ejemplos de este tipo de extinción son :

- * Se logran extinguir incendios en depósitos de líquidos inflamables por el simple sistema de retirar los combustibles por sistemas de bombeo a depósitos vacíos.

* En caso que el punto de inflamación de un líquido es más alto que la temperatura ambiente a que está almacenado y no fuera posible transportarlo, la solución es agitarlo, adecuadamente, para que la parte inferior del depósito, la cual tiene menor temperatura se desplace a la superficie, con lo cual se elimina la alimentación de vapores a las llamas.

* En el caso de incendios de gases, debidos a roturas de conductos, bridas, empalmes, etc.; solo se puede asegurar la extinción cortando la circulación del gas cerrando las válvulas.

* El único método práctico para extinguir los incendios en sólidos combustibles, consiste en eliminar el material combustible no afectado.

* Se logra extinguir un fuego de metales incendiados recubriendo con materias inertes respecto al material como arena y sales inorgánicas.

* Otra posibilidad, es el recubrimiento de los combustibles sólidos o líquidos, con una manta de espuma obtenida por la aeración de soluciones espumosas, con lo que se logra una capa delgada de espuma sobre los materiales ardientes, siempre y cuando la tensión superficial de la película sea superior a la suma de la tensión superficial de las dos interfases.

* Un método empleado en fuegos de grasas líquidas no saturadas, es la aplicación de soluciones alcalinas en contacto con la superficie ardiente, que logran la extinción porque reaccionan formándose una ligera espuma la cual flota por encima del aceite ardiente y separan de esta manera el combustible del aire.

2.3.2.- EXTINCION POR DESPLAZAMIENTO DE OXIGENO

El oxígeno presente en el aire es el comburente natural que rodea todo lo existente en nuestro planeta, por lo que iniciar una combustión es algo muy sencillo, por ejemplo, al encender un cerillo el material combustible de la cabeza siempre se encuentra rodeado de aire y solo basta con lograr la temperatura de ignición para que de ahí en adelante se propague la reacción a toda la cabeza del cerillo.

El funcionamiento de la extinción por desplazamiento de oxígeno, consiste en rodear la base de un fuego con un gas no comburente. El ejemplo típico del empleo eficaz del principio del desplazamiento de oxígeno es la inundación total en espacios cerrados con dióxido de carbono para el combate del fuego.

En la aplicación a chorro directo de dióxido de carbono con extintores portátiles, además del desplazamiento de oxígeno se logra otro fenómeno, esto es, que la velocidad de chorro supera dinámicamente la velocidad de crecimiento de la llama y da por resultado una

extinción rápida.

La combustión de compuestos que contienen oxígeno tales como hipocloritos, cloratos, percloratos, nitratos, cromatos, óxidos, peróxidos, etc., desprenden oxígeno gaseoso como producto de la reacción, por lo que los fuegos de sustancias que contienen dichos compuestos, son de alto riesgo porque avivan el incendio, tal es el caso del nitrato de celulosa. En estos tipos de combustión el concepto de desplazamiento de oxígeno no tiene sentido.

2.3.3.- EXTINCION POR ENFRIAMIENTO

El agua es el medio más eficaz para reducir la temperatura de los materiales combustibles ordinarios, tales como la madera, la paja, el papel, el cartón y otros materiales usados en la construcción y mobiliario de edificios. Puede aplicarse en forma de chorro directo o de chorro difuso en ángulo abierto, con hidrantes o lanzas.

Este mecanismo de extinción depende del enfriamiento de los materiales combustibles sólidos, reduciéndose la temperatura y al mismo tiempo deteniendo la liberación de vapores y gases combustibles.

Esta acción de enfriamiento utilizando agua, da como resultado vapor de agua, que cuando se utiliza pulverizada en fuegos de espacios cerrados sirve para diluir parcialmente la concentración de oxígeno ambiental debido a la baja densidad del vapor de agua. Este efecto

es transitorio por lo que es de importancia secundaria en la extinción de Incendios.

Como el calor se escapa continuamente por radiación, conducción y convección, solo es necesario absorber una pequeña parte de la cantidad total del calor que se está produciendo en el Fuego para extinguirlo por enfriamiento, sin embargo, el agua debe alcanzar directamente al combustible incendiado. Para conseguir esto, es necesario tener buena visibilidad en un Incendio donde se generan grandes cantidades de vapores, gases y humos por lo que la extinción con hidrantes es una verdadera lucha donde va de por medio la vida del Bombero.

La extinción por enfriamiento usando como agente agua, resulta valiosa cuando se aplica en las primeras etapas del Fuego (Ver anexo # 2), como ocurre con los rociadores automáticos. En este aspecto radica la importancia de implementar Sistemas de Extinción Automáticos en espacios que ofrecen mucho peligro, como por ejemplo en locales donde existen mercancías almacenadas en altas pilas, en las estructuras de gran altura, etc.

2.3.4.- EXTINCIÓN POR INHIBICIÓN QUÍMICA DE LA LLAMA

Las extinciones por enfriamiento, por dilución de oxígeno y por separación del combustible son aplicables a toda clase de fuegos, mientras que la extinción por medio de inhibición química de la llama solo es aplicable a los casos de combustión en fase gaseosa.

Aunque este método es eficaz, se conoce todavía en forma empírica, lo más sobresaliente es la gran rapidez con que llega a extinguir un fuego. Si se ejecuta adecuadamente, este tipo de extinción es el único capaz de impedir que se produzca una explosión en una mezcla de gas-aire, o inclusive en una mezcla de gas-oxígeno, una vez que ha ocurrido la ignición. Las formas de aplicación varían desde las más simples hasta las más complejas, usando en estos últimos aparatos de detección ya mencionados en el Capítulo I.

En el anexo # 5 se ilustra el tipo de reacción de combustión en cadena ramificada de un sistema de hidrógeno-oxígeno. Esta reacción es la más simple y la más rápida de todos los demás sistemas complejos presentes en la Combustión.

Tras la división inicial de la molécula de hidrógeno, los distintos átomos de hidrógeno (H^* activos) interactúan con las moléculas de oxígeno para producir radicales activos OH^* y O^* . Las especies activas se forman como productos al mismo tiempo que se consumen como reactivos y por lo tanto tienen un doble efecto, por lo que se les denomina portadoras de cadena.

La extinción por inhibición de la llama sólo es posible cuando no se permite a las especies activas OH^* , H^* y O^* que cumplan su papel de mantener la llama.

Para lograr esta extinción se emplean agentes extintores que son capaces de inhibir la acción doble de dichos radicales activos y aunque se desconoce el mecanismo exacto de esta

extinción, se tiene la siguiente clasificación de agentes :

1.- Hidrocarburos halogenados líquidos y gaseosos, cuya eficacia aumenta con el empleo de halógenos del orden más alto, conocidos como Halones:

Bromotrifluorometano	ó	Halon 1301	CBrF_3
Bromoclorodifluorometano	ó	Halon 1211	CBrClF_2
Dibromotetrafluoroetano	ó	Halon 2402	$\text{CBrF}_2\text{CBrF}_2$

2.- Sales metálicas alcalinas cuya parte catiónica es sodio o potasio y la parte aniónica es bicarbonato, carbonato o haluro :

- Bicarbonato de sodio conocido como "Polvo Químico Seco"
- Bicarbonato de potasio conocido como "Purple K"
- Carbonato de potasio conocido como "Mennex"
- Cloruro de potasio conocido como "Super K"

3.- Sales de amonio, la más importante es el monofosfato de amonio, en el que el radical catiónico amonio y el radical aniónico fosfato se forman al absorber el segundo el radical H^* , convirtiéndose en ácido ortofosfórico que se deshidrata y se convierte en ácido metafosfórico. Al colocarse estas sustancias sobre la llama, se disocian térmicamente en sus radicales libres, catalizando la unión del OH^* y H^* mitigando así su influencia sobre la producción de la llama.

2.4.- MATERIA Y ENERGIA INVOLUCRADAS EN UN INCENDIO

Los productos de la combustión se dividen en cuatro grupos, de acuerdo a la clasificación de N.F.P.A. sección 2 capítulo 3 del MANUAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

A.- Gases de combustión

B.- Llamas

C.- Calor

D.- Humo

2.4.1.- GASES DE COMBUSTION

La mayor parte de las materias combustibles contienen carbono, y al quemarse forman Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono y otros subproductos. Entre otros gases los más comunes que se pueden formar dependiendo del tipo de fuente son; Sulfuro de Azufre, Amoniac, Cianuro de Hidrógeno, Oxidos de Nitrógeno y Cloruro de Hidrógeno.

La toxicidad de los gases mencionados es distinta, dependen de la concentración producida de cada uno de ellos al momento del incendio, así como el tiempo de exposición de las personas a los gases. A continuación se describen las características nocivas de estos gases.

El Dióxido de Carbono se produce generalmente en grandes cantidades en los incendios y su presencia estimula el exceso en el ritmo de la respiración debido a que desplaza

el aire por ser un gas más pesado.

El Monóxido de Carbono envenena por asfixia combinándose con la hemoglobina de la sangre. Se produce en mayor proporción que el dióxido de carbono en un fuego encerrado.

El Sulfuro de Azufre se produce por la combustión incompleta de materias orgánicas que contengan azufre. En concentraciones superiores al 0.07 % en el aire es muy venenoso afectando al sistema nervioso causando parálisis respiratoria y muerte.

El Amoniaco se forma durante la combustión de materiales que contengan Nitrógeno. Tiene efectos irritantes en ojos, nariz, garganta y pulmones, cuando tiene concentraciones de 10.25 % en el aire causan graves lesiones a las mucosas y muerte.

El Cianuro de Hidrógeno es letal y se produce por la combustión de materias que contengan Carbono y Nitrógeno combinadas, tal es el caso de los plásticos fabricados con cianamidas. Su exposición a una concentración del 0.3 % es irreversiblemente fatal en exposición de unos cuantos segundos, pues sustituye el hierro contenido en la sangre. Es el gas usado en la cámara de gases.

El Dióxido de Nitrógeno es tóxico, su presencia se oculta pues tiende a anestesiarse la garganta y tiene efectos tóxicos mediatos. Si su exposición es tardada y en concentraciones de 200 a 700 partes por millón causa la muerte.

El Cloruro de Hidrógeno es un gas que se forma de la combustión de materiales como el plástico P.V.C. común en los aislantes de conductores eléctricos y en tuberías. La inhalación de este gas en concentraciones de 1500 ppm durante unos minutos es fatal.

2.4.2 LLAMAS

La combustión en un ambiente rico en oxígeno suele estar acompañado de las llamas, esto indica FUEGO; que tiende a extenderse por las corrientes de aire y provoca aceleradamente la combustión a los materiales combustibles que se encuentra a su paso. Aún sofocando las llamas, el calor, humo y gases pueden proporcionar sus efectos nocivos a lo que se encuentre, como puede ser el caso de un edificio de gran altura.

2.4.3 CALOR

El calor producido en un incendio genera temperaturas causando dolor y en altos tiempos de exposición la muerte. Si el calor se extiende, los materiales combustibles conjuntos de inflamación bajos, ocasionarán que el incendio se propague en cadena y pueda ser incontrolable. Hay que recordar que la temperatura máxima que soporta la piel humana sin sufrir lesiones es de 60 Grados Centígrados.

La transferencia de calor es la propiedad que actúa en el comienzo o en la extinción de la mayor parte de los fuegos. El calor en los incendios se transmite por Conducción, Convección y Radiación.

CONDUCCION. En mayor o menor proporción todos los materiales sólidos son conductivos de calor. El caso de un muro de tabique donde por un lado existe fuego, en el otro lado se sentirá caliente por transmisión y de encontrarse sustancias combustibles o inflamables, elevarán su temperatura hasta el grado de causar desprendimiento de vapores y de esta forma se transmite el fuego al lado opuesto del muro sin que exista contacto directo entre las llamas de un lado del muro y de los materiales combustibles del otro lado.

CONVECCION. Los gases de una combustión por ser más ligeros que el aire, tienden a elevarse y entre mayor y más caliente sea un incendio, más calientes ascenderán.

Muchas veces cuando se ha extinguido un incendio en la primera planta de un edificio, los pisos superiores estallan por convección. Lo que sucede, es que los gases que ascendieron incrementaron la temperatura de materiales combustibles e inflamables hasta el punto de ignición.

RADIACION. Aquí la principal fuente de energía es el Sol y un ejemplo clásico de Fuego por radiación es aquel que se presenta en un hogar, en donde cerca de la generación de calor ya sea una estufa, parrilla eléctrica, secadora, etc., se encuentran materiales inflamables o combustibles los cuales estallan en llamas después de cierto tiempo de estar expuestos.

2.4.4 HUMO

Los gases ya mencionados, vienen acompañados de humo, que es materia sólida formada por diminutas partículas y vapor condensado. Estos gases y vapores portan pequeñas gotas de brea inflamable que dan lugar a partículas de carbón (hollín). Estas materias son visibles y todo en conjunto forma parte del HUMO.

El control y confinamiento del Humo, es un problema muy serio en los incendios de edificios, especialmente en los de gran altura. El humo, los productos gaseosos de la combustión y las partículas en suspensión, son las principales causas de las muertes que se producen en los incendios. El humo denso dificulta también gravemente los esfuerzos de los bomberos para encontrar el foco del incendio y extinguirlo.

La toma de conciencia de la gravedad del humo por parte de los Ingenieros y Arquitectos integrándolo como un nuevo aspecto en sus proyectos, es relativamente reciente, aunque, con tendencias a extenderse.

CAPITULO III

FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMATICOS

Un Sistema es el conjunto de elementos que en acción global cumplen con un objetivo, bajo ciertas condiciones específicas. En el concepto de la Protección contra Incendio, la finalidad es extinguir un fuego en su fase inicial, es decir, combatir automáticamente una combustión sin control, en el menor tiempo posible. Los elementos de los sistemas varían según el tipo de estos y cada uno funciona diferente, pues lo que cambia son condiciones, accesorios y equipos.

Sin embargo, los sistemas son distintos en funcionamiento, más no en la filosofía de extinción automática, siendo esta la característica común que los identifica. El accesorio principal de dichos sistemas es el Rociador, también conocido como regadera y con la palabra inglesa "SPRINKLER".

El ROCIADOR dispersa el agente extintor de manera homogénea sobre el fuego al inicio del conato, logrando la extinción a tiempo, lo cual impide pérdidas humanas y materiales. Dado que este principio de extinción automática tiene gran importancia, la N.F.P.A. ha clasificado rociadores, sistemas y riesgos para la correcta aplicación de esta Tecnología.

El agente extintor usado más comúnmente es el agua, y las razones son las siguientes:

- Los mecanismos de extinción son en escala de importancia: Enfriamiento, eliminación del combustible y desplazamiento de oxígeno.

El enfriamiento es la primera acción que existe porque al chocar un chorro de agua sobre un material que está ardiendo, existe una fuerte diferencia entre las temperaturas de cada uno y el fenómeno que resulta es abatir la temperatura por debajo del punto de desprendimiento de vapores.

Se forma vapor de agua que desplaza al aire en un principio de la extinción y después su presencia es tan baja que pierde importancia.

La eliminación del combustible, se logra empapando la materia ardiente, con el fin de evitar la acción del calor y del aire (Ver anexo 3). De aquí la importancia de mojar homogéneamente al principio de un Fuego.

- Otra razón de gran importancia es la facilidad de adquisición del agua en lugares como Industrias, edificios y todo lugar que requiere almacenamiento del vital líquido.

- Es más económico inundar un espacio con agua que con algún otro agente extintor, siempre y cuando lo que se encuentre ardiendo no interese recuperarlo ó no haya gases combustibles presentes en gran proporción.

Además del agua usada como agente de extinción en sistemas de rociadores, también se utilizan los halones y el dióxido de carbono. La aplicación de estos sistemas se utiliza en lugares cerrados donde se encuentran equipos tales como campanas de cocina, locales de computación y subestaciones eléctricas. Para estos agentes los tipos de rociadores son distintos que para agua.

3.1 TIPOS DE SISTEMAS

Los tipos de sistemas de protección contra incendio a base de rociadores automáticos son de dos clases :

3.1.1. SISTEMAS NO REGLAMENTADOS

Estas Instalaciones se caracterizan por tener:

- * Suministro de agua limitado
- * Tuberías de diámetros reducidos
- * Protección parcial
- * Rociadores con orificios fuera de lo normalmente utilizado.

Estos sistemas son:

- 1.- Depósitos a presión de pequeña capacidad.
- 2.- Sistemas de tipo químico.

3.- Suministros de agua inferiores a lo normal.

4.- Instalaciones parciales.

5.- Sistemas Autónomos :

- * Sistema APTAN
- * Sistema TROJAN
- * Sistema SELFCON
- * Sistema SIMPLEX

6.- Pequeños orificios.

7.- Grandes orificios.

Estos sistemas NO Reglamentados, no son recomendables técnicamente por las siguientes razones:

A) No aseguran que la extinción sea efectiva porque:

- * Los orificios de rociadores en un Incendio pueden ser escasos y no dan el caudal necesario.
- * La capacidad de agua está limitada para unos minutos.
- * La presión decae por no tener alimentación continua de los gases (Nitrógeno, Aire, Dióxido de Carbono).
- * El agua tiene disueltos dichos gases, su conducción en el sistema de flujos turbulentos es ineficiente.

B) Se consideran equipos aislados, por lo que la operación y mantenimiento en un sistema complejo, son difíciles de controlar.

Estos sistemas NO son Recomendables económicamente porque:

A) El que estos sistemas no estén dentro de reglamentos, implica que para el inversionista que desea proteger su industria en sus diferentes edificios, plantas industriales, etc; las compañías aseguradoras no incluyen la partida de protección contra incendio automática en la póliza, si los sistemas no están dentro de los reglamentos.

B) Para hacer una correcta adquisición de equipos, es necesario que las diferentes marcas concursen técnica y económicamente, bajo las mismas bases. Por lo que no es recomendable elaborar el diseño de un sistema que solo se pueda instalar con equipos de una marca.

3.1.2. SISTEMAS REGLAMENTADOS

La norma que rige estos sistemas es la N.F.P.A. panfleto # 13 "NORMA PARA LA INSTALACION DE SISTEMAS DE ROCIADORES". Los reglamentos de la N.F.P.A. en este ramo de la Seguridad Industrial, están basados en años de

experiencia, en pruebas y ensayos de laboratorio, estadísticas de incendios reales y al avance tecnológico del siglo XX.

A continuación se describen los diferentes sistemas que están reglamentados, según la clasificación de N.F.P.A.-13, cada tipo de sistema incluye la tubería necesaria para transportar el agua desde la fuente de suministro hasta los rociadores sobre la tubería en la zona bajo protección.

Los Reglamentos tienen por objetivo, establecer los requerimientos mínimos, basados en los principios de Ingeniería para implementar protección a la vida y a la propiedad, contra incendios. Estos reglamentos no restringen nuevas tecnologías ni soluciones alternativas cuando se demuestra que se mejoran los sistemas.

Los sistemas reglamentados, consisten de dos principales tipos, con diferentes clasificaciones según la N.F.P.A.-13.

GRUPO I.- Tuberías CON agua.

- * Tubería Humeda N.F.P.A.-13-5.1
- * Anticongelantes N.F.P.A.-13-5.5
- * Conexión no usada para incendio N.F.P.A.-13-5.6

GRUPO II- Tuberías SIN agua.

ESTOS SISTEMAS SE UTILIZAN CUANDO NO ES POSIBLE CONTROLAR LA TEMPERATURA AMBIENTAL CONTRA CONGELAMIENTO DEL AGUA:

- * Tubería Seca N.F.P.A.-13-5.2
- * Acción Previa N.F.P.A.-13-5.3
- * Diluvio N.F.P.A.-13-5.3
- * Tubería Seca y Acción Previa N.F.P.A.-13-5.4

3.1.2.1 SISTEMAS DE TUBERIA HUMEDA

En estos sistemas los rociadores automáticos están acoplados a tuberías que permanentemente contienen agua a presión. Cuando hay Fuego, los rociadores se activan individualmente dependiendo de que su sistema detector permita la salida de agua y logra la extinción mojando solo la superficie donde se generó el principio del Fuego. Al bajar la presión, en el sistema de tuberías existen elementos detectores que mandan el arranque de las bombas, y de esta manera surtir automáticamente agua en los rociadores abiertos. Esta operación se efectúa hasta que manualmente se cierre la válvula de seccionamiento del subsistema y el paro manual de las bombas cuando se logró la extinción con éxito, es decir, el arranque del sistema es automático y el paro es manual.(Ver anexo 6).

3.1.2.2 SISTEMAS DE TUBERIA SECA

En un Sistema que usa rociadores automáticos unidos a tuberías llenas de aire o nitrógeno a presión. El abatimiento de esta presión debido a la apertura de un rociador, permite la actuación del sistema de bombeo. El agua fluye desde la "Válvula de Tubería Seca", hasta los rociadores que detectaron el fuego. Estos sistemas se instalan solamente cuando no hay control ambiental sobre la temperatura de congelación en locales o edificios completos. El sistema debe ser calculado para un volumen limitado en las tuberías, el cual está fijado por las normas, y a un tiempo máximo de 50 segundos de llegada de agua al rociador más desfavorable. (Ver anexo 7).

3.1.2.3 SISTEMAS DE ACCION PREVIA

Estos Sistemas emplean rociadores automáticos unidos a tuberías que contienen aire que puede o no estar a presión, con un sistema complementario de detección de fuego, instalado a los lados de los rociadores. Cuando se activa el sistema de detección, abre una válvula que permite el flujo de agua por las tuberías hacia los rociadores que se abrieron. (Ver anexo 8).

3.1.2.4 SISTEMAS DE DILUVIO O INUNDACION

Estos sistemas emplean rociadores abiertos, unidos a tuberías a presión atmosférica y el agua es controlada por una válvula accionada por el mensaje eléctrico de los detectores. La descarga del agua es simultánea por todos los rociadores. (Ver anexo 9).

3.1.2.5 SISTEMAS COMBINADOS DE ACCION PREVIA Y TUBERIA SECA

Este sistema emplea rociadores automáticos unidos a tuberías que contienen aire a presión, con sistema suplementario de detección de incendio. El sistema se activa de dos formas:

- a) Cuando el Fuego abre un rociador.
- b) Cuando el Fuego se detecta electrónicamente.

Al circular agua por las tuberías, no hay pérdida de presión, ya que se abre una válvula que permite solo la salida del aire por la tubería principal. Este mecanismo facilita el llenado de las tuberías con agua. (Ver anexo 10).

3.1.2.6 SISTEMAS ANTICONGELANTES

Es el mismo sistema de Tubería Humeda, con la salvedad que la presión en las tuberías se logra con una solución de anticongelante, aproximadamente al 60 % en volumen, dependiendo del concentrado que se utilice. (Ver anexo 11).

3.1.2.7 SISTEMAS CON CONEXION NO USADA PARA INCENDIO

Este tipo de sistemas tienen doble utilización:

- A) Extinción de incendios.
- B) Acondicionamiento de aire.

El agua circula constantemente por el sistema de tuberías para acondicionamiento de aire. Cuando algún rociador abra por actuación del fuego, el sistema de extinción se activa. (Ver anexo 12).

3.2 ANALISIS TECNICO COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMATICOS REGLAMENTADOS.

Los sistemas que se analizan en este numeral son exclusivamente los REGLAMENTADOS, ya que se desechan los NO reglamentados por las desventajas mencionadas. La finalidad de analizar las características técnicas de los diferentes sistemas de rociadores, es especificar el sistema que tenga más ventajas sobre los otros, de acuerdo a la premisa de que sea el sistema óptimo, en su operación instantánea al existir fuego.

Los conceptos son fundamentalmente cinco :

- 1.- Presión
- 2.- Temperatura
- 3.- Tiempo
- 4.- Dependencia
- 5.- Fases

A cada concepto se le asigna el mismo porcentaje de importancia (20 %). El análisis se desarrolla en el siguiente cuadro:

3.2.- CUADRO COMPARATIVO TECNICO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMATICOS REGLAMENTADOS

SISTEMAS

CONCEPTOS Y
CRITERIOS

IMPOR- TANCIA	TUBERIA HUMEDA	TUBERIA SECA	ACCION PREVIA	DLUVIO	TUBERIA SECA Y ACCION PREVIA	ANTICON- GELANTES	CONEXION NO USADA PARA INCENDIO
	ANEXO 7	ANEXO 7	ANEXO 8	ANEXO 9	ANEXO 10	ANEXO 11	ANEXO 12
PRESION MANTENER A PRESION LAS TUBERIAS HASTA LOS ROCIADORES CON EL FIN DE DETECTAR LA CAIDA CUANDO ABRE UN ROCIADOR	20 %	16 %	16 %	4 %	18 %	20 %	18 %
TEMPERATURA MANTENER EL AGUA POR ARRIBA DE LA TEMPERATURA DE SOLIDIFICACION Y BAJO DE LA DE EBULLEICION EN LAS TUBERIAS.	20 %	15 %	15 %	15 %	10 %	20 %	20 %
TIEMPO ROCIAR AGUA EN EL MISMO MOMENTO QUE SE DETECTO FUEGO, PUES EN UNOS SEGUNDOS, SE PROPAGAN LAS LLAMAS. (VER ANEXO 2)	20 %	6 %	6 %	6 %	6 %	20 %	10 %
DEPENDENCIA NO ES RECOMENDABLE QUE LOS SISTEMAS DE EXTINCION DEPENDAN DE OTROS PORQUE SI FALLAN O NO SON DISPONIBLES, LA EXTINCION PUDE SER INULA	20 %	20 %	10 %	5 %	15 %	5 %	10 %
FASES EL SISTEMA CON UNA FASE ES MAS EFICIENTE EN EL FLUJO DEMANDADO	20 %	10 %	10 %	10 %	10 %	20 %	20 %
PORCENTAJE TOTAL	100 %	67 %	57 %	40 %	59 %	85 %	78 %

RESULTADO DEL ANALISIS TECNICO

Los valores de la evaluación técnica comparativa, de los diferentes Sistemas, dan los siguientes resultados:

1.- Tabla Global de Resultados:

# de Calificación	SISTEMA	Tipo de Sistema
90 %	Tubería Humeda	GRUPO I Tuberías con agua
65 %	Anticongelantes	
78 %	Conexión no usada contra Incendio	
67 %	Tubería Seca	GRUPO II Tuberías sin agua
59 %	Tubería Seca y Acción Previa	
57 %	Acción Previa	
40 %	Diluvio	

TABLA # 2

2.- Tipo de Sistema.

De la tabla global de resultados se observa que los sistemas del Grupo I ocupan los porcentajes más altos, seguidos por los del Grupo II. Este resultado sugiere, que es más

recomendable instalar Sistemas de Protección contra Incendio Automáticos con tuberías conteniendo agua.

3.- Sistema óptimo Técnicamente.

Los dos porcentajes más altos son :

* 90 % para "Tubería Humeda"

* 85 % para "Anticongelantes"

Las diferencias parciales entre estos sistemas son:

A) Temperatura.

En este concepto el Sistema desfavorable es "Tubería Húmeda", porque el mantener las tuberías dentro de los intervalos de temperatura de operación, cuando las condiciones así lo exigen, es más complicado sin sustancias anticongelantes. En la República Mexicana hay localidades que en ciertas épocas del año, se dan heladas climatológicas (menos de 4 Grados Centígrados), por lo que en esas condiciones son aplicables los Sistemas con Anticongelantes.

B) Dependencia.

En este concepto el sistema más desfavorable, es para los anticongelantes, porque dado que requieren de una solución al 60 % en las tuberías, dependen directamente de la disponibilidad del Anticongelante concentrado.

La disponibilidad nacional de los anticongelantes concentrados es variable, por lo que después de la instalación física de este sistema, tiene el gran peligro de hacerse inoperante, trayendo como consecuencia la desactivación del sistema.

Para el correcto mantenimiento de los sistemas con anticongelantes, es necesario contar con personal técnico responsable y calificado, para vigilar el sistema con la solución a la concentración requerida.

Estas razones técnicas son grandes desventajas para la implementación de este sistema.

4.- Punto de vista económico.

A) La inversión al instalar un sistema anticongelante se vería afectada, porque al hacerse inoperante, la prima de seguros subiría, no habría amortización del sistema ya instalado y la compañía de seguros no cubriría al 100% las pérdidas en un incendio.

B) Los anticongelantes son de alto costo, por lo que en un sistema de este tipo, el montaje y mantenimiento tienen la inversión más elevada que cualquiera de los otros sistemas.

5.- Punto de vista ecológico.

Las sustancias usadas en los sistemas de anticongelantes son:

- * Dietilenglicol al 50 %
- * Etilenglicol al 61 %
- * Propilenglicol al 70 %

Estas son las opciones que marca la N.F.P.A. 13.

El mantenimiento de los sistemas de Anticongelantes, requiere descargar la solución, ya sea al alcantarillado urbano o a cuerpos receptores (lagos, lagunas, ríos, etc). Actualmente en la República Mexicana la Norma Técnica Ecológica (N.T.E.), establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria y de edificaciones. La N.T.E. establece que las autoridades locales están capacitadas para fijar sus propios límites de contaminantes, esta medida es para asegurar la correcta operación de sus particulares plantas de tratamiento de aguas residuales. (La N.T.E. expedida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en el Diario Oficial de la Federación, el 20 de Septiembre de 1991 y continuamente se está complementando.)

Por esta razón, la instalación de un sistema de anticongelantes, implica que se puede volver inoperante por la legislación ecológica y resultaría incongruente dar un tratamiento previo a la descarga.

POR LO ANTERIOR, EL SISTEMA QUE REUNE LAS MEJORES CARACTERISTICAS, APLICADO EN LA REPUBLICA MEXICANA, SOBRE LOS DEMAS, ES: "TUBERIA HUMEDA".

Esto no quiere decir que los demás sistemas no sean funcionales ni que nunca se pretendan diseñar. Lo que éste análisis da como gran resultado, es que el Sistema de "Tubería Húmeda" es la base histórica y técnica de los demás.

Esto justifica el estudio profundo de la Ingeniería de Proyecto en Sistemas de Protección contra Incendio, usando como agente de extinción agua rociada automáticamente, con aspersores en Tubería Húmeda.

3.3.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE TUBERIA HUMEDA

En el anexo 6 se muestra el esquema básico del Sistema de Tubería Húmeda y en el anexo 13 se muestra el Diagrama de Flujo, conteniendo los diferentes elementos que conforman dicho sistema. En este numeral se describe el funcionamiento de cada parte del Sistema, su repercusión en la práctica y los criterios que hay que tomar en cuenta durante el proyecto de esta Ingeniería.

3.3.1.- Abastecimiento de agua.

El abastecimiento de agua debe cumplir los siguientes requisitos:

A) Capacidad almacenada suficiente del agente extintor, para un tiempo máximo de combate de acuerdo con las normas N.F.P.A. (ver numeral 4.3).

En la República Mexicana no está permitido disponer directamente del suministro de agua municipal, por lo que es necesario tener un almacenamiento y bombear desde éste, en caso de Incendio. Además, el diámetro de acometida a un predio está dado por el cálculo de probabilidades de uso doméstico, más reposición del agua de servicios de una planta o edificio, por lo que para un incendio, el diámetro y caudal de la tubería vertical son mucho más grandes que el suministro municipal.

B) Reposición constante sin variar capacidad, para preservar la calidad del agua (Ver numeral 4.3), o en su defecto, darle un tratamiento periódico.

C) Interconexión con bomberos para surtir de agua en caso de que no haya capacidad y como respaldo. Esto lo exigen las Normas N.F.P.A. 13-2-7 y el Reglamento de construcciones del Distrito Federal en el art. 122-c.

Estos requisitos se pueden solucionar de las siguientes formas:

1.- Almacenamiento de agua contra incendio en la misma cisterna que para uso doméstico, instalando las succiones de las diferentes bombas a diferentes alturas, resultando siempre las succiones de las bombas contra incendio más abajo que las de uso doméstico y otros servicios.

2.- Almacenamiento de agua contra incendio en una cisterna o tanque independiente del agua para uso doméstico, con la salvedad de que como es agua estática, habría que darle el mantenimiento adecuado para que no pierda su calidad. (Ver numeral 4.3).

3.- La conexión de Bomberos se logra con tomas siamesas en el exterior del predio y su ubicación y accesorios se diseñan de acuerdo a las Normas N.F.P.A. 13-2-7 y al Reglamento de construcciones de Distrito Federal en el art. 122-c. (Ver anexo 14).

3.3.2.- Bombeo.

El bombeo del sistema es automático, y se acciona cuando se detecta una caída brusca de presión en el sistema, debido a la apertura de uno o más rociadores.

Este bombeo consiste de tres bombas, lo cual está fijado por la norma N.F.P.A.

20.

1.- **Bomba de servicio acoplada a motor eléctrico.**

2.- Bomba de emergencia acoplada a motor de combustión interna.

3.- Bomba presurizadora acoplada a motor eléctrica.
(Bombeo Jockey).

A los sistemas de bombeo de protección contra incendio, se les da un tratamiento especial en esta Tesis en el Capítulo número 4.

3.3.3.- Cabezal de distribución.

Es una tubería, con diámetro, cédula y longitud requeridas según el diseño, que tiene la función de recibir la descarga del caudal de bombeo y distribuirlo uniformemente, esto se logra con las diferentes válvulas seccionadoras, correspondientes a los diferentes subsistemas y a los equipos para pruebas.

3.3.4.- Subsistemas.

Un subsistema está formado por una red de tuberías y demás complementos (ver numeral 3.3.8), que contienen el fluido y va desde la válvula seccionadora en el cabezal de distribución, hasta los elementos físicos finales: los ROCIADORES.

El subsistema está compuesto por :

1.- Tubería vertical (RISER). Un subsistema empieza físicamente desde la válvula seccionadora con el nacimiento de la tubería vertical, por lo que tantos RISERS representan tantos subsistemas. De las tuberías verticales se derivan las tuberías principales.

2.- Tuberías Principales. Estas tienen la función de distribuir el agua a los ramales. La distribución de estas tuberías se debe hacer con el criterio de zonificar hidráulicamente las distintas áreas, esto se hace compatible con el sistema de alarmas usando los detectores de flujo.

3.- Tuberías Ramales. De los ramales se derivan los rociadores, los cuales contienen permanentemente agua a presión. El ramal más desfavorable hidráulicamente, cuenta con tuberías para pruebas de caudales y presiones.

La distribución de las tuberías durante la realización del Proyecto, se logra con los criterios adecuados con el fin de obtener al final del cálculo un sistema hidráulicamente balanceado, tanto en caudales, pérdidas por fricción, en estado dinámico y presiones en estado estático. Esto implica que la demanda del sistema de bombeo, debe ser la misma en cada subsistema, cuando actúan individualmente a distintos tiempos.

3.3.5.- Detección automática.

Los sistemas de protección contra incendio automáticos, tienen la ventaja que operan combatiendo el fuego y avisan a una central de seguridad la acción que se está llevando a cabo. Esto se logra con la detección de flujo por las tuberías, debido a la apertura de los rociadores en la zona de incendio.

Con el mensaje de apertura de los rociadores, se cubre la necesidad de que los cuerpos de seguridad y bomberos, trabajen en las actividades de desalojo de personas y respaldar manualmente al sistema automático en el combate contra el fuego.

En este aspecto de detección automática se hace énfasis que el tiempo es la variable más desfavorable en un incendio. Para obtener la constante vigilancia en un posible fuego, es necesario que existan la prevención, detección y extinción. La detección automática por medio de la detección de flujo, es un complemento de la detección electrónica, porque opera cuando ya existe el fuego. (Ver anexo 1 y 2).

Los accesorios que detectan el fuego que se está combatiendo automáticamente, por medio del flujo en las tuberías son :

1.- Detectores de flujo. Estos consisten de una paleta que se instala en el interior de las tuberías principales. Cuando hay flujo, activa un circuito eléctrico que manda la señal a la central de seguridad y bomberos.

2.- Válvulas de alarma. Consisten de una válvula check especialmente diseñada para este fin, la que, al existir flujo, activa un circuito eléctrico y una alarma mecánica (GONG) por la circulación de agua en una pequeña turbina.

3.3.6.- Drenajes Auxiliares

Los drenajes para el Sistema de Protección contra Incendio son tuberías que se instalan para la descarga del agua durante las pruebas de las tuberías ramales más desfavorables. Dado que no contienen agua a presión, la especificación del material de las tuberías de drenajes auxiliares puede ser menos estricta, por ejemplo PVC tipo sanitario.

La descarga de agua en estas pruebas, se realiza hacia los drenajes, porque es agua con impurezas y sólidos (escamas) provenientes de la corrosión interna en las tuberías.

El diseño de los drenajes auxiliares se debe hacer de acuerdo con las normas N.F.P.A. 13-11.

3.3.7.- Hidrantes opcionales.

La norma N.F.P.A. 13, permite la interconexión del sistema de rociadores automáticos con hidrantes. Para este propósito, se debe diseñar considerando el abastecimiento de agua y presiones a los rociadores e hidrantes en uso simultáneo. Las condiciones de trabajo de los hidrantes los fija la norma N.F.P.A. 14 y los reglamentos fijados por las autoridades locales.

Para que los sistemas de detección y extinción de incendios sean lo más eficientes, deben contener elementos de acción automática y manual. Esto implica, que la probabilidad de propagación de las llamas se reduzca. Por esta razón, los hidrantes son un buen complemento durante el combate del FUEGO cuando operan sistemas automáticos de detección y extinción.

Un hidrante es un conjunto de elementos físicos, que tiene por objetivo extinguir manualmente un Incendio usando agua como agente extintor y dichos elementos son:

- 1.- Válvula angular, la cual se encuentra permanentemente cerrada, y está a presión con agua.
- 2.- Manguera, la cual se encuentra enrollada o doblada de forma especial para un extendido rápido y fácil.

3.- Chiflón, es el accesorio que descarga el agua a presión hacia las llamas. La aplicación puede ser de chorro o neblina. =

Estos tres elementos se encuentran alojados dentro de un gabinete especial. (Ver anexo 15).

3.3.8.- Elementos físicos del sistema contra incendio.

Son partes individuales, que al unirse conforman el gran sistema de protección contra incendio. En este numeral solo se hace mención de estos elementos, sin embargo en el numeral 5.3 se indica el uso, aplicación y especificación reglamentada de cada uno. Las partes que conforman el sistema se dividen en dos grupos :

1.- ACCESORIOS

- * Rociadores (Ver numeral 4.3).
- * Tuberías
 - * Cobre
 - * Acero galvanizado
 - * PVC tipo sanitario
 - * PVC tipo hidráulico
 - * Fierro negro
 - * Acero al carbón

- * Conexiones
 - * Codos
 - * Tee
 - * Bridas
- * Válvulas
 - * Compuerta
 - * Eliminadoras de aire
 - * Alivio
 - * Pie
 - * Alarma
 - * Reductoras de presión
 - * Globo
 - * Aguja
 - * Check
 - * Solenoides
- * Filtros
- * Manómetros
- * Placas de orificio
 - * Para reducir presión
 - * Como soporte físico para agua
- * Indicadores de flujo
- * Soportes

- ▾ Fijos
- ▾ Colgantes
- * Juntas
 - * Antivibratorias
 - * Flexibles
 - * Victaulic

2.- Equipos

- * Bombas (ver capítulo 4)
- * Interruptores de presión
- * Tableros eléctricos de control.

3.4 ROCIADORES (SPRINKLERS)

Los rociadores son los accesorios principales de la extinción del fuego en forma automática, dado que el objetivo de todos, es el de dispersar homogéneamente el agua. Las diferentes aplicaciones originan distintos tipos y tamaños de rociadores.

En este numeral se describe el funcionamiento básico de los rociadores, su diferentes tipos comerciales y características, para obtener los principales criterios de selección tanto de orden conceptual como de orden práctico.

3.4.1.- Funcionamiento de los rociadores automáticos.

Los rociadores automáticos, son dispositivos que distribuyen agua automáticamente sobre un fuego en cantidad suficiente para extinguirlo, o para impedir su propagación, en caso de que el foco inicial estuviera fuera de su alcance, o si el fuego fuese de un tipo que no se pudiera extinguir por medio del agua descargada por los rociadores. El agua pasa a las boquillas de descarga de los rociadores, a través de un sistema de tuberías, generalmente suspendido o elevado, estando los rociadores conectados a intervalos a lo largo de las tuberías.

Desde que empezó a emplearse este sistema, el comportamiento y la confiabilidad hacia los rociadores ha ido mejorando continuamente. Esto se debe a la experiencia adquirida y a las pruebas-ensayos que han hecho fabricantes y laboratorios reconocidos por las asociaciones de protección contra el fuego.

En 1952 y 1953 se realizó un cambio radical en la configuración de la descarga del agua de los rociadores que mejoró considerablemente su eficacia. En un principio, este tipo de rociador mejorado se llamó de "pulverización". En 1958 se convirtió en el "normal" (standard) y los modelos anteriores comenzaron a conocerse como tipo antiguo. La nueva configuración del deflector fue la principal característica que contribuyó a la mejora del nuevo rociador standard. (Ver anexo 16).

Los rociadores standard tienen generalmente el mismo aspecto que los de tipo antiguo, ya que poseen la misma estructura de enlace u otro mecanismo de activación. La principal diferencia entre los rociadores standard y los de tipo antiguo, radica en que la forma del deflector produce una pulverización más uniforme.

Para poder apreciar la simplicidad mecánica, la fiabilidad del funcionamiento y la imposibilidad de que actúen prematuramente, es necesario describir detalladamente los principios básicos del diseño y funcionamiento de los rociadores automáticos.

En condiciones hidráulicamente estáticas, la descarga de agua de los rociadores automáticos, se impide por medio de una caperuza o válvula, que se mantiene rigidamente unida al orificio de descarga, por medio de un sistema de palancas y de enlaces que la oprimen y la retienen firmemente.

Existen tres tipos de mecanismos, que operan permanentemente para impedir el flujo de agua a través del orificio de los rociadores. Dichos mecanismos son :

Primer mecanismo: Rociador automático standard de enlace fusible. Este actúa al fundirse una aleación metálica cuyo punto de fusión está predeterminado. Las diversas combinaciones de palancas, piés derechos, enlaces y otros miembros soldados, sirven para producir la fuerza que actúa sobre la aleación fusible de modo que el rociador se mantenga cerrado por medio de la

menor cantidad de metal que ofrezca la seguridad requerida. Así se reduce al mínimo el tiempo de actuación. (Ver anexo 16).

Segundo mecanismo: Rociador automático standard de enlace-bulbo. El pequeño bulbo de vidrio de este tipo de mecanismo, contiene un líquido pero no está totalmente lleno, puesto que queda atrapada en su interior una pequeña burbuja de aire. Al expandirse el líquido a causa del calor, la burbuja se comprime y finalmente el líquido la absorbe. Tan pronto como desaparece la burbuja, la presión aumenta rápidamente y el bulbo se rompe, soltando la caperuza de la válvula. La temperatura exacta de activación se regula graduando la cantidad de líquido y el tamaño de la burbuja al momento de sellarse el bulbo. (Ver anexo 17).

Tercer mecanismo: Rociador automático standard de enlace cápsula de fundente. En este mecanismo de activación, la cápsula se encuentra en un pequeño cilindro que tiene un pistón. Al comenzar un incendio, el fundente o metal eutéctico fundido, se escapa por los costados del pistón o émbolo que a continuación se mueve activando las partes del mecanismo que mantiene cerrada la caperuza.

En el anexo 15 se muestra la forma de actuación de los mecanismos de palanca o de enlace fusible de los rociadores automáticos. La presión mecánica que se ejerce normalmente en la parte superior de la caperuza o válvula, es mayor que la creada por la presión del agua que se encuentra por debajo, de modo que la posibilidad de fugas, incluso por efecto de golpe de ariete o por presiones de agua excepcionalmente altas, es prácticamente nula.

La presión mecánica se produce en tres efectos:

- 1.- El efecto del par de las dos palancas.
- 2.- El mecanismo de enlace
- 3.- La carga del fundente entre las piezas de enlace.

Unido a la estructura o cuerpo del rociador, existe un deflector o distribuidor contra el que se lanza el agua a presión y se convierte en una gruesa capa de pulverización calculada para que cubra o proteja una superficie dada. Cuando el rociador reacciona al calentamiento del aire que lo rodea, sus partes móviles funcionan y el agua se descarga a través del orificio del rociador contra el deflector. La cantidad de agua que se descargue, dependerá de la presión del caudal y de las dimensiones del orificio de descarga. (Ver numeral 3.4.3).

Debido a la forma del deflector, el chorro continuo de agua sale del orificio de los rociadores, se fragmenta y cae en una pulverización en forma de paraguas. Esta configuración es parecida a una media esfera formada por gotas de agua. Una característica de los rociadores normales, es la distribución de agua relativamente uniforme a todos los niveles por debajo de ellos.

La pulverización de los rociadores cubre una superficie circular uniforme, con un diámetro máximo, el cual está en función de la presión y el caudal.

La utilización de rociadores automáticos, implica que después de que se activaron y se controló el fuego, se debe de dar mantenimiento al sistema, el cual gira alrededor del cambio de rociadores usados por nuevos. Esto se debe de realizar de acuerdo a la norma N.F.P.A. 13-3.16.3, la cual explica que deben ser del mismo tipo y características del que había en su origen, y en la misma posición, para lo cual es necesario que el Departamento de mantenimiento, conserve los planos actualizados del sistema y un almacenamiento de rociadores en reserva.

3.4.2.- TIPOS DE ROCIADORES.

Los diferentes rociadores están clasificados por la N.F.P.A-13-3.16, según su aplicación:

A) ROCIADOR MONTANTE. (STANDARD SPRINKLER UPRIGHT S.S.U.). Estos rociadores están diseñados para que el chorro de agua sea dirigido hacia arriba contra el deflector.

B) ROCIADOR PENDIENTE. (STANDARD SPRINKLER PENDENT S.S.P.). Al contrario de los anteriores, estos dirigen el chorro de agua hacia abajo contra el deflector.

Los rociadores pueden instalarse respecto a la tubería que los alimenta en forma MONTANTE O PENDIENTE, fabricándose de ambos tipos, que deben montarse siempre en la posición que les corresponda. En el anexo 18, se observa las configuraciones de descarga de los rociadores Montantes y Pendientes. Anteriormente, la investigación para la mejor distribución del agua sobre la zona a proteger por cada rociador, incluía el concepto de humedecer el techo, bajo

la suposición de que la descarga del agua contra el techo era esencial para lograr la extinción del fuego. Las investigaciones posteriores demostraron que se podría lograr una extinción más efectiva y cubrirse una superficie mayor, dirigiendo toda el agua hacia abajo, tal como se maneja actualmente. Porque debido al efecto enfriador de la pulverización, se logra la disminución de la exposición del techo al calor.

C) ROCIADORES EN PARED. Diseñados para descargar la mayor parte del agua lejos de la pared más cercana, en una configuración parecida a un cuarto de esfera, con una pequeña parte de la descarga de agua dirigida a la pared, atrás de la regadera.

Este efecto se logra por el diseño del deflector, teniendo un alcance de 4.5 metros y por lo tanto mayor que los rociadores ordinarios (Montantes y Pendientes). Estos rociadores proporcionan protección adecuada en actividades de "Riesgo Ligero" (Ver numeral 3.4.4) donde se desea cuidar la estética y al mismo tiempo cubrir la zona específica. (Ver anexo 19-a).

D) ROCIADORES EN PARED CON CUBRIMIENTO AMPLIADO. Estos amplían la descarga direccionalmente, por lo que la configuración, es la mostrada en el anexo 19-b.

E) ROCIADORES ABIERTOS. A estos se les suprimió el sistema de actuación automática, para ser usados en sistemas de Diluvio. La configuración de la distribución del agua y de la densidad de la descarga de los sistemas abiertos, se calcula para que correspondan al riesgo que deben proteger.

F) **ROCIADORES RESISTENTES A LA CORROSION.** Se han desarrollado rociadores automáticos protegidos contra ambientes corrosivos, y se han realizado estudios por parte de laboratorios, acerca del valor de los distintos métodos de protección. Un cubrimiento total con cera cuyo punto de fusión esté bajo la temperatura a la que es sensible el rociador, es lo más usado en Estados Unidos. Se utilizan otros tipos de recubrimientos como plomo, cera-laca, cera-plomo, cera-cromo. Cualquier medida de protección contra la corrosión, no debe retrasar la función del fundente o alterar la configuración de la descarga del agua.

Los fundentes consisten de aleaciones que permiten detener el flujo de agua, los cuales tienen puntos de fusión perfectamente definidos. Esto se logra con combinaciones de plomo, cadmio y bismuto.

G) **BOQUILLAS.** Rociadores abiertos de distintos tipos, que están diseñados para dar una configuración especial que se requiera para un problema específico, tal como lluvia fina, lluvia abierta o lluvia direccional. (Ver numeral 9.4).

H) **ROCIADORES PENDIENTES TIPO SECO.** Son rociadores que se instalan en forma pendiente en sistemas de tubería seca.

I) **ROCIADORES MONTANTES TIPO SECO.** Igual a los anteriores pero se instalan en forma montante.

Estos dos anteriores rociadores, están diseñados para no permitir que el agua penetre en el tubo vertical del rociador después que circuló agua hacia la demanda de los rociadores siguientes en el ramal, para evitar que quede agua y se congele cuando el sistema se estabilizó. Este problema es más representativo en los rociadores que se instalan en forma pendiente, por lo que para los montantes, se puede omitir la válvula que permite el paso del agua. Esta válvula se encuentra en la conexión del ramal con el rociador. Los mecanismos sensibles al calor son adaptaciones de los que se emplean en los rociadores standard.

J) ROCIADORES ORNAMENTALES. Estos son de tipo decorativo, para lo cual están bañados o esmaltados como acabados superficiales, utilizando para ello cromo o zinc. Esto no debe afectar al funcionamiento de los rociadores automáticos.

K) ROCIADORES A RAS. Rociadores en los cuales todo su cuerpo está instalado dentro del falso plafond.

L) ROCIADORES EMPOTRADOS. Estos tienen todo el cuerpo dentro del falso plafond excepto el deflector.

M) ROCIADORES CAMUFLADOS. El cuerpo de ellos está totalmente dentro del falso plafond y cubiertas con una tapa.

El objetivo de los tres anteriores rociadores es con fines estéticos, sin que afecte su funcionamiento cuando exista un caso de incendio. La configuración especial de estos rociadores, hace que solo asomen el mínimo de las partes activas o móviles por debajo del falso plafond, o se oculten totalmente. Cuando existe un incendio, la tapa decorativa se cae a la temperatura de 47 Grados Centígrados, dejando expuestas las partes activas del rociador oculto y cuando estos detectan 74 Grados Centígrados activan el chorro de agua. La instalación de estos rociadores exige sea siempre calibrada la distancia del deflector cuando está en el interior del falso plafond, para que el chorro de agua alcance el área para lo que fue calculado.

N) ROCIADORES DE ESTILO ANTIGUO. Solo dirigen un 40% a 60 % de la descarga de agua hacia abajo, ya sea montantes o pendientes.

O) ROCIADORES RESIDENCIALES. Rociadores aprobados para ser usados en viviendas.

P) ROCIADORES INTERMEDIOS. Rociadores equipados con pantallas integrales para proteger sus elementos operativos contra la descarga de los rociadores instalados en niveles superiores. Estos se aplican en bodegas de gran altura, y se encuentran instalados a diferentes alturas en los racks de almacenamiento.

Q) ROCIADORES ESPECIALES. Pueden utilizarse rociadores especiales, los cuales consisten en mayores áreas de cobertura, espaciadas a mayor distancia de las especificadas en la Norma N.F.P.A. 13-4.2 y 13-4.5 (Ver numeral 5.2.4). Para tal uso, se deben de apoyar en campo técnicamente en pruebas para evaluar su distribución, humedecimiento de pisos y paredes, interferencias a la distribución por elementos estructurales y pruebas para caracterizar la sensibilidad de su respuesta.

R) ROCIADORES DE GOTA GRANDE. Las características de descarga del deflector de los rociadores de gota grande, generan gotas de gran tamaño y velocidades de chorro que permitan una penetración efectiva en el fuego. Estos rociadores se utilizan de acuerdo con las aplicaciones marcadas en la norma N.F.P.A. 13-9, por ejemplo:

- Plásticos no espumados con altura de 6.1 metros
- Papel ya sea enrollado o en pliegos con altura de hasta 10.4 metros

Todos los tipos de rociadores descritos, están diseñados bajo las siguientes propiedades:

- 1.- Todos son igualmente eficientes
- 2.- Se pueden intercambiar fácilmente, sin necesidad de desmontar tuberías.

3.- Las aplicaciones de los diferentes tipos, son para cubrir las necesidades técnicas y estéticas, en casos específicos.

Este amplio panorama de tipos de rociadores, es el producto de investigaciones, necesidades y al avance tecnológico.

3.4.3.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS ROCIADORES.

Los rociadores automáticos tienen tres características que los hacen versátiles y flexibles para su aplicación en diferentes sitios y riesgos.

1.- DIAMETRO DEL ORIFICIO DE DESCARGA. Cuando circula agua por un orificio de descarga, permite mayor o menor flujo dependiendo de la dimensión a presión constante.

2.- FACTOR K. Este valor es una constante de cada rociador, que implica el caudal de descarga de agua en función de la presión en el diámetro del orificio. Los fabricantes de rociadores, señalan como característica el Factor K, pues va implícito el rango de caudales de ese tipo de rociador. La fórmula es:

$$Q = K (P)^{1/2}$$

donde:

Q = Caudal en galones por minuto (GPM)

P = Presión en psig.

Estas características de descarga de los rociadores automáticos, se describen en el siguiente cuadro, de acuerdo a la clasificación de N.F.P.A.13-3-16.4:

Diámetro orificio nominal (mm)	Tipo de orificio	Factor K	% de descarga en relación a orificio de 12.7 mm	Tipo de rosca N.P.T. (mm)
6.36	Pequeño	1.3-1.5	25%	12.7
7.94	Pequeño	1.6-2.0	33.3%	12.7
9.52	Pequeño	2.6-2.9	50%	12.7
11.10	Pequeño	4.0-4.4	75%	12.7
12.70	Normal	5.3-5.8	100%	12.7
13.50	Grande	7.4-7.8	140%	19.1

3.- CODIGO DE COLORES. Los rociadores tienen colores que los identifican, de acuerdo a la temperatura de actuación, ya sea en los brazos que sujetan la caperuza o en el color del bulbo de vidrio.

La temperatura máxima de seguridad en el interior de un local, está más cercana a la temperatura de activación de los rociadores de bulbo o de cápsula fundente que a la de los

rociadores que funcionan con enlace fusible. Esto se debe a que el fundente comienza a perder su fuerza a una temperatura algo inferior a T_f de su punto de fusión.

La activación prematura de los rociadores de enlace fusible varía según la amplitud en que se excede la temperatura normal del local, la duración de esa temperatura y la carga que exista en las partes móviles del rociador.

El código de colores según la clasificación de la N.F.P.A. 13-3-16.6 se resume en la siguiente tabla:

CLASIFICACION	TEMPERATURAS DE ACTUACION (C)	TEMPERATURAS MAXIMAS EN EL TECHO (C)	COLOR EN EL FUSIBLE	COLOR EN EL BULBO
Ordinaria	57 a 77	38	Sin color	Naranja
Intermedia	79 a 107	66	Blanco	Amarillo
Alta	121 a 149	107	Azul	Azul
Extra Alta 1	163 a 191	149	Rojo	Púrpura
Extra Alta 2	204 a 246	191	Verde	Negro
Ultra Alta 1	260 a 302	246	Naranja	Negro
Ultra Alta 2	343	329	Naranja	Negro

La regla general es que no deben emplearse rociadores con clasificación de temperatura ordinaria donde las temperaturas normalmente exceden de 37.8 Grados Centígrados, para contar con un margen de seguridad adecuado.

Cuando existiese duda de las temperaturas máximas que pudieran producirse en el punto de instalación de un rociador, deben emplearse "Termómetros de Máxima", determinándose así la temperatura más desfavorable.

3.4.4 CRITERIOS PARA SELECCIONAR ROCIADORES.

Esta sección muestra las variables que hay que tomar en consideración, para la adecuada selección técnica del tipo de rociador, de acuerdo con las Normas N.F.P.A. 13. La aplicación de estos reglamentos se muestra en los capítulos 7, 8 y 9, con esto se cubre el aspecto teórico y práctico, para esta Ingeniería.

3.4.4.1.- Tipos de Riesgos.

Los tipos de riesgos que hay que considerar en los proyectos de rociadores automáticos, están clasificados por la N.F.P.A.-13 y son los siguientes:

RIESGO LEVE

Son las ocupaciones o sitios, en las que la combustibilidad de los materiales presentes es baja. Se podría esperar generaciones de calor relativamente bajas. Los ejemplos son:

- * Iglesias
- * Clubes
- * Aulas
- * Hospitales (Exceptuando laboratorios)
- * Museos
- * Oficinas
- * Residencias
- * Comedores
- * Hoteles
- * Teatros (Exceptuando escenarios)
- * Bibliotecas (Exceptuando grandes depósitos).

RIESGO ORDINARIO GRUPO 1

Esta categoría es para las ocupaciones o sitios donde la combustibilidad de los materiales presentes es moderada. El estibamiento de dichos materiales no debe exceder los 2.4 metros de altura y se esperaría generaciones de calor moderadas. Los ejemplos son los siguientes:

- * Estacionamientos
- * Panaderías
- * Fábricas de conservas
- * Proceso de productos lácteos
- * Plantas electrónicas
- * Fábricas de vidrio
- * Lavanderías
- * Areas de servicio de restaurantes.

RIESGO ORDINARIO GRUPO 2

Mismas características de la categoría anterior con excepción de que la altura máxima de estibamiento es de 3.7 metros. Los ejemplos son:

- * Molinos
- * Plantas químicas
- * Cuartos fríos
- * Dulcerías
- * Destilerías
- * Manufactura del Cuero
- * Bibliotecas con grandes depósitos

- * Talleres mecánicos
- * Industria metalmecánica
- * Imprentas y editoriales
- * Industria textil (hechura de prendas).
- * Industria tabacalera
- * Industria maderera

RIESGO ORDINARIO GRUPO 3

Este tipo de riesgo lo ocupan lugares donde la combustibilidad de los materiales presentes es alta, así como también existen en gran cantidad; por lo tanto se esperarían generaciones de calor altas. Los ejemplos son:

- * Industria de alimentos
- * Fábrica de pulpa de papel
- * Procesamiento de papel
- * Fábricas de llantas
- * Carpinterías mecanizadas
- * Talleres de reparación de automoviles
- * Depósitos de solventes

RIESGO EXTRA ALTO GRUPO 1

Son las instalaciones donde existen materiales con alta combustibilidad y se encuentran presentes en gran cantidad. Además hay poco material que produce incendios de gran generación de calor como son: líquidos inflamables, polvos o hilazas. Estas instalaciones son :

- * Areas donde se usa fluido hidráulico combustible
- * Estampadoras
- * Extrusoras
- * Manufacturas de enchapes y láminas de madera
- * Impresión (Utilizando tintas con punto de inflamación menor a 100 Grados Centígrados)
- * Recuperación, composición, secado, fabricación y vulcanización del caucho.
- * Aserraderos
- * Industria textil (Manejo de fibras textiles para fabricación de telas).

RIESGO EXTRA ALTO GRUPO 2

Son las instalaciones donde existen materiales con alta combustibilidad y se encuentran presentes en gran cantidad. Además hay demasiado material que produce incendios

de gran generación de calor como son: líquidos inflamables, polvos o hilazas. Estas instalaciones son :

- * Saturación con líquidos inflamables
- * Recubrimiento y encauchetado
- * Templado en aceite
- * Limpieza con disolventes
- * Inmersión en barnices y pinturas
- * Ensamble de casas móviles de materiales combustibles.

3.4.4.2 ESPACIO DE APLICACION EN EL ESPREADO.

El intervalo de operación del espray, está dado por las siguientes variables:

- 1.- Distancia entre rociadores.
- 2.- Area de cobertura.
- 3.- Altura del rociador.

DISTANCIA ENTRE ROCIADORES

A) ROCIADORES MONTANTES Y PENDIENTES

La distancia máxima y mínima de instalación entre rociadores, está fijado por la norma N.F.P.A. 13-4-2.

En el siguiente cuadro se muestran las distancias máximas reglamentadas:

Riesgos	Distancia máxima entre rociadores	Distancia máxima a las paredes
Leve y ordinarios	4.60 m	2.30 m
Extra Altos	3.70 m	1.85 m

La distancia mínima entre los rociadores, debe ser tal que trazando círculos de acuerdo al área de cobertura, no queden zonas desprotegidas.

Cuando se instalan rociadores con tubería visible, como en naves industriales, la distancia de los rociadores, respecto al techo, es importante, porque cuanto más cerca estén, antes entrarán en acción. Esto es debido a que el aire cercano al techo permanece estático, ya que el calor que recibe en esa posición es continuo y acumulable en poco tiempo. Este fenómeno lo representa la gráfica del anexo 26, a una pulgada de distancia al techo actúan los rociadores a los 55 segundos y a 12 pulgadas actúan a los 110 segundos.

Por otra parte, no es conveniente acercar demasiado los rociadores al techo, porque pueden causar interferencias a los rociadores cercanos, al salpicar contra elementos estructurales

de los techos de naves industriales. Para evitar dichas interferencias a la actuación, la norma N.F.P.A. 13 capítulo 4 marca las distancias a los techos y elementos estructurales, dependiendo de los materiales de construcción y diversas formas de construcción de los techos.

B) ROCIADORES EN PARED (ROCIADORES LATERALES)

El siguiente cuadro muestra las distancias reglamentarias para la instalación de este tipo de rociadores, según N.F.P.A. 13-4-5.

Riesgos	Distancia máxima entre rociadores	Distancia máxima a las paredes
LEVE	4.30 m	0.152 m
ORDINARIOS	3.05 m	0.152 m

La distancia mínima entre rociadores laterales debe ser tal que dibujando a escala el esparado, de acuerdo al área de cobertura y ángulo, no queden zonas desprotegidas.

AREA DE COBERTURA

A) Area máxima de cobertura por rociador.

El diseño y construcción de los rociadores, implica que la cobertura de los de un mismo tipo, sea igual. En el desarrollo de un proyecto de protección contra incendio, esta variable está fijada por la norma N.F.P.A. 13-4.2.2, en función del tipo de riesgo. Esto se visualiza en el siguiente cuadro:

TIPOS DE RIESGOS	AREA MAXIMA DISEÑO POR TABLAS (m ²)	AREA MAXIMA DISEÑO HIDRAULICO. Ver numeral 3.3.4.3 (m ²)
RIESGO LEVE	18.5	21.0
RIESGOS ORDINA- RIOS, GRUPOS 1, 2 y 3	12.0	12.0
RIESGOS EXTRA ALTOS, GRUPOS 1, 2 y 3	8.4	9.3

B) Area remota de diseño.

El área remota de diseño, es la más desfavorable hidráulicamente, la cual está cubierta por varios rociadores dependiendo del tipo de riesgo. En el cálculo del sistema global, se puede tomar una o más áreas remotas a proteger, de acuerdo al criterio del diseñador.

La norma N.F.P.A. 13-2-2.1.2.9, establece que para los riegos leve y ordinario el área remota mínima es de 139 m²(1500 pie²), mientras que para los extra altos es de 232

m²(2500 pie²). Ver anexos 20, 21, 22, 23, 24 y 25; donde se observan las curvas de densidad de espray en función del área remota. Notese en las gráficas que entre mayor es el riesgo, mayor es la cantidad de agua que se necesita rociar.

ALTURA DEL ROCIADOR

La acción del rociador puede verse retrasada por la existencia de una distancia excesiva entre los rociadores y los materiales combustibles que se encuentran al nivel del piso. Al elevarse los productos de la combustión calientes, el aire de la atmósfera circundante se mezcla con los gases de modo que la temperatura de la mezcla disminuye.

Otra consecuencia de dicha altura, es la de no obtener una densidad de descarga de agua correcta, debido a la apertura a distintos tiempos de los rociadores, ya que el movimiento ascendente de los productos de la combustión, crea condiciones de temperatura y de corriente de aire que impiden o dificultan que el agua pulverizada penetre al fuego.

Las experiencias al respecto, en los laboratorios de la FACTORY MUTUAL (FM) ver numeral 3.5.1, han demostrado que la relación existente entre las diferentes alturas y presiones del agua, rigen la densidad y el grado de atomización del agua pulverizada.

Las pruebas han demostrado que no es efectivo aumentar la presión del agua para compensar alturas excesivas. El agua finamente pulverizada que tenga que descender atravesando

la fuerte corriente ascendente de un incendio, es retardada por la velocidad ascendente de los gases de incendio y consecuentemente el tamaño de las gotas pulverizadas se reduce continuamente por la evaporación.

Los UNDERWRITERS LABORATORIES (UL) ver numeral 3.5.2, motivados por el incendio declarado en enero de 1967 en una sala de exposiciones (McCormack Place), se dedicaron a realizar ensayos, los que demostraron que una densidad de 0.20 GPM/pie², procedente de rociadores instalados a alturas de techo entre 9 y 15 metros, fue suficiente para controlar un fuego de las características de dicho incendio. Las condiciones en que se realizó la prueba simulaban cabinas y puestos de exhibición que representaban una carga de materiales combustibles de entre 75 y 100 kg/m². Estas pruebas indicaron que la proporción de rociadores que se abren durante un fuego, aumentan proporcionalmente con la altura del techo, suponiendo una densidad de descarga constante. Por lo que mayores cargas de fuego, exigen correspondientemente mayores densidades de descarga de agua. Ver anexos 20 al 25.

3.4.4.3. CONDICIONES DE OPERACION

La acción de espray de los rociadores está gobernada por las siguientes variables:

- 1.- PRESION
- 2.- CAUDAL
- 3.- TEMPERATURA DE ACTUACION

Los rociadores están hidráulicamente estáticos la mayor parte del tiempo. Dependiendo de la temperatura, la actuación empieza en cualquier instante, y hasta ese momento las condiciones de operación dinámica resaltan sobre la operación de los rociadores.

La Presión y el Caudal están relacionadas por la siguiente expresión matemática:

$$Q = K (P)^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal en Galones por minuto

K = Constante de orificio

P = Presión en Psig

La presión hidráulica mínima para el rociador más desfavorable según N.F.P.A. 13 7-4.3.2 es 7 psig.

El caudal mínimo, debe ser el que resulte de la siguiente expresión:

$$Q = D * A$$

Donde:

D = Densidad en GPM/ft²

A = Area en ft²

3.4.4.3.1 EJEMPLO DE CALCULO PARA SELECCION DE UN ROCIADOR.

BASES TECNICAS DE SELECCION:

- 1.- Tipo de riesgo : ORDINARIO GRUPO 1
- 2.- Area por rociador : 150 pies² (12 m²)
- 3.- Presión de descarga: 7 lbyulg²
- 4.- Area remota: la mínima
- 5.- Tipo de zona: estacionamiento techado

DESARROLLO:

De la gráfica del anexo 21, correspondiente a la curva de densidad para el tipo de riesgo especificado, se observa que el área remota mínima es de 1500 pies², con una densidad de 0.16 GPM/pies², lo que resulta como :

$$Q = 150 \cdot 0.16 = 20.8 \text{ GPM (1.31 lps)}$$

$$K = 20.8/7 = 7.86$$

El tránsito en una zona de estacionamiento cubierto es continuo, por lo que conviene instalar rociadores montantes. El rociador comercial que se ajustó a las bases de selección es:

TIPO : MONTANTE (UPRIGHT)

CUERDA N.P.T. DE 12.7 mm (1/2 PULG).

DIAMETRO DE ORIFICIO: 13.5 mm (17/32 PULG).

CONSTANTE DE ORIFICIO: 7.96

TEMPERATURA DE OPERACION: 74 Grados Centígrados. CLASIFICACION ORDINARIA

Por lo tanto el caudal corregido es :

$$Q = 7.96 \times 7 = 21.06 \text{ GPM (1.32 lps)}$$

3.5 APROBACIONES RECONOCIDAS MUNDIALMENTE DE ACCESORIOS Y EQUIPOS

Para tener la certeza de que los equipos, accesorios y tuberías que componen la instalación física de un sistema automático de protección contra incendio, son confiables; existen instituciones que se dedican a la prevención, lucha contra incendios, pruebas y ensayos a dichos elementos en sus laboratorios.

3.5.1 FACTORY MUTUAL SYSTEM (FM) .

Esta institución con sede en Boston Massachuset, E.U.A., está compuesta por cuatro grandes mutualidades de seguros. Se fundó en 1835, para dar una protección mutua de seguro contra incendios en grandes propiedades industriales y comerciales en los E.U.A. y Canadá, pero en la actualidad tiene objetivos multinacionales. Su función primordial es la de reducir al mínimo los daños por incendio y daños extensivos, pérdidas de beneficios y dar seguro, por medio de inspecciones de prevención de daños en las plantas, investigación y servicios de consulta para sus asegurados.

Es reconocida por sus servicios de ensayos y homologaciones. Hay dos clases generales de productos que figuran en la guía de aprobación de FM:

- 1.- Los que se utilizan para combatir o prevenir los daños a la propiedad.
- 2.- Los que presentarían riesgos graves por sí mismos, si no se diseñan adecuadamente.

La FM tiene un equipo de investigación que se compone de tres grupos:

GRUPO 1.- Investigación básica; cuyos objetivos son obtener información relativa a las fases iniciales del incendio, su detección y forma de extinción. Las teorías que desarrollan, tratan de conducir a nuevos métodos de prevención y control de daños.

GRUPO 2.- Investigación aplicada; se ocupa de mejoras en la eficacia de los sistemas de protección contra incendios, estudios de configuración de incendios, ensayos de combustión de almacenamiento en estanterías y almacenamiento de plásticos, nuevos agentes y sistemas de supresión de incendios, ignición e inflamabilidad de los materiales, así como diseño y valoración de costos de sistemas eficaces en sistemas de protección contra incendios.

GRUPO 3.- Aprobaciones; este somete los equipos y materiales a unos ensayos rigurosos para determinar que los dispositivos sometidos por los fabricantes trabajarán de manera fiable y que los materiales pueden superar pruebas con fuego que demuestren una inflamabilidad baja aceptable. Anualmente se edita una guía de aprobaciones.

La aprobación de Factory Mutual System se aplica a un producto que haya sido ensayado de acuerdo a las normas de FM, y se haya encontrado utilizable para aplicación general, sujeto a las limitaciones que se especifiquen en la aprobación. La aceptación se refiere a una instalación específica o a una disposición de equipos o materiales.

Las instalaciones que incorporen dispositivos aprobados, y que se encuentren satisfactorios los proyectos con el trabajo terminado son aceptadas, por lo que informan a la aseguradora que todo está conforme a normas y reglamentos. En caso de que la FM encontrara alguna omisión o anomalía, esta se debe de corregir o de lo contrario no autorizan la operación del lugar. Esto puede ser grave porque origina pérdidas económicas a la planta de proceso, servicios o edificios.

3.5.2 UNDERWRITERS LABORATORIES, INCORPORATION (UL).

Esta asociación sin fines de lucro, tiene sede en Chicago, Illinois, E.U.A.. Tiene como objetivo la promoción de la seguridad pública, mediante la conducción de investigación científica, estudios, experimentos y ensayos, para determinar la relación de diversos materiales, dispositivos, productos, equipos, construcciones, métodos y sistemas respecto a los riesgos. Lo anterior va enfocado a la protección de vidas y propiedades, así como asegurar, definir y publicar normas, clasificaciones y especificaciones para materiales, dispositivos, productos, equipos, construcciones, métodos y sistemas, así como la información que tienda a reducir o evitar los daños personales, pérdida de vidas y daños a la propiedad, provenientes de tales riesgos.

U.L. publica anualmente listas de fabricantes, cuyos productos fueron ensayados y resultaron aceptables dentro de las normas correspondientes y que se someten a una de las formas de seguimiento establecidas.

El servicio de seguimiento está previsto como una comprobación de los medios que el fabricante utiliza para determinar que el producto cumple los requisitos de los laboratorios. Dentro de este servicio de seguimiento, el fabricante puede utilizar etiquetas, marcas, u otras señales autorizadas, para aquellos productos que están de acuerdo con los requisitos del laboratorio.

Los representantes de los laboratorios efectúan inspecciones de los productos en fábrica y seleccionan muestras para ser examinadas en sus laboratorios. Si los ensayos practicados revelan anomalías, entonces se pide al fabricante que corrija ese elemento o que retire la etiqueta.

APROBACIONES PARA INCENDIO

Los fabricantes de rociadores, bombas y accesorios, utilizan como apoyo promocional, la edición de sus productos en catálogos técnicos haciendo referencia a las aprobaciones acreditadas por las corporaciones antes mencionadas.

En forma general, se considera que entre más aprobaciones tenga el producto, es más confiable. Los equipos que están acreditados con aprobaciones portan las etiquetas, de UL y FM.

Ver anexo 27.

Los productos con aprobaciones, resultan ser de costo más elevado, que los que no los portan. Sin embargo las aseguradoras exigen que los equipos que se instalen estén aprobados, para poder otorgar el abanimiento de la prima, porque consideran que este tipo de equipos trabajan eficientemente en el momento de extinción de un incendio.

CAPITULO IV

SISTEMAS DE BOMBEO

Las bombas de servicio contra incendio, se emplean para proporcionar los caudales y las presiones necesarias, como medio de suministro de agua a las instalaciones en los interiores de un predio, ya sea una planta de procesos, planta de servicios o cualquier tipo de edificación. Su diseño y construcción es especial, por lo que las hace exclusivas para el servicio de suministrar agua contra incendio.

4.1 CONDICIONES DE OPERACION DE LAS BOMBAS CONTRA INCENDIO.

El accionamiento de las bombas contra incendio debe ser totalmente automático. Esto se logra manteniendo todo el sistema a presión, es decir, el agua estática que va desde las válvulas check de las bombas hasta el último rociador está presurizada.

La variable que manda el arranque de las bombas contra incendio, es la caída de presión, que es de dos tipos:

- 1.- Caída de presión debida a fugas en las tuberías. Esta no es representativa como para que se active la bomba principal, porque las fugas generan una caída de presión en forma diferencial.
- 2.- Caída de presión debida al accionamiento de un rociador o algún hidrante. Esto se realiza de manera súbita.

El accesorio que detecta la caída de presión es el interruptor de presión. Este se calibra para mandar el accionamiento de la bomba, fijando la presión de arranque y la presión

de paro. Cada bomba cuenta con su propio interruptor de presión, el cual se instala a la descarga.

El principio del accionamiento de las bombas es:

1.- BOMBA DE SERVICIO PRINCIPAL, en la cual la flecha del impulsor se encuentra acoplada a un motor eléctrico. Debe estar diseñada para proporcionar la presión y el caudal máximo de diseño del sistema.

2.- BOMBA DE SERVICIO DE EMERGENCIA, en la cual la flecha del impulsor se encuentra acoplada a un motor de combustión interna. El principio de funcionamiento de esta bomba, es para que accione exclusivamente cuando la energía eléctrica se suspende, lo cual es común cuando existe un incendio. Por lo tanto, con el empleo de esta bomba, se cubre la necesidad de soportar la demanda de agua en caso que la bomba de servicio principal no funcione. Debe estar diseñada para dar la presión y el caudal máximos de diseño.

3.- BOMBA JOCKEY, en la cual la flecha del impulsor se acopla a un motor eléctrico. Esta bomba se utiliza para poder suministrar presión al sistema. Por lo tanto esta bomba compensa las caídas de presión debidas a fugas en el sistema. Debe estar diseñada para dar la máxima presión de diseño y el 10 % del caudal.

Al igual que los rociadores, las bombas contra incendio están reglamentadas por la N.F.P.A. en el panfleto # 20, denominado "Instalación de Bombas de Incendios". Las normas N.F.P.A. para el proyecto y la instalación de los diversos sistemas de protección contra incendios recomiendan el empleo de equipo aprobado y certificado, incluyendo las bombas de incendios en las instalaciones que las necesiten.

De acuerdo con lo anterior, el fabricante está obligado a entregar las bombas certificadas, aprobadas, ensayadas en fábrica y que cumplan satisfactoriamente una vez instaladas.

4.2 TIPOS DE BOMBAS Y FUNCIONAMIENTO.

Las primeras bombas de incendio eran aspirantes e impelentes, de rueda y manivela, movidas por una correa de transmisión conectada a algún tipo de maquinaria industrial. Si el funcionamiento de la fábrica se detenía durante un incendio, la bomba quedaba fuera de servicio. Este tipo de protección era inadecuado, pues dejaba fuera la seguridad en caso de incendio.

Al extenderse el empleo de la protección por medio de rociadores automáticos, se necesitó al mismo tiempo mejorar el sistema de suministro de agua, y el tipo de bombas antes descrito fue sustituido por bombas de desplazamiento, movidas por una transmisión de ruedas

horizontales por medio de caída hidráulica que suministraban energía a la planta. Posteriormente, se sustituyó la caída hidráulica por el vapor.

En la actualidad la bomba contra incendios que se usa normalmente es de tipo centrífugo. Esto es por las siguientes ventajas:

- Fácil mantenimiento
- Solidez en la carcasa
- Representatividad de las características hidráulicas.
- Variedad de formas de accionamiento

Los tipos de bombas que están reglamentadas por la N.F.P.A. 20 son:

- * Bombas centrífugas horizontales
- * Bombas centrífugas verticales
- * Bombas Verticales tipo turbina (Pozo profundo)

Los tipos de accionamiento son:

- * Motor eléctrico
- * Motor de combustión interna
- * Turbina de vapor

BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTALES Y VERTICALES

Los dos componentes principales de las bombas centrifugas son el impulsor y la carcasa que lo contiene. El principio del funcionamiento es la conversión de la energía cinética en energía de velocidad y presión. La energía del motor se transmite directamente a la bomba por su eje, haciendo girar al impulsor a gran velocidad. Dependiendo del diseño del impulsor, se logra relacionar el caudal y la presión que ofrece la bomba, manteniendo la velocidad del motor constante, lo cual es una característica destacable de las bombas centrifugas. (Ver anexo 30).

BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA

Las bombas verticales tipo turbina se emplean originalmente para elevar agua de pozos profundos. Como bombas contra incendios, se recomiendan para aquellos casos en que las bombas horizontales trabajarían con una presión de aspiración (NPSH) restringida. Este tipo de bombas consisten principalmente en :

(Ver anexo 31)

- 1.- Acoplamiento flexible para el motor
- 2.- Engranaje de accionamiento
- 3.- Orificio de descarga
- 4.- Columna de aspiración

MOTOR ELECTRICO

Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla, ya sea abiertos, de tipo para intemperie, cerrados, o a prueba de explosión, de acuerdo con el ambiente en que se utilicen. Las características de los motores eléctricos están reglamentadas en N.F.P.A.20-5.6, y se basan en las normas N.E.C. (National Electrical Code).

MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Los motores de combustión interna pueden utilizar como combustibles: Gasolina, Diesel, gas natural o licuado. Debido a la altura sobre el nivel del mar, deberán ser calculados sobre la base que pierden 3% de su potencia por cada 305 metros de altura sobre el nivel del mar. En el capítulo 8 del reglamento N.F.P.A. 20 se encuentran los requerimientos de instalación de motores de combustión interna, en donde se especifica como norma principal, que no se deben instalar motores cuya ignición sea por bujías.

TURBINA DE VAPOR

Es aceptable accionar las bombas de incendios con turbinas, cuando exista un suministro seguro y adecuado de vapor de agua. Solo se aceptan máquinas aprobadas para este fin. La velocidad nominal no debe exceder de 3600 RPM, porque ésta es la velocidad máxima de las bombas contra incendio certificadas. Las reglamentaciones para instalar turbinas de vapor están listadas en la norma N.F.P.A. 20 capítulo 10.

4.2.1.- CURVAS CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS

Las condiciones de operación de las bombas centrífugas se resumen en curvas que relacionan las siguientes variables:

- 1.- Carga dinámica total en unidades de presión.
- 2.- Caudal
- 3.- Eficiencia
- 4.- Potencia en HP
- 5.- Velocidad del motor en RPM
- 6.- Presión de aspiración positiva neta (NPSH)
- 7.- Diámetro del impulsor
- 8.- Diámetro de descarga
- 9.- Diámetro de succión

Un ejemplo se encuentra en el anexo 28, el cual corresponde a las siguientes características:

VELOCIDAD DEL MOTOR = 3500 RPM

POTENCIA DEL MOTOR = 60 HP

DIAMETRO DEL IMPULSOR = 6.5"

DIAMETRO DE SUCCION = 8"

DIAMETRO DE DESCARGA = 3"

Ver numeral 4.2.4 para condiciones reglamentadas de operación:

Al 100% de Q v 100% de H:

Q = 31.55 lps

H = 78 m c.a.

NPSH = 5 m c.a.

Eficiencia = 74 %

Al 150% de Q v 65% de H:

Q = 47.32 lps

H = 50.7 m c.a.

NPSH = 8.2 m c.a.

Eficiencia = 63 %

4.2.2 .- FENOMENO DE CAVITACION

La cavitación se produce por la acción de burbujas contenidas en el líquido, en forma de múltiples golpes de ariete, contra el impulsor. Dichas burbujas se pueden deber a entrada de aire en la succión o al desprendimiento de vapor del líquido, debido a una presión en la bomba menor al desprendimiento de vapores. Aunque la presión de vapor no se produce representativamente para agua, la cavitación es lo que menos se desea en cualquier tipo de

bomba, por lo tanto, en las bombas contra incendio es más delicado. La cavitación puede producir la reducción del rendimiento, lo que cambia la curva original de la bomba e incluso produce la descompostura total de la bomba.

4.2.3.- LEYES DE AFINIDAD DE LAS BOMBAS

Las relaciones matemáticas entre presión o altura, caudal, potencia efectiva y diámetro del impulsor, se llaman leyes de afinidad. En la ley 1, la variable diámetro del impulsor permanece constante. En la ley 2, la variable velocidad radial permanece constante. Estas leyes se expresan como:

LEY 1

$$Q_1/Q_2 = N_1/N_2 \quad , \quad H_1/H_2 = N_1^2/N_2^2 \quad , \quad HP_1/HP_2 = N_1^3/N_2^3$$

LEY 2

$$Q_1/Q_2 = D_1^3/D_2^3 \quad , \quad H_1/H_2 = D_1^2/D_2^2 \quad , \quad HP_1/HP_2 = D_1^5/D_2^5$$

Donde:

Q = Caudal

H = Carga dinámica

N = Velocidad radial del impulsor

D = Diámetro del impulsor

HP= Potencia efectiva

La ley 1 es aplicable a las bombas de tipo común, incluyendo las centrifugas horizontales y verticales tipo turbina para incendios. La ley 2 se aplica a las bombas centrifugas que tengan una coincidencia muy ajustada entre las características calculadas y las demostradas en pruebas.

Generalmente, las bombas con velocidades específicas bajas, muestran mayor coincidencia que las bombas con velocidades específicas altas.

Las leyes de afinidad se deben de aplicar cuando se realicen las pruebas en campo para la aceptación de las mismas, así como para cuando sea necesario realizar cambios en una instalación fija de bombas contra incendios.

4.2.4.- CRITERIOS Y NORMAS PARA SELECCION DE BOMBAS

Dado que las bombas contra incendios deben ser de diseños y construcción especial, los criterios y normas para selección son más estrictas que para la selección de una bomba para otro servicio.

Los criterios que se enlistan a continuación son los usados en la práctica :

- 1.- Que sean bombas que tengan cuando menos una aprobación.
- 2.- Eficiencia Mínima del 65 % en el intervalo de operación.
- 3.- Altura máxima de succión de 3 metros.
- 4.- La ecuación básica que relaciona las principales variables es:

$$\text{BHP} = (Q * H) / (76 * E)$$

Donde :

BHP = Potencia al freno en HP (Horse Power)

Q = Caudal en litros por segundo

H = Carga dinámica total en metros de columna de agua

E = Eficiencia en fracción (adimensional)

5.- En el capítulo II del panfleto 20 de la Norma N.F.P.A., se enlistan los requisitos para realizar las pruebas de funcionamiento de las bombas. Se debe realizar una curva de las pruebas y verificarla contra la curva del fabricante, de tal forma que se satisfaga la ecuación en los puntos más representativos.

Las normas de selección son:

A) CAUDAL CERO. Estando la bomba funcionando a la velocidad nominal y cerrada la válvula de descarga, la presión total de una bomba centrífuga horizontal no debe exceder del 120 % de la presión nominal al 100% de capacidad. En las bombas verticales, la presión total con caudal cero no debe exceder del 140 % de la presión nominal al 100 % de capacidad. El punto de caudal cero representa la máxima presión total permisible, de otro modo, la bomba tendría una curva ascendente o convexa, lo que no es válido, ya que podría haber dos puntos de caudal distintos para una misma presión.

B) VALOR NOMINAL. Este punto representa el de cálculo del sistema particular que se trate, al 100% de Q y 100% de H. El valor nominal de caudal para una bomba debe ser el ajustado de acuerdo con los valores de la Norma N.F.P.A. 20-2-19, los cuales se muestran en el anexo 29.

C) VALOR DE SOBRECARGA. Al 150% del valor nominal de Caudal, no debe ser inferior al 65% de la presión nominal. Las bombas certificadas cuentan con un margen importante por encima del punto teórico de sobrecarga, para evitar que el punto de cavitación esté inmediatamente después.

4.2.5.- PRUEBAS PERIODICAS DE LAS BOMBAS Y MANTENIMIENTO

La N.F.P.A. 20 en el capítulo 11, denominado "Aceptación, operación y mantenimiento de Bombas", indica las pruebas que deben realizarse para el buen funcionamiento de tan importantes equipos.

Las pruebas de las bombas de incendios se llevan a cabo anualmente para constatar que funcionan adecuadamente, así como para corregir y ajustar las deficiencias que se encuentren. El funcionamiento de las características hidráulicas de las bombas, se realiza de las siguientes formas:

- A) Verificando los tres puntos principales antes mencionados
- B) Accionando hidrantes
- C) Descargando los drenes de las tuberías de los rociadores.

UN SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS SOLO ACTUARA EN UNA SITUACION DE EMERGENCIA SI SE MANTIENE EN BUEN ESTADO. Es aconsejable

que exista un operador capacitado, para dar el mantenimiento al sistema y realizar semanalmente una prueba descargando agua desde alguna salida conveniente. El enfriamiento y la lubricación de las bombas centrífugas, depende de la existencia de agua en la bomba, por lo que es conveniente revisar periódicamente que la bomba esté cebada, y no permitir el accionamiento cuando no este llena la carcasa. También debe comprobarse siempre el sentido de giro de la bomba y su velocidad de funcionamiento.

4.3 CALIDAD DEL AGUA Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.

4.3.1. CALIDAD DEL AGUA CONTRA INCENDIO

El agua que se utiliza para cubrir la demanda necesaria en un incendio, permanece estática tanto en tuberías como en tanques o sistemas.

Las consecuencias que provoca el estancamiento de agua son:

- a) La corrosión en tuberías o en tanques metálicos
- b) La proliferación de hongos y bacterias

Estos procesos naturales, son indeseables, porque pueden obstruir las tuberías en el momento de activar el sistema de Protección contra Incendio.

Para evitar que esto llegue a ocurrir, se analizan los siguientes criterios :

- A) Fuente de Abastecimiento
- B) Tipo de Tratamiento en Agua Almacenada
- C) Mantenimiento en las tuberías

En términos generales se dan las siguientes reglas:

- 1) Si la fuente de abastecimiento no es el agua proporcionada por el municipio, será necesario dar un tratamiento al agua, el cual se debe evaluar para cada caso.
- 2) Si el almacenamiento de agua está en un tanque exclusivo para el servicio de agua contra incendio, será necesario dar un tratamiento al agua en forma periódica, el cual se debe evaluar según el caso. Cuando el agua contra incendio, está almacenada en la parte inferior de la sistema de agua de servicios, solo es necesario inducir la reposición constante sin variar el volumen reservado para un incendio.
- 3) El mantenimiento en las tuberías es de dos tipos:
 - a) Cuidado interno, se logra lavando las líneas, para lo cual se descarga agua por hidrantes y por las líneas de prueba de los rociadores en forma periódica.
 - b) Cuidado externo, el cual se logra con recubrimientos externos y protecciones catódicas.

4.3.2 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Dado que esta tesis pretende ser de carácter práctico y para su aplicación en México, a continuación se explican las normas Mexicanas y de la N.F.P.A. para el cálculo de almacenamiento de agua contra incendio.

La capacidad de agua que se debe incluir en el proyecto en particular, no se debe contraponer con las normas mencionadas.

- Cálculo de Capacidad de almacenamiento de acuerdo al Reglamento de Construcciones del D.D.F., correspondiente a la sexta edición publicada en 1989 por ediciones Andrade.

El Artículo 122 de este reglamento indica que debe ser 5 l/m² construido, y la capacidad mínima debe ser de 20,000 litros.

Aunque esta norma solo considera el combate contra incendio, por medio de Hidrantes, se considera esta capacidad como mínima.

- Cálculo de la Capacidad de Almacenamiento de acuerdo a N.F.P.A.

El tiempo considerado debe ser de acuerdo a la N.F.P.A. norma 13-2-2.1.1. , que se muestra en el siguiente cuadro:

RIESGO	TIEMPO DE COMBATE
	(minutos)
LEVE	30
ORDINARIO 1	60- 90
ORDINARIO 2	60- 90
ORDINARIO 3	60-120
EXTRA ALTO 1	90-120
EXTRA ALTO 2	120

La fórmula para determinar esta capacidad es la siguiente :

$$\text{VOLUMEN} = Q_{\text{sumada}} \cdot \text{tiempo}$$

$$\text{VOLUMEN} = \text{Gal/min} \cdot \text{min}$$

Generalmente la mayor capacidad requerida para el almacenamiento de agua contra incendio, resulta mayor con el cálculo por la norma N.F.P.A. Esto es debido a que en México no es obligatorio el uso de Rociadores Automaticos y por lo tanto el cálculo de capacidad de agua elaborado con las normas del Reglamento de Construcciones del D.D.F. es menor que lo dispuesto por la norma N.F.P.A..

Por lo anterior, la capacidad de agua contra incendio a especificar en cualquier proyecto, debe ser siempre la mayor.

CAPITULO V

DOCUMENTOS DE PROYECTO

Para poder transmitir la solución propuesta a un problema como es la Protección contra Incendio en un lugar específico, es de suma importancia generar información en documentos legales para el desarrollo de esta Ingeniería. Dichos documentos son la base y el apoyo técnico-económico para la construcción, buen funcionamiento y mantenimiento del sistema diseñado, así como para, llegado el caso, deslindar jurídicamente las responsabilidades.

5.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Este documento tiene el objeto de describir como funcionara el sistema de Protección contra Incendio que se desea implementar, mencionando el tipo de lugar a proteger, los criterios de diseño y los componentes del sistema, ya que es la base de datos tanto para las compañías que coordinan, supervisan e instalan el montaje de las instalaciones, así como para el personal de mantenimiento que estará a cargo del sistema.

5.1.1 INFORMACION GENERAL

Al desarrollar una memoria descriptiva, se indica el tipo de edificación o lugar que se desea cubrir, desglosándolo por zonas, según el riesgo que se considere, así como el área y la altura de cada zona.

3.1.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Se recomienda realizar un estudio de alternativas para el tipo de distribución del sistema en particular, para lo cual se evalúa cada una y se califican, según las características involucradas.

Una vez encontrada la mejor opción, se describen las partes que lo conforman, como son:

- Número de subsistemas
- Número de áreas remotas
- Caudal nominal por subsistema
- Caudal nominal del sistema
- Presiones dinámicas por subsistema
- Presión dinámica del sistema
- Riesgos involucrados

MÉTODOS DE CÁLCULO. Al respecto, se debe hacer mención a las ecuaciones utilizadas en el cálculo hidráulico y los criterios utilizados para selección de diámetros de tuberías, así como las normas utilizadas para desarrollar el proyecto.

Otros puntos a describir son los componentes físicos del sistema y el tipo de suministro del agua.

COMPATIBILIDAD CON ALARMAS. Es necesario hacer la descripción del funcionamiento de extinción automática enlazado con el sistema de alarmas, para integrar ambos sistemas, con el objeto de abarcar un aspecto más amplio en la Seguridad.

5.2 MEMORIA DE CALCULO

Esta sección corresponde al desarrollo de cálculos hidráulicos y de apoyo, en concordancia con lo marcado en la memoria descriptiva. Se presenta como punto de partida el cálculo puramente hidráulico en una red de hidrantes, con el fin de comprender el desarrollo de cálculos de sistemas de Rociadores en su primera etapa. Posteriormente se presentan los cálculos hidráulicos aplicados en sistemas de Rociadores en un solo ramal, después en un sistema completo, y posteriormente los criterios de cálculo para optimizar el sistema, abatiendo diámetros de tuberías hasta donde sea posible, y por consecuencia bajar el costo de materiales. Esta optimización solo se puede realizar cuando el problema en particular lo permite.

Los cálculos de apoyo son adicionales en este tipo de proyecto, pues no corresponden exactamente al cálculo puro de sistemas de rociadores con tubería húmeda, sin embargo, aportan información importante para lograr el objetivo de desarrollar un proyecto completo.

Por último se llega al cálculo del sistema de Bombeo con el fin de especificarlo para bombas de línea.

5.2.1 CONCEPTO BASICO PARA CALCULO HIDRAULICO EN SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

Para la explicación de este concepto, se considera necesario un ejemplo de cálculo de un sistema de hidrantes, en donde se plantea el problema y se resuelve con las normas y técnicas de cálculo totalmente desglosadas, es decir, se maneja la teoría y la práctica en el cálculo de flujo de agua en los sistemas de protección contra incendio.

PROBLEMA. Se desea saber cual es la presión, caudales, diámetros nominales de tubería necesarios en cada tramo y en la descarga del sistema de bombeo en la red de hidrantes que se ilustra en los anexos 32 y 33 .

- Requisitos: (Ver anexo 34)

Flujo por Hidrante = 240 lpm

Diámetro mínimo en tubería por hidrante = 64 mm (2 1/2")

Longitud de manguera = 30 m

Diámetro de manguera = 51 mm (2")

Presión en la base del chiflón = 21 m c.a.

- Solución :

1.- Criterios de diseño:

- a) El sistema se calculará para que funcionen como máximo 2 Hidrantes simultáneamente.
- b) El cálculo Hidráulico se realiza de la trayectoria en donde resulte más desfavorable en longitud y área remota.

- c) La tubería será de Fierro galvanizado cédula 40 y de diámetros nominales existentes en México.
- d) La ubicación de los Hidrantes cubrirá perfectamente el área total circunscrita.

2.- Determinación de Hidrantes más alejados.

Del croquis en el anexo 33 se observa que existen dos posibilidades de 2 Hidrantes más alejados en su trayectoria desde las bombas.

- a) Los hidrantes 1 y 2, la trayectoria desde el sistema de bombeo es de 180 metros lineales al hidrante 1.
- b) Los hidrantes 8 y 9, la trayectoria desde el sistema de bombeo es de 102 metros lineales al hidrante 9.

De lo anterior se concluye que la trayectoria más desfavorable es la (a) porque se considera que la mayor trayectoria posible de flujo de agua causa más pérdidas por fricción en este recorrido.

3.- Planteamiento de cálculo:

Se hará el cálculo para 2 tramos

- Tramo 1 = Del Hidrante 1 a la tee de conexión al hidrante 2.
- Tramo 2 = De la tee de conexión al Hidrante 2 hasta la descarga de las bombas.

4.- Desarrollo de cálculo :

A) TRAMO 1

El hidrante 1 tiene las siguientes características:

$$Q = 240 \text{ lpm}$$

$$P = 21 \text{ m c.a.}$$

$$\text{Diámetro} = 64 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud lineal total} = 44 \text{ m}$$

$$\text{Accesorios} = 1 \text{ valvula angular}$$

$$4 \text{ codos de } 90 \text{ grados.}$$

$$\text{Velocidad máxima permisible} = 3 \text{ m/s}$$

$$\text{Pérdidas por fricción máxima} = 10 \%$$

- Cálculo de Velocidad.

Para un diámetro de 64 mm nominal, el diámetro interior es de 62.71 mm.

La velocidad se calcula como $v = Q / A$

El área transversal se calcula $A = 3.1416 * d^2 / 4$

$$d = 62.71 \text{ mm} = 62.71 * 10^{-3} \text{ m} ; Q = 240 \text{ lpm} = 4 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$A = 3.1416 * (62.71 * 10^{-3})^2 / 4 = 3.088 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$v = (4 * 10^{-3}) / (3.088 * 10^{-3}) = 1.29 \text{ m/s}$$

- Cálculo de pérdidas por fricción por cada 100 m

De acuerdo a la fórmula de Hazen-Williams (ver anexo 35)

$$P = 1067.5 * (Q^{1.85} / C^{1.85} * d^{4.87})$$

Donde:

P = Pérdidas por fricción en m c.a. por cada 100 metros de tubería lineal.

Q = Flujo de Agua en m³ / s

d = Diámetro interior en metros

C = Coeficiente de pérdidas por fricción = 108

$$P = 1067.5 * ((4 * 10^{-3})^{1.85} / (108^{1.85} * (62.71 * 10^{-3})^{4.87})$$

$$P = 4.86 \text{ m c.a./100 m}$$

- Cálculo de la longitud total

$$L_t = L_r + L_e$$

donde : L_t = longitud total

L_r = longitud real = 44 m

L_e = longitud equivalente por accesorios (Ver anexo 38)

1 válvula angular = 28.22 m * 1 = 28.22

$$4 \text{ codos de } 90 \text{ grados} = 1.88 \text{ m} * 4 = 7.52$$

$$L_e = 28.22 + 7.52 = 35.74 \text{ m}$$

$$L_t = 44 + 35.74 = 79.74 \text{ m}$$

- Cálculo de pérdidas por fricción en el tramo 1

$$H_f = 79.74 \text{ m} * 4.86 \text{ m c.a.} / 100 \text{ m} = 3.87 \text{ m c.a.}$$

- Cálculo de Presión en la tee de conexión al hidrante 2

$$H_{disp} = H_f + H_{piez} - H_{est}$$

$$H_{piez} = \text{Presión en la boquilla del chiflón} = 21 \text{ m c.a.}$$

$$H_{est} = \text{Presión vertical a vencer} = \text{altura a vencer} = 1.5 \text{ m}$$

$$H_{disp} = 3.87 + 21 - 1.5 = 26.4 \text{ m c.a.} = 2.64 \text{ Kg / cm}^2$$

B) TRAMO 2

El hidrante 2 tiene las siguientes características :

$$Q = 240 \text{ lpm}$$

$$Q \text{ acumulado} = 480 \text{ lpm}$$

$$\text{Presión disponible} = 26.4 \text{ m c.a.}$$

$$\text{Diámetro} = ?$$

$$\text{Longitud lineal total} = 157 \text{ m}$$

$$\text{Accesorios} = 1 \text{ reducción}$$

1 tee flujo transversal

5 tee flujo longitudinal

1 válvula check

1 válvula de compuerta

Velocidad máxima permisible = 3 m/s

Pérdidas por fricción máxima = 10 %

- Cálculo del diámetro en el tramo 2

PRIMERA ITERACION

$$Q = 480 \text{ lpm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Para un diámetro nominal de 64 mm

$$v = (8 \times 10^{-3}) / (3.088 \times 10^{-3}) = 2.59 \text{ m/s}$$

$$P = 1067.5 \times (8 \times 10^{-3})^{1.85} / 108^{1.85} \times (62.71 \times 10^{-3})^{4.75}$$

$$P = 17.54 \text{ m c.a./100 m}$$

dado que $P > 10 \%$ tiene que realizarse una segunda iteración con el diámetro nominal comercial inmediato superior, es decir, 75 mm (3")

SEGUNDA ITERACION

Diámetro interior para tubería de 75 mm = 77.92 mm

$$A = 3.1416 \times (77.92 \times 10^{-3})^2 / 4 = 4.769 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$v = 8 \times 10^{-3} / 4.769 \times 10^{-3} = 1.67 \text{ m/s}$$

$$P = 1067.5 * ((8 * 10^{-3})^{1.35} / 108^{1.35} * (77.92 * 10^{-3})^{4.37}$$

$$P = 6.09 \text{ m c.a./100 m}$$

Por lo tanto el diámetro nominal para la tubería del tramo 2 será de 75 mm

- Cálculo de la longitud total (Ver anexo 38)

$$L_r = 157 \text{ m}$$

1 reducción 64/75	—	0.5 m * 1 = 0.5
1 tee flujo transversal 75 mm	—	4.68 m * 1 = 4.68
5 tee flujo longitudinal 75 mm	—	1.56 m * 5 = 7.80
1 válvula check 75 mm	—	35.07 m * 1 = 35.07
1 válvula de compuerta 75 mm	—	1.01 m * 1 = 1.01

$$L_e = 49.06 \text{ m}$$

$$L_t = 157 - 49.06 = 206.06 \text{ m}$$

- Cálculo de pérdidas por fricción en el tramo 2

$$H_f = 6.09 \text{ m} * 206.06 \text{ m c.a.} / 100 \text{ m} = 12.55 \text{ m c.a.}$$

- Cálculo de la presión de descarga en las bombas

$$H_{disp} = H_f + H_{piez} - H_{est}$$

$$H_{piez} = 26.4 \text{ m c.a.}$$

$$H_{est} = 1 \text{ m c.a.}$$

$$H_{disp} = 17.55 + 26.4 + 1 = 38 \text{ m.c.a.}$$

Estos datos se tabulan como lo muestra el anexo 36.

De acuerdo al desarrollo de cálculos anteriores se concluye lo siguiente:

1.- DATOS DE DISEÑO

Diámetro de tubería para 1 hidrante = 64 mm

Diámetro de tubería para 2 ó más hidrantes = 75 mm

Flujo total de diseño = 480 lpm (8 lps)

Presión a la descarga de las bombas = 38 m c.a. = 3.8 Kg/cm²

2.- MANEJO DE PRESIONES DE DISEÑO

La presión de operación (Presión disponible) en el punto que corresponde al inicio del tramo (se toma como referencia el sentido del flujo) es la presión piezométrica del siguiente tramo (nótese en negritas de la tabulación en el anexo 36)

3.- MANEJO DE FLUJOS

Se les llama "Datos Base" a los valores de pérdidas por fricción y velocidades, que están en función del flujo por un diámetro nominal de tubería. Ya que estos "Datos Base" son los que definen la selección del diámetro en el diseño de red de hidrantes resulta más práctico tenerlos tabulados o graficados.

En esta sección, se desarrollaron los "Datos Base" totalmente desglosados, porque es necesario conocer el origen de estos datos y también para comprender más fácilmente el diseño de la red de rociadores que se tratará en la sección 5.2.2.

En los anexos 37 y 38 se tabulan y grafican los "Datos Base", pues se tienen las siguientes ventajas el uso de estas tablas:

- Se seleccionan los diámetros en poco tiempo, ya que los cálculos en la ingeniería práctica necesitan ser precisos, ya que las tuberías, equipos y accesorios que se instalarán, tienen una selección de marcas y características técnicas que se someten a concursos económicos, donde los materiales, condiciones de trabajo y rugosidades varían en porcentajes aceptables.

5.2.2 FLUJO DE AGUA EN SISTEMAS DE ROCIADORES

Para la explicación de este concepto, se toma como base el cálculo en un ramal de rociadores, el cual se ilustra en el anexo 39, apoyándose en la sección 5.2.1, donde se presenta la siguiente analogía entre los métodos de cálculo:

	HIDRANTE	ROCIADOR DESFAVORABLE
FLUJO PARCIAL	DE ACUERDO A NORMAS. ANEXO 34	$Q = K (P)^{1/2}$
PRESION DE DESCARGA	2.1 Kg/cm^2	0.5 Kg/cm^2
PERDIDAS POR FRICCION MAXIMA	10 m c.c./100 m (10 %)	Lo que esté dentro de los límites del anexo 37
VELOCIDAD MAXIMA	3 m/seg	Lo que esté dentro de los límites del anexo 37

En los dos tipos de sistemas contra incendio, la longitud total y las distintas presiones se calculan de la misma forma. La diferencia estriba en la corrección de caudales debida a las presiones presentes en cada rociador.

A continuación se desarrolla el cálculo del ramal ilustrado en el anexo 39:.

BASES DE DISEÑO:

- RIESGO LEVE
 - DENSIDAD = 0.10 GPM/PIE²
 - ROCIADOR COMERCIAL CON K=5.6
 - PRESION DEL ULTIMO ROCIADOR = 7 psi (0.5 Kg/cm²)
 - CAUDAL DEL ULTIMO ROCIADOR $Q = 5.6 (7)^{1/2} = 14.81$ GPM (0.93 LPS)
 - DIAMETRO MINIMO POR ROCIADOR = 25 mm (1") . NORMA NFPA-13-7.1.1.2
- PARA TUBERIA DE ACERO CEDULA 40.

DESARROLLO:

TRAMO 1-2

$$Q_1 = 0.93 \text{ lps } (0.93 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg})$$

$$d = 26.64 \text{ mm } (26.64 * 10^{-3} \text{ m})$$

$$A = 3.14 * (26.64 * 10^{-3})^2 / 4 = 5.57 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v = 0.93 * 10^{-3} / 5.57 * 10^{-4} = 1.66 \text{ m/seg}$$

$$L_t = 5.2 \text{ m}$$

$$H_{piez} = 5 \text{ m c.a.}$$

$$H_{est} = 0$$

$$h_f = 20.417 \text{ \%} \text{ ===== } H_f = 5.2 * 20.417 / 100 = 1.06 \text{ m c.a.}$$

$$H_{disp} = 5 + 0 + 1.06 = 6.06 \text{ m c.a. (8.6 psig)}$$

TRAMO 2-3

$$\text{- Caudal parcial } Q_2 = 5.6 * (8.6)^{1/2} = 16.427 \text{ GPM (1.03} * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg)}$$

$$\text{- Caudal total } Q = Q_1 + Q_2 = (0.93 + 1.03) * 10^{-3} = 1.96 * 10^{-3}$$

$$\text{- Diámetro nominal} = 32 \text{ mm (1 1/4")}$$

$$\text{- } d = 35.05 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$A = 3.14 * (35.05 * 10^{-3})^2 / 4 = 9.6 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v = 1.96 * 10^{-3} / 9.6 * 10^{-4} = 2.04 \text{ m/seg}$$

$$L_t = 5.4 \text{ m}$$

$$H_{piez} = 6.06$$

$$H_{est} = 0$$

$$h_f = 21.84 \text{ \%} \text{ ===== } H_f = 21.84 * 5.4 / 100 = 1.18 \text{ m c.a.}$$

$$H_{disp} = 6.06 + 0 + 1.18 = 7.24 \text{ m c.a. (10.28 psig)}$$

TRAMO 3-4

$$\text{- Caudal parcial } Q_3 = 5.6 * (10.28)^{1/2} = 17.95 \text{ GPM (1.13 LPS)}$$

$$\text{- Caudal total } Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3.09 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Diámetro nominal 38 mm (1 1/2 ")

$L_t = 5.4 \text{ m}$

$H_{piez} = 7.24$

$H_{est} = 0$

$v = 2.36 \text{ m/seg}$

$h_f = 22.83 \% \text{ =====} H_f = 22.83 * 5.4 / 100 = 1.23 \text{ m c.a.}$

$H_{disp} = 7.24 + 0 + 1.23 = 8.47 \text{ m c.a. (12.02 psig)}$

El cálculo para los siguientes tramos se realiza de la misma forma, hasta llegar a la presión necesaria en el inicio del ramal. Esta secuencia de cálculo es exclusiva de los ramales que distribuyen el flujo a los rociadores.

Las líneas de cruce, son los puntos donde se conectan los ramales con las tuberías principales, por lo que el método de cálculo se realiza igual que para los hidrantes, dado que no existen orificios restringidos de rociadores y por lo tanto no hay corrección de caudales.

5.2.3 ALGORITMO DE CALCULO HIDRAULICO

Por lo tratado en el numeral anterior, se tienen dos métodos de cálculo para los sistemas de rociadores automáticos:

A) Cálculo hidráulico para ramales.

B) Cálculo hidráulico para líneas de cruce.

La secuencia matemática que se presenta en el Anexo 40, representa la metodología ordenada en forma lógica, para que se incluya en un programa por computadora y para cualquier lenguaje. La facilidad de desarrollar los cálculos por ordenador, no implica que los resultados siempre estén correctos, pues dependen de los datos correctos que se alimenten. Lo que el programa realiza, es una simulación de los valores que toman las variables dependientes en el fenómeno de flujo de fluidos para los sistemas de rociadores automáticos.

Este algoritmo de cálculo, está basado en las normas N.F.P.A. 13 contenido en el capítulo 7, denominado "Sistemas de rociadores diseñados hidráulicamente".

Descripción de abreviaturas utilizadas en el Anexo 40:

T	Tipo de Cálculo
T=1	Cálculo en Ramales
T=2	Cálculo en líneas de cruce
N	Número de tramos
P	Presión hidrostática en el último rociador o punto de líneas de cruce más desfavorable.
K(N)	Constante de orificio del rociador en el tramo N
HH(N)	Presión hidrostática en el tramo N
Hd(N-1)	Presión disponible en el tramo N-1
QR(N)	Caudal parcial en el ramal del tramo N
QR(N-1)	Caudal parcial en el ramal del tramo N-1
QP	Caudal parcial en líneas de cruce

- QT(N) Caudal Total en el tramo N
- QT(N-1) Caudal Total en el tramo N-1
- D(N) Diámetro nominal del tubo en el tramo N
- d(N) Diámetro interior del tubo en el tramo N
- A(N) Area transversal del tubo en el tramo N
- V(N) Velocidad en el tramo N
- LR(N) Longitud real del tramo N
- AC(N) Accesorios en el tramo N
- LE(N) Longitud equivalente en el tramo N
- LT(N) Longitud total en el tramo N
- hf(N) Pérdidas por fricción por 100 m de tubo en el tramo N
- HF(N) Pérdidas por fricción en el tramo N
- HG(N) Carga estática en el tramo N
- C Coeficiente de pérdidas por fricción Hazen-Williams

5.2.4 REDUCCION PERMISIBLE DE DIAMETROS EN TUBERIAS RAMALES Y PRINCIPALES

El dimensionamiento de tramos de tuberías en función del flujo, se realiza en base a los criterios de velocidad y pérdidas por fricción en un área transversal y una longitud de tubería. Para esto se tienen límites fijados para estar dentro de los intervalos correctos en el fenómeno de flujo de fluidos.

Existen dos tipos de variables de arranque, para que un sistema de bombeo pueda mover a un fluido:

- A) Fijos o programados. Aquí el tiempo es una variable discreta.
- B) En cualquier instante. Aquí el tiempo es una variable aleatoria.

El arranque de un sistema contra incendio, se caracteriza por llevarse a cabo aleatoriamente.

Por otra parte, en un sistemas de rociadores automáticos, existen zonas donde la presión que se puede presentar, es suficiente para soportar grandes pérdidas por fricción, debidas a la restricción del area transversal en los tubos, de tal manera que puede sobrepasar los límites, que se usan para el cálculo de flujos continuos. Lo anterior trae como consecuencia, la reducción de diámetros de tuberías hasta donde los límites lo permitan.

La tabla del Anexo 41 muestra los límites permisible que fijan las tabulaciones y las graficas del fenómeno de flujo de agua en tubería de acero cédula 40.

El concepto de abatimiento de diámetros, solo es válido cuando exista sobrepresión en algunas zonas, porque de lo contrario, la capacidad del equipo de bombeo se incrementa en forma exponencial, y por lo tanto resultaría contraproducente realizar este cálculo.

La ventaja que proporciona el cálculo de reducción permisible de diámetros, es el abatimiento de costos en tubería a instalar. Esto se apoya técnicamente, porque instalado y mantenido adecuadamente un sistema contra incendio, soporta perfectamente las grandes velocidades y golpes de ariete que se producirían en las zonas donde se realizó la instalación de diámetros pequeños en relación a los instalados en el área remota.

Este comportamiento es característico de los edificios altos, porque generalmente el sistema de bombeo se encuentra en la parte baja de ellos, lo que origina que en los primeros rociadores, exista una presión mucho mayor que la de los últimos rociadores localizados en la parte más alta del edificio.

5.2.5 CALCULOS DE APOYO

Los cálculos de apoyo en la Ingeniería de Sistemas de Rociadores Automáticos, son los que complementan el desarrollo del proyecto a realizar. Dichos cálculos proporcionan los datos necesarios para lograr que el proyecto sea susceptible de realizarse por cualquier contratista competente.

Los cálculos de apoyo son los siguientes:

A) Cálculos de soportería. En el panfleto 13 de la N.F.P.A., se enlistan los requisitos para cumplir con una soportería adecuada, tomando en cuenta las variables:

- Peso de tubería llena en función del diámetro.
- Tipos de soportes. (Fijos, colgantes, etc.)
- Medios de fijación en función del elemento estructural. (Tornillos, barrenanclas, pernos fijados con balazo, etc.)
- Distancias entre soportes.

B) Cálculos de extracción de humos. Dentro de los alcances de los proyectos de la ingeniería de aire acondicionado y ventilación mecánica, está la extracción de aire viciado, sin embargo, se hace mención en este numeral, porque el capítulo 9 de esta Tesis se basa en el efecto que se daría al movimiento de humo proveniente de un incendio, y el uso de rociadores especiales para ser usadas como paredes físicas de agua. Las variables que se toman en cuenta son:

- Cantidad de aire viciado a extraer, para calcular flujo de aire.
- Velocidad máxima en el ducto.
- Caída de presión en ductos para especificar tipo y modelo comercial de extractores.

C) Cálculos para aportar información a otras disciplinas. Este tipo de datos, son la base de los diseños de otras áreas de la Construcción, tales como el cálculo de estructuras de la Ingeniería Civil, y el cálculo de conductores eléctricos para la energización de los motores. Un ejemplo de las variables son las siguientes:

- Pasos de tuberías por elementos estructurales, como son las traveses y losas.
- Pesos aproximados de los equipos, y dimensiones de sus bases de apoyo, para ser construidas con concreto.

- Características eléctricas de los equipos, tales como: potencia, número de fases, voltaje, corriente al arranque y ciclaje.

D) Cálculos para determinar características de accesorios y equipos auxiliares. Los casos particulares son:

- Cálculo para capacidad de almacenamiento de Diesel, para el servicio de la bomba de combustión interna.
- Cálculo de placas de orificio, para ser usadas como soporte físico de agua en tuberías de gran altura, cuando no hay flujo.
- Drenajes auxiliares. Dado que el potencial utilizado para el flujo en agua de drenajes es la gravedad, se toman en cuenta las variables:
 - Pendientes inclinadas en la tubería.
 - Flujo instantáneo máximo.
 - Diámetros de tuberías
- Cálculos para especificar accesorios especiales como son:
 - Válvulas reductoras de presión
 - Manómetros
 - Interruptores de presión
 - Válvulas de alivio

5.2.6 CALCULO DE CAPACIDAD DE EQUIPOS DE BOMBEO

CALCULO DE LA BOMBA PRINCIPAL

El caudal básico, debe ser especificado de acuerdo a la norma N.F.P.A. 20-2.19 (ver anexo 29), y necesariamente mayor al calculado hidráulicamente en la red de tuberías del sistema.

La carga dinámica total, deber ser la mayor calculada entre los diferentes subsistemas, por lo que si un subsistema requiere una presión menor, se recomienda el uso de válvulas reductoras de presión para condiciones dinámicas.

Dado que la bomba está acoplada a motor eléctrico, la potencia se calcula especificando la menor eficiencia recomendada para el rango de operación en la curva de la bomba. Normalmente se especifica la eficiencia entre el 65 y 75 %.

La formula que se utiliza para este fin es:

$$\text{BHP} = Q * H / (76 * E)$$

Donde:

BHP = Potencia al freno, en Horse Power

Q = Caudal, en litros por segundo

H = Carga dinámica total en metros de columna de agua

E = Eficiencia, adimensional

Se procede a calcular la potencia en los dos puntos principales de la bomba:

- a) Al 100% de caudal y 100% de carga dinámica total.
- b) Al 150% de caudal y 65% de carga dinámica total.

La potencia al freno especificada es la mayor de las dos, posteriormente se encuentra la potencia real, ajustando a la potencia nominal más cercana, a la de los motores eléctricos comerciales. Se corrige el cálculo de las eficiencias con la potencia real. Se recomienda que la potencia real sea ligeramente menor que la potencia al freno, porque aumenta la eficiencia del equipo.

CALCULO DE LA BOMBA DE EMERGENCIA

El cálculo de BHP para motor de combustión interna, se define como:

$$BHP_T = BHP_1 + BHP_2$$

Donde:

BHP_T = Potencia al freno del motor de combustión interna

BHP_1 = Potencia al freno demandada por caudal y presión

BHP_2 = Potencia al freno demandada por el funcionamiento del motor

BHP_1 , es el calculado como BHP para la bomba principal.

BHP_2 , se calcula de acuerdo con lo marcado en N.F.P.A. 20 8-2.2.4 y 8-2.2.5. Estas normas indican que se deben tomar en cuenta dos tipos de correcciones:

A) Corrección por altura. Reducir el 3% de la potencia requerida a nivel del mar por cada 305 metros de altura, a partir de los 91.4 metros.

B) Corrección por temperatura ambiente. Reducir 1% de la potencia por cada 5.6 grados centígrados, a partir de los 25° C.

La ecuación que se utiliza para el cálculo de BHP₂ es:

$$\text{BHP}_2 = \text{BHP}_1 * (C_A + C_T - 1)$$

La potencia real del motor de combustión interna será la comercial más cercana a BHP_T.

CALCULO DE BOMBA PRESURIZADORA

Para la especificación de este equipo se toma en cuenta los siguientes criterios:

- 1.- El caudal total será entre el 5 y el 10 % del caudal total requerido por el sistema.
- 2.- La presión total será la misma del cálculo de la bomba principal, pues esta presión es la requerida para presurizar hasta el rociador más desfavorable.
- 3.- La eficiencia debe ser entre el 65% y el 75%, cuando las presiones no son muy grandes (mayores a 5 Kg/cm²). Cuando el caso es lo contrario, es difícil encontrar en el mercado una bomba con buena eficiencia, por lo que es aceptable especificar la bomba con el 40% de eficiencia como punto mínimo.

5.3 ESPECIFICACIONES

5.3.1 GENERALES

El objetivo de estas especificaciones, es el de establecer y unificar los criterios básicos a nivel técnico, en la aplicación de los diferentes aspectos de la ingeniería y que regirán durante

el desarrollo y ejecución de las instalaciones de protección contra incendio a base de rociadores automáticos en el Proyecto a realizar.

Las presentes especificaciones, forman parte de los documentos de proyecto, los cuales son complemento de información a las memorias de cálculo y descriptiva, como también lo son a los planos de trabajo.

Si hubiera discrepancia en la descripción de algún concepto entre los documentos de proyecto, esto deberá aclararse entre las personas involucradas.

En las instalaciones de este tipo, se consideran dos fases principales:

- 1.- Desarrollo del Proyecto
- 2.- Ejecución.

A continuación, se define quienes son las personas ya sean físicas o morales que se encuentran comúnmente involucradas en la realización y ejecución de un Proyecto de esta especialidad :

Propietario ; es el que decide implementar en su Inmueble existente o en planos, un sistema de protección contra incendio.

Asesor de Seguridad ; es el representante legal del propietario que tiene la función de vigilar el buen desarrollo y ejecución de esta ingeniería.

Diseñador : es el que desarrolla el Proyecto en Documentos ya descritos en este capítulo, y tiene la autoridad de que se respete la ingeniería realizada, por ser el responsable legal directo.

Contratista : es el que ejecuta, lo que el diseñador plasmó en los Documentos de proyecto, y es su obligación, acatar las especificaciones técnicas hasta donde no afecte en forma considerable el proyecto. Debiendo referir al diseñador, cualquier cambio para su aprobación.

NORMAS, CODIGOS Y APROBACIONES

Todos los trabajos relativos a las instalaciones de protección contra incendio se sujetarán a los requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica establecidos en los reglamentos, códigos y aprobaciones que se aplican en la República Mexicana, los que son:

- A.M.I.S. (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros); esta Asociación tiene la autoridad de aceptar o rechazar un proyecto de protección contra incendio, desde el punto de vista técnico, con el fin de que el propietario este seguro de contar con un proyecto funcional y de esta manera obtener un descuento en la prima del seguro por el hecho de tener protección más allá de los requerimientos actuales de Protección contra Incendio que

rigen en la República Mexicana. Esta Asociación se basa para los reglamentos vigentes en el país y en el código N.F.P.A.

- N.F.P.A. (ver capítulo 1)

- Reglamento de construcciones del D.D.F.

- Las normas técnicas de la oficina de bomberos en la localidad

Generalmente los bomberos toman como reglamentación mínima lo establecido en el reglamento de construcciones del D.D.F., en cuanto a normas de seguridad se refiere. Los ejemplos de esto son la ubicación en proyecto de los siguientes elementos:

- Extintores, dependiendo del riesgo a considerar.
- Areneros en zonas como estacionamientos.
- Hidrantes localizados estratégicamente.
- Extracción de aire en sótanos.
- Presurización en escaleras internas de edificios grandes.
- Escaleras de emergencia en el exterior de edificios grandes.
- Luces de emergencia.
- Señalamientos de salida de emergencia, extintores e hidrantes.

- UL (Underwriters Laboratories) (ver numeral 3.5.2)

- FM (Factory Mutual) (ver numeral 3.5.1)

Si el Proyecto ya aprobado por los respectivos interesados, tiene información incompleta y por eso es difícil continuar con la ejecución del proyecto, es obligación del contratista indicar por escrito a las direcciones de obra y proyecto las observaciones al respecto, con el fin de que siempre se respeten las normas, reglamentos y aprobaciones que deben regir el Proyecto en todo momento.

5.3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIALES

Todos los materiales que se describen en estas especificaciones deberán, satisfacer las normas vigentes correspondientes de la dirección general de normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

En los casos en que se señala una marca de materiales, es para indicar la calidad que se solicita, pudiendo ser sustituida por un equivalente, siempre y cuando cumpla con todas las calidades solicitadas.

ESPECIFICACION "A" CORRESPONDIENTE A TUBERIAS Y CONEXIONES

ESPECIFICACION A-1

A-1.1 TUBERIA de cobre rígido tipo "M", extremos soldables de acuerdo a la norma DGN-B-61-53.

A-1.2 CONEXIONES de cobre o bronce soldable, de acuerdo a la norma DGN-B-11-60.

ESPECIFICACION A-2

A-2.1 TUBERIA de cobre flexible tipo "L", de acuerdo a la norma DGN-B-61-53.

A-2.2 CONEXIONES de bronce cónicas, de acuerdo a la norma DGN-B-11-60.

ESPECIFICACION A-3

A-3.1 TUBERIA de acero galvanizado cedula 80, extremos roscados de acuerdo a la norma DGN-B-10-57 TIPO A.

A-3.2 CONEXIONES de hierro maleable galvanizado, roscadas, extra reforzadas, norma DGN-B-44-51.

ESPECIFICACION A-4

A-4.1 TUBERIA de PVC rígido tipo hidráulico, extremos lisos para cementar, tipo RD-26, de acuerdo a la norma DGN-E-112-1968.

A-4.2 CONEXIONES de PVC tipo hidráulico, extremos lisos para cementar, tipo RD-26, de acuerdo a la norma DGN-E-112-1968.

ESPECIFICACION A-5

A-5.1 TUBERIA de fierro negro, cédula 40, extremos roscados, tipo A, de acuerdo a la norma DGN-E-12-1978.

A-5.2 CONEXIONES de fierro maleable negro, roscadas, tipo reforzado, de acuerdo a la norma DGN-E-12-1978.

A-6.1 TUBERIA de acero al carbón, cédula 40, extremos lisos para soldar, de acuerdo a la norma DGN-B-10-57.

A-6.2 CONEXIONES de acero forjado, extremos biselados para soldar, de acuerdo a la norma STM A-234 WPB, con dimensiones según norma ANSI B-16.9.

ESPECIFICACION A-7

A-7.1 TUBERIA de acero al carbón, CEDULA 80, extremos lisos para soldar, de acuerdo a la norma DGN-B-10-57.

A-7.2 CONEXIONES de acero al carbón fijadas sin costura para soldar, extremos biselados, cédula 80, con dimensiones de acuerdo a la norma ANSI B-16.9.

ESPECIFICACION A-8

A-8.1 BRIDAS ROSCADAS de acero forjado, norma ASTM A105 grado I con dimensiones según norma ANSI B-16.5, tipo roscada (THD), para una presión de trabajo de 10.5 Kg/cm² (150 psi).

A-8.2 BRIDAS SOLDABLES de acero forjado, norma ASTM A105 grado I, con dimensiones según norma ANSI B-16.5, tipo cuello soldable (WN), para una presión de trabajo de 10.5 Kg/cm² (15 psi).

A-8.3 BRIDAS SOLDABLES de acero forjado, norma ASTM A105 grado I, con dimensiones según norma ANSI B-16.5, tipo cuello soldable (WN), para una presión de trabajo de 21 Kg/cm² (300 psi).

ESPECIFICACION "B" CORRESPONDIENTE A VALVULAS Y ACCESORIOS

ESPECIFICACION B-1, VALVULAS SECCIONADORAS

Válvulas de seccionamiento, tipos compuerta, diafragma, bola, que servirán para interrumpir de manera total un servicio determinado de fluido, se debe esperar una caída de presión mínima ya que el flujo será recto y completo en uno y otro sentido o ningún flujo.

El servicio que deben cumplir es:

- a) Completamente abierta o completamente cerrada y nunca para regular caudal.
- b) Mínima resistencia al flujo.
- c) Operación poco frecuente.

- B-1.1 Válvula de seccionamiento tipo compuerta, cuerpo y asientos de bronce, extremos roscados Marca Urrea Fig. 22, o similar, hasta 64 mm de Diámetro, para 125 psi.
- B-1.2 Válvula de seccionamiento tipo compuerta, cuerpo y asientos de bronce, extremos roscados Marca Urrea Fig. 22, o similar hasta 64 mm de Diámetro, para 400 psi.
- B-1.3 Válvula de seccionamiento tipo compuerta, cuerpo de hierro, clase 400, vástago saliente, extremos bridados cara plana, montada en hierro, vástago de acero, de acuerdo a la norma ANSI B 16.1.
- B-1.4 Válvula de seccionamiento tipo compuerta, cuerpo de hierro, clase 250, vástago saliente, extremos bridados cara plana, interiores de bronce, de acuerdo a la norma ANSI B 16.1.

B-1.5 Válvula de mariposa bridada, cuerpo de hierro, para 250 psi.

ESPECIFICACION B-2. VALVULAS REGULADORAS MANUALES

La función importante de estas válvulas, es regular o estrangular el flujo del fluido desde o hasta la capacidad máxima. Pueden ser operadas eficientemente con el vástago en cualquier posición desde la apertura completa hasta el cierre total. El cambio de dirección del flujo a través de la válvula, produce un incremento en la resistencia al mismo y por lo tanto una caída de presión considerable en este tipo de válvula.

B-2.1 Válvula de regulación tipo globo, cuerpo de bronce, extremos roscados, Marca Urea, o similar, figura 95, hasta 64 mm de diámetro, para 150 psi.

B-2.2 Válvula de regulación tipo globo, cuerpo de hierro, extremos bridados, Marca Stockman figura G512, o similar, montada en bronce clase 250.

B-2.3 Válvula de regulación tipo macho, cuerpo y asientos de bronce, extremos roscados, marca Urea, figura 14, o similar, hasta 51 mm de diámetro, para 125 psi.

ESPECIFICACION B-3. VALVULAS DE RETENCION (CHECK)

Evitan la inversión del sentido de flujo en una línea, reaccionando rápida y automáticamente a estos cambios. La presión del fluido mantiene abierta la válvula y en cualquier intento de regresión del flujo la cierra.

- B-3.1 Válvula de retención tipo columpio, cuerpo de bronce con asientos de neopreno, de extremos roscados, Marca Urrea figura 85N, o similar, hasta 64 mm de diámetro, para 125 psi.
- B-3.2 Válvula de retención tipo columpio, cuerpo de hierro montada en bronce, extremos bridados, cara plana, Marca Stockman modelo G931, o similar, clase 250.
- B-3.3 Válvula de retención de cierre amortiguado bridadas clase 250, Marca Clayton, o similar.

B-4 VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

Las válvulas reductoras de presión, tienen la función de mantener constante la presión a la salida, independientemente de las variaciones de presión a la entrada. Esto se logra por medio de un diafragma que separa la presión de operación, de la presión de la tubería.

Valvula reductora de presión, construida para ser instalada horizontalmente, con cuerpo de hierro fundido, interiores de bronce, y controlada por piloto. La especificación para cada caso, depende de las siguientes variables:

- Diámetro
- Presión de entrada
- Presión de salida

5.3.3 ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

C-1 EQUIPOS DE BOMBEO

La especificación de equipos de bombeo, puede ser de dos tipos:

A) Bombas Centrifugas Horizontales.

La aplicación de estas bombas, se hace bajo el criterio de que estas quedarán ahogadas, es decir, las válvulas de pié (pichanchas de succión) quedan arriba de los impulsores de estas, debido a que el almacenamiento de agua contra incendio lo permite.

B) Bombas Verticales tipo turbina.

Para este tipo de bombas, la aplicación se hace bajo el criterio de que el almacenamiento de agua queda debajo de las bombas.

Estos criterios para selección de tipo de bombas, se basan en que siempre queden ahogadas las bombas y de esta manera evitar la cavitación.

C-1.1 "BOMBA CENTRIFUGA TIPO HORIZONTAL, ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO, PARA EL SERVICIO PRINCIPAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIO"

Los espacios entre parentesis, representan los datos de un caso particular.

Bomba Centrifuga Horizontal, con la carcasa del impulsor tipo bipartido, dentro de las normas N.F.P.A., con aprobaciones U.L. y F.M.L. Para trabajar a un gasto de (____), contra una carga dinámica total de (____). Con diámetro de succión de (____), y diámetro de descarga de (____). Cuerpo de fierro fundido y con impulsor de bronce.

La bomba debe de estar acoplada a motor eléctrico, con las siguientes características:

- Potencia = (____) HP
- Voltaje = 440/220 volts
- Frecuencia = 60 Hz
- Velocidad = (____) RPM

C-1.2 "BOMBA CENTRIFUGA TIPO HORIZONTAL, ACOPLADA A MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, PARA EL SERVICIO EMERGENTE DE PROTECCION CONTRA INCENDIO"

Los espacios entre paréntesis, representan los datos de un caso particular.

Bomba Centrifuga Horizontal, con la carcasa del impulsor tipo bipartido, dentro de las normas N.F.P.A., con aprobaciones U.L. y F.M.. Para trabajar a un gasto de (____), contra una carga dinámica total de (____). Con diametro de succión de (____), y diametro de descarga de (____). Cuerpo de fierro fundido y con impulsor de bronce.

La bomba debe estar acoplada a un motor de combustión interna con las siguientes características:

Motor accionado por la combustión de Diesel, con una potencia de (____), teniendo un 20% en exceso a la potencia requerida, con una velocidad de (____) RPM. El motor incluye su sistema interior de enfriamiento de circuito cerrado, con su bomba para recirculación accionada por el propio motor, y un controlador de temperatura tipo termostato. Los accesorios del motor son:

- Doble batería para el arranque del motor.
- Dos recargadores.
- Un generador
- Un rectificador de corriente alterna
- Un amperímetro

- Un tacómetro
- Un manómetro
- Un termómetro
- Filtro para Diesel
- Manguera y silenciador para el escape
- Precalentador de agua
- Tanque de combustible de (____) litros
- Filtro de aceite
- Control de velocidad manual

C-1.3 "BOMBA CENTRIFUGA TIPO HORIZONTAL, ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO, PARA LA PRESURIZACION CONSTANTE DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO (BOMBA JOCKEY)"

Los espacios entre paréntesis, representan los datos de un caso particular.

Bomba Centrifuga Horizontal, dentro de las normas N.F.P.A., con aprobaciones U.L. y F.M.. Para trabajar a un gasto de (____), contra una carga dinámica total de (____). Con diámetro de succión de (____), y diámetro de descarga de (____). Cuerpo de fierro fundido y con impulsor de bronce.

La bomba debe de estar acoplada a motor eléctrico, con las siguientes características:

- Potencia = (____) HP

- Voltaje = 440/220 volts
- Frecuencia = 60 Hz
- Velocidad = (____) RPM

C-1.4 "BOMBA CENTRIFUGA TIPO TURBINA, ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO, PARA EL SERVICIO PRINCIPAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIO"

Los espacios entre parentesis, representan los datos de un caso particular.

Las partes de la bomba son:

- Cabezal de descarga
- Columna, consistente de una flecha abierta lubricada por agua, y una flecha cubierta lubricada por aceite.
- Tazón e impulsor, que deben ser de un material adecuado para la calidad del agua.

Acoplada a motor eléctrico vertical de flecha hueca, con las siguientes características:

- Potencia = (____) HP
- Voltaje = 440/220 volts
- Frecuencia = 60 Hz
- Velocidad = (____) RPM

C-1.5 "BOMBA CENTRIFUGA TIPO TURBINA, ACOPLADA A MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, PARA EL SERVICIO EMERGENTE DE PROTECCION CONTRA INCENDIO"

Los espacios entre paréntesis, representan los datos de un caso particular.

Las partes de la bomba son:

- Cabezal de descarga
- Columna, consistente de una flecha abierta lubricada por agua, y una flecha cubierta lubricada por aceite.
- Tazón e impulsor, que deben ser de un material adecuado para la calidad del agua.

La bomba debe estar acoplada a un motor de combustión interna, por medio de un cabezal de ángulo recto de flecha hueca, con trinquete de no retroceso y compensador por pérdidas en el engranaje, con las siguientes características:

Motor accionado por la combustión de Diesel, con una potencia de (____), teniendo un 20% en exceso a la potencia requerida, con una velocidad de (____) RPM. El motor incluye su sistema interior de enfriamiento de circuito cerrado, con su bomba para recirculación accionada por el propio motor, y un controlador de temperatura tipo termostato. Los accesorios del motor son:

- Doble batería para el arranque del motor.
- Dos recargadores.

- Un generador
- Un rectificador de corriente alterna
- Un amperímetro
- Un tacómetro
- Un manómetro
- Un termómetro
- Filtro para Diesel
- Manguera y silenciador para el escape
- Precalentador de agua
- Tanque de combustible de (____) litros
- Filtro de aceite
- Control de velocidad manual

ESPECIFICACION C-2 "TABLEROS ELECTRICOS"

El accionamiento automático de las bombas, es debido a los mensajes recibidos en el tablero. Dichos mensajes, son procesados electrónicamente en el tablero, y toman acciones a seguir según el caso. Estas acciones, tienen un número finito de variables a manejar, por lo que permiten el arranque y el paro de las bombas, en las condiciones de operación instantáneas. Los mensajes que reciben los tableros de las bombas contra incendio, son la caída de presión en el sistema y/o la detección de flujo en las tuberías.

C-2.1 "TABLERO DE CONTROL AUTOMÁTICO, PARA BOMBAS ACOPLADAS A MOTOR ELÉCTRICO"

Las partes del tablero, deben estar alojadas dentro de un gabinete, el cual debe ser de lámina rollada en frío, con puerta y chapas, con acabado en pintura roja automotiva, conteniendo a la vista de las puertas, el manómetro, luces indicadoras de operación y las estaciones de botones. En su interior se alojan las siguientes partes:

- Interruptor termomagnético
- Interruptor de aislamiento
- Protección de rotor trabajado
- Arrancador a tensión plena
- Arrancador a tensión reducida
- Piloto
- Supervisión para control remoto
- Control por presión de agua
- Control por equipo de protección
- Secuenciador del arranque de las bombas
- Diagrama e instructivo de operación, adheridos en el tablero.

C-2.2 "TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO, PARA BOMBAS ACOPLADAS A MOTOR DE COMBUSTION INTERNA"

Las partes del tablero deben estar alojadas dentro de un gabinete, el cual debe ser de lámina rolada en frío, con puerta y chapas, con acabado en pintura roja automotiva, conteniendo a la vista de las puertas, el manómetro, luces indicadoras de operación, estaciones de botones. En su interior se alojan las siguientes partes:

- Interruptor de arranque eléctrico
- Recargador de baterías
- Amperímetro del recargador
- Señalizaciones de automático, manual y problemas
- Control de presión de agua
- Control por equipo de protección
- Control arranque en secuencia de bombas
- Control por falla de corriente eléctrica
- Programador de tiempo para operación semanal
- Registrador gráfico de presión
- Operación alternada de baterías en arranque

C-3 'INTERRUPTORES DE PRESION'

Los interruptores de presión deben contar con aprobaciones U.L. y F.M., y deben ser un interruptor por cada bomba. La especificación del intervalo de operación, puede ser fija o ajustable, porque depende de las condiciones de presión del sistema total de protección contra incendio. La diferencial de arranque, para las bombas principal y de emergencia, deben ser de la misma especificación. Dicha diferencial para la bomba jockey, debe ser menor que las otras.

C-4 'EQUIPOS ESPECIALES PARA LOS SISTEMAS AUTOMATICOS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO'

Los siguientes equipos, deben contar con aprobaciones U.L. y F.M., y deben ser exclusivamente diseñados para el servicio de protección contra incendio.

C-4.1 'VALVULAS DE ALARMA'

Las valvulas de alarma, se instalan verticalmente y se basan en el principio de la valvula check, ya que al levantarse la compuerta de retención por flujo súbito, permite el accionamiento de la alarma. Las valvulas de alarma tienen varias funciones:

- Con la existencia de fuego, se activa el flujo de una línea hacia la alarma mecánica y a un detector eléctrico que activa la alarma a la central de detección.
- Durante el funcionamiento de la bomba jockey, no se activa la alarma pues existe un by-pass.

- El conjunto de conexiones permite realizar pruebas a este equipo.

La única variable que se necesita para especificar una válvula de alarma es el diámetro.

C-4.2 "ALARMA MECANICA"

La alarma mecánica tipo gong, consiste de una pequeña turbina, que al fluir agua, hace girar un eje que golpea contra una campana metálica.

C-4.3 "DETECTORES DE FLUJO"

Los detectores de flujo son dispositivos que se instalan en las tuberías principales, para localizar el flujo de agua a una zona específica. Su principio de funcionamiento se basa en el movimiento de una compuerta de retención para proporcionar un mensaje eléctrico. La variable que la especifica es el diámetro.

C-4.4 "ROCIADORES AUTOMATICOS"

(Ver numeral 3.4)

Las variables que especifican un tipo de rociador son:

- Tipo (Pendent, Upright, Lateral)
- Diámetro nominal
- Diámetro de orificio
- Temperatura de operación
- Factor K

5.3.4 ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION

PROTECCION DEL PERSONAL

En conformidad con las normas y disposiciones vigentes, el contratista de las instalaciones debe proveer las medidas necesarias de seguridad para impedir los accidentes, tanto de las personas que ejecutan los trabajos de instalación del Sistema, así como a cualquier otra persona que labore en la obra en actividades periféricas.

Siempre que el área de trabajo represente un peligro para otras personas de la obra, se usarán avisos, barreras de seguridad, etc., para evitar cualquier accidente.

Debe impedirse el acceso de personas no idóneas a los lugares especialmente peligrosos con el objeto de evitar accidentes.

Las máquinas, aparatos e instalaciones durante la obra, deben satisfacer las medidas de seguridad e higiene a que están sometidas por las disposiciones oficiales vigentes.

Todos los trabajadores y el personal de Supervisión de obra deberán usar, con carácter de obligatorio, casco de seguridad en las áreas de trabajo. Igualmente y de acuerdo con el tipo de trabajo ejecutando, se debe establecer el uso de lentes de seguridad, guantes, zapatos aislados, cinturones de seguridad y demás elementos de seguridad personal para los obreros.

ALCANCES DE PROYECTO

El alcance de los trabajos, además de lo que marque el contrato firmado con el propietario, deberá cubrir la completa construcción de todas las instalaciones mostradas en los planos del proyecto y ajustarse en todos los casos a estas especificaciones.

Toda la mano de obra será de primera clase, ejecutada por personal competente y calificado para estos trabajos y con el empleo del equipo y herramienta especial e indicada para la ejecución de los mismos.

Para la correcta realización de estos trabajos, el contratista deberá proporcionar los servicios principales que a continuación se describen :

- a) Supervisión de todos los trabajos por un Ingeniero especializado.

- b) Prueba de todas las instalaciones de acuerdo a las normas y procedimientos correspondientes. Así mismo, deberán efectuarse los ajustes necesarios y las pruebas de operación de todos los equipos instalados, antes de la recepción final de los mismos ante el propietario.

- c) Recepción, custodia, almacenaje y manejo hasta su lugar de instalación de todos los materiales, equipos y accesorios a instalarse, sean adquiridos o no por el contratista.

- d) Elaboración de todos los planos de taller necesarios o requeridos como complemento de los planos de proyecto, sin modificar los planos originales con el fin de mostrar con todo detalle la posición de los elementos de la obra civil, equipos ajenos a esta especialidad, mobiliario o instalaciones de otro tipo, a efecto de que todos los trabajos queden debidamente coordinados y sin interferencias indeseables.

- e) Actualización de los planos del proyecto al término de la ejecución de los trabajos, sin modificar los planos originales, con el objeto de mostrar las instalaciones tal como quedaron. Para este propósito, de acuerdo con la magnitud de las modificaciones que deban hacerse, el contratista debe realizar nuevos planos y siempre justificando dichos ajustes de acuerdo con las normas, códigos y aprobaciones con las que es obligación que el proyecto cuente en todo momento.

- f) Mantenimiento de buenas condiciones de limpieza en todas las áreas de trabajo, eliminando diariamente los desperdicios y sobrantes de materiales.

- g) Oficinas y almacenes adecuados, contruidos con materiales no combustibles, en las áreas destinadas para el contratista.

- h) Los servicios sanitarios para el personal tanto obrero como administrativo del contratista, deberán ser debidamente convenido con la operadora, pero el área que le asigne para este fin tendrá una limpieza constante y un servicio de vigilancia proporcionado por el mismo contratista, de tal forma que se evite cualquier desorden posible.

- i) Todos los materiales inflamables o de fácil combustión, deberán almacenarse perfectamente en una sección especial aislada de las oficinas y bodega general con un acceso restringido, colocando avisos de "NO FUMAR" en la entrada. En un lugar visible y a una distancia mínima de 5 metros de la entrada, se colocarán extintores del tipo adecuado, de acuerdo a los materiales que se almacenen en esta sección.

En adición a lo anterior, el contratista deberá considerar en su proposición todos los trabajos, servicios y suministros que se indiquen o incluyan en el pliego de condiciones generales para el concurso y el contrato correspondiente.

En caso de cualquier discrepancia entre el alcance de los servicios antes descritos y lo indicado en el pliego de condiciones generales y el contrato, prevalecerá lo indicado en estos últimos documentos.

5.4 PLANOS DE PROYECTO

Los planos de proyecto tienen como objetivo, mostrar el recorrido, posición de las conexiones de las tuberías, instalación de equipos, métodos de unión a utilizarse, descripción gráfica del proyecto, etc. En general, los planos representan el proyecto en su totalidad, vertidos en la edificación de que se trate, y deben estar apoyados por los libros de cálculos y especificaciones.

Los planos se deben realizar a escala, todos del mismo tamaño, con simbología fácil de entender y homogénea. Se deben realizar los siguientes dibujos en planos:

- Diagrama de flujo
- Plantas arquitectónicas de la edificación, con la instalación
- Cortes arquitectónicos de la edificación, con la instalación
- Dibujos escala 1:20 de la conexión del sistema de bombeo (Casa de máquinas), en planta, corte, e isométrico. Con la especificación de cada componente de esta instalación.
- Isométricos de tuberías, de todo el sistema de protección contra incendio.
- Detalles de instalación de equipos y accesorios.
- Cuadros de especificación de equipos.

La norma N.F.P.A. 13-1.9, exige datos en los planos, como por ejemplo:

- Clase de ocupación de cada zona
- Nombre del propietario y tipo de la edificación
- Fabricante, tipo y tamaño nominal de cada rociador
- Área remota de cada plano

Los planos de proyecto, deben ser los que rijan la construcción de la instalación en todo momento, tal como lo mencionan las especificaciones de procedimientos de ejecución.

5.5 CUANTIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS

Los planos de trabajo, memorias de cálculo y especificaciones, además de las aplicaciones ya mencionadas, sirven para definir cuantitativamente la cantidad de elementos físicos a utilizar, por lo que se aplica el concepto de precios unitarios, y de esta manera llegar a tener el costo total de la instalación, incluyendo la mano de obra y otros costos.

Existen metodologías bien definidas para desarrollar el cálculo de cuantificaciones de materiales, el cual tiene los siguientes objetivos:

- A) Obtener un presupuesto base del costo total de la instalación
- B) Efectuar concursos con tres o más concursantes para definir la mejor oferta.
- C) Realizar un análisis de precios unitarios.
- D) Realizar un análisis de desperdicios de materiales de consumo y herramientas, durante el desarrollo de la instalación.

E) Realizar un análisis de fletes, acarrees en el lugar de trabajo, tanto de materiales como de desperdicios.

F) Análisis de costos de pruebas de instalación y puesta en marcha.

G) Realizar un cuadro comparativo técnico económico, para definir al contratista más conveniente.

Las cuantificaciones de materiales y equipos, tienen otros nombres equivalentes como son:

- Explosión de materiales
- Catálogo de conceptos

CAPITULO VI

APLICACIONES

Con lo tratado en los capítulos 1,2,3,4 y 5, queda perfectamente definido el problema del peligro de incendios, así como la tecnología actual para combatir los incendios de manera automática. Este capítulo trata de cifras estadísticas en incendios reales, con la finalidad de establecer una metodología conceptual en la protección contra incendios de los lugares necesarios a proteger.

6.1 ESTADISTICAS DE GRANDES INCENDIOS

Los reportes que se enlistan a continuación, corresponden a incendios con graves consecuencias de los años 1964 a 1975, en varias partes del mundo.

A) Lugar: Edificio de oficinas de 7 pisos, en San Francisco, California, E.U.A.

Fecha: 23 de Septiembre de 1964.

Sakdo: 1 muerte

El incendio se inició en una oficina del sexto piso, los huecos en el plafón de los pasillos y las puertas sin cierre automático, contribuyeron a la propagación a las oficinas adyacentes. Dos bomberos fueron atrapados en el elevador del quinto piso, debido a que el humo impidió el accionamiento de cierre, al obstruir la celda fotoeléctrica, muriendo uno de ellos, y sobreviviendo el otro. (Reporte del Departamento de Bomberos de San Francisco en Octubre de 1964.)

B) Lugar: Restaurante en el último piso de un edificio de 10 niveles, en Montgomery, Alabama, E.U.A.

Fecha: 7 de Febrero de 1967

Saldo: 25 muertes

Este incendio se debió a tres factores, salidas inadecuadas sin señalamientos, acabados inflamables y falta de extinción automática. Lo anterior se dedujo por la ubicación de los cadáveres. (Publicación titulada "A Study of Restaurant Fires", en 1974, por la N.F.P.A.)

C) Lugar: Edificio de Departamentos, de 35 pisos, en Chicago, Illinois, E.U.A.

Fecha: 24 de Enero de 1969, E.U.A.

Saldo: 4 muertes

El fuego se inició en el piso 36, ciertas condiciones indicaron que éste ardió durante un cierto tiempo. La separación entre departamentos era a base de un muro de 25 mm formado por dos paredes de madera comprimida. El edificio no contaba con ninguna protección contra incendio. No había forma de que los productos de la combustión escaparan más que por las puertas y los ductos de elevadores. (Reporte de Fire Journal, en Mayo de 1969.)

D) Lugar: Hotel de 25 pisos, en Chicago Illinois, E.U.A.

Fecha: 24 de Enero de 1969

Saldo: 2 muertes

La puerta de cada habitación, era de madera de 32mm de grueso, con paneles de 6 mm de espesor. Antes del incendio, se habían almacenado aproximadamente 50 sillas en el lobby del elevador del noveno piso (donde se originó el fuego). Los elevadores acudieron vacíos a este piso, aparentemente por fallas en el circuito de las llamadas. Las dos víctimas murieron en un intento de alcanzar las escaleras, habiendo dejado las puertas abiertas. Algo muy significativo en este incendio fue la falla del sistema sonoro de alarmas. (Reporte de Fire Journal, en Mayo de 1970.)

E) Lugar: Edificio de oficinas de 50 pisos, en Nueva York, N.Y., E.U.A.

Fecha: 5 Agosto de 1970.

Saldo: 2 muertes.

Exceptuando el concreto y el metal, prácticamente todo el edificio era combustible, ya que los materiales eran: espuma plástica en las paredes, cables eléctricos, plafón, paneles divisorios y aislamiento de unidades de aire acondicionado. Dos hombres muertos fueron encontrados en el elevador, detenido en el piso 33. Debido a que el sistema de aire acondicionado siguió funcionando, el humo fue extraído de los pisos en fuego e inyectado a los demás, habiendo necesidad de evacuar el edificio. (Reporte de Fire Journal, Enero de 1971.)

F) Lugar: Edificio de oficinas de 47 pisos, en Nueva York, N.Y., E.U.A.

Fecha: 4 de Diciembre de 1970.

Saldo: 3 muertes.

Si el incendio hubiera ocurrido en uno de los pisos superiores, donde no alcanza el chorro de las mangueras desde el exterior, la falta de indicaciones y protecciones, se habría propagado hacia los pisos más elevados. Los empleados de los pisos superiores no fueron alertados del incendio, por lo que con las deficiencias indicadas, no hubieran sabido que medidas tomar en su caso. Dos personas murieron en el hall y un tercero en el elevador. (Reporte de Fire Journal en Marzo de 1971.)

G) Lugar: Hotel de 11 pisos en Tucson, Arizona, E.U.A.

Fecha: 20 de Diciembre de 1970

Saldo: 28 muertes

Las investigaciones indicaron que el fuego se inició un poco antes de la media noche, comenzando y propagándose a través de las dos escaleras con cubos abiertos. Muy poca gente pudo escapar a tiempo del fuego, debido a que el edificio no contaba con sistemas de alarma. Las alfombras y cubiertas decorativas de los muros contribuyeron a incrementar la magnitud del incendio, que arrojó 28 muertes. Los cuerpos de algunas víctimas se encontraron a escasos metros de una ventana de escape. Esta estaba cubierta por una tela. (Reporte de Fire Journal, en Mayo de 1971.)

H) Lugar: Hotel de 17 pisos, en Nueva Orleans, Louisiana, E.U.A.

Fecha: 23 de Julio de 1971.

Saldo: 6 muertes.

Ninguna de las víctimas murió calcinada. La inhalación de humo fue la causa de las muertes. Los huéspedes declararon haber escuchado la alarma, pero que más bien sonaba como un reloj despertador. Cinco personas murieron al tratar de escapar por el elevador desde el piso 15. Este paró en el piso 12 donde era el incendio, y abrió las puertas al humo. El guardia que detectó el incendio en un cuarto, dejó abierta la puerta del cuarto y no accionó la alarma manual. El también fue víctima. (Reporte de Fire Journal, en Julio de 1972.)

I) Lugar: Edificio de oficinas de 31 pisos, Sao Paulo, Brasil.

Fecha: 24 de Febrero de 1972.

Saldo: 16 muertes.

La velocidad del viento y los acabados inflamables en el interior, fueron factores decisivos que contribuyeron a la propagación del Incendio. Las puertas de acceso a las escaleras, eran de madera sólida. Los materiales de los plafones y los paneles divisorios, eran de materiales altamente combustibles, lo que contribuyó a la rápida propagación del fuego. (Reporte de Fire Journal, en Julio de 1972.)

J) Lugar: Edificio de oficinas de 16 pisos, Nueva Orleans, Louisiana, E.U.A.

Fecha: 29 de Noviembre de 1972

Saldo: 6 muertes.

El origen del Fuego, fue un salón de belleza, que contenía productos químicos y una decoración altamente inflamable. Así mismo, los acabados combustibles en el restaurante del piso 16, contribuyeron a la propagación del Fuego. (Reporte de Fire Journal, Mayo de 1973.)

K) Lugar: Edificio de departamentos de 11 pisos, Atlanta, Georgia, E.U.A.

Fecha: 30 de Noviembre de 1992.

Saldo: 10 muertes.

Una combinación de factores contribuyeron a la extensión del incendio: atraso en dar la alarma, puertas abiertas del departamento donde se originó el siniestro, el uso de pasillos para suministrar aire fresco en el sistema de ventilación del Edificio y el uso de alfombras altamente combustibles. Una gran cantidad de humo y gases subieron por el ducto del elevador, dado que las puertas de acceso a éste, en el piso del incendio y en el décimo piso, estuvieron abiertas, formándose tiro.

L) Lugar: Edificio de departamentos de 19 pisos, Ventnor, Nueva Jersey, E.U.A.

Fecha: 15 de Diciembre de 1972

Saldo: 1 muerte.

Un bombero murió y tres más resultaron heridos en el incendio del cuarto piso. Se encontró que el sistema de alarma no era el adecuado, ya que muchos de los ocupantes no pudieron escucharlo cuando se accionó. (Reporte de Fire Journal, Julio de 1973.)

M) Lugar: Edificio de departamentos de 10 pisos, Madison, Wisconsin, E.U.A.

Fecha: 8 de Enero de 1973

Saldo: 3 muertes

El Fuego se originó en un departamento en el cuarto piso, cuya puerta fue dejada abierta después de haber sido descubierto el incendio, permitiendo que el humo y los gases llegaran a los pasillos. Los ocupantes olvidaron activar la alarma manual de incendio después de haber descubierto el fuego. El calor y el humo se extendieron a los pisos superiores a través de los elevadores, porque uno de ellos permaneció en el cuarto piso con sus puertas abiertas. (Reporte de Fire Journal, Septiembre de 1973.)

N) Lugar: Edificio de oficinas de 36 pisos, Bogotá, Colombia.

Fecha: 24 de Julio de 1973

Saldo: 4 muertes

El edificio contaba con una sola escalera que corría desde el sotano hasta la azotea. Las puertas de acceso en cada piso eran de madera. Las paredes divisorias de los cubículos del edificio eran de material fácilmente combustible. El departamento de bomberos recibió el reporte 35 minutos después de que fue descubierto. (Reporte de Fire Journal, Julio de

1974.)

O) Lugar: Tienda de Departamentos de 9 pisos, Kumato, Japón.

Fecha: 28 de Noviembre de 1973

Saldo: 103 muertes.

El fuego se originó, por la concentración de materiales combustibles almacenados en una escalera y se propagó rápidamente a todos los pisos de la tienda. Ninguno de los testigos recordó que hubiera habido alguna alarma de incendio. Indican que no hubo indicación alguna a través del equipo de sonido de la tienda, para guiar a los ocupantes a lugares seguros. La mayoría de las personas escaparon al exterior a través de las escaleras interiores. (Reporte de Fire Journal, Mayo de 1974.)

P) Lugar: Oficinas y departamentos de 25 pisos, Sao Paulo, Brasil.

Fecha: 1 de Febrero de 1974

Saldo: 179 muertes

Mientras la construcción básica del edificio era a prueba de fuego, los acabados interiores consistían enteramente de material combustible, lo que contribuyó a la rápida propagación del fuego a través del edificio. No existía escalera de emergencia externa. No hubo alarma de evacuación local, y no existían señalamientos de salidas de emergencia. Según investigaciones, la rápida propagación del fuego se atribuye a las siguientes causas:

- 1.- Ductos verticales interiores sin protección
- 2.- Excesivo uso de cilindros portátiles de gas L.P.
- 3.- Paneles interiores divisorios y plafón sin ninguna restricción de inflamabilidad.
- 4.- Sección de los huecos en paredes inadecuadas.
- 5.- Demasiada fibra de vidrio sin barreras de fuego apropiadas.
- 6.- La resistencia al fuego de la azotea era inadecuada.
- 7.- El edificio no tenía señales iluminadas de salida o iluminación de emergencia.
- 8.- Instalación eléctrica impropia.

(Reporte de Fire Journal, Julio de 1974.)

Q) Lugar: Hotel de 11 pisos, Virginia Beach, Virginia.

Fecha: 6 de Septiembre de 1974

Saldo: 1 muerte

El incendio estaba inicialmente confinado en el cuarto en el que se originó, en el noveno piso. Si la puerta del cuarto se hubiera mantenido cerrada y se hubiera llamado inmediatamente a los bomberos, el fuego se habría podido extinguir en esa habitación.

(Reporte de Fire Journal, Enero de 1975.)

6.2 TIPOS DE LUGARES A PROTEGER

Para poder definir los tipos de lugares a proteger, a continuación se enlistan las estadísticas de número de incendios, número de muertes producidas y pérdidas monetarias, durante el año de 1971, reportados por la N.F.P.A., en los Estados Unidos Americanos.

TIPO DE LUGAR DONDE SE PRODUJERON LOS INCENDIOS	Número de Incendios		Número de Muertes		Pérdidas en Millones de Dólares	
	Número de Incendios	%	Número de Muertes	%	Pérdidas en Millones de Dólares	%
EDIFICIOS RESIDENCIALES	690	70.2%	6,008	87.3%	174	36.5%
COMERCIO	14	1.4%	0	0.0%	569.5	121.1%
INDUSTRIAS	17	1.7%	470	6.8%	111.6	23.4%
TOTALES	981	100%	6,948	100%	476.1	100%

EDIFICIOS RESIDENCIALES: Casas, apartamentos y hoteles.

COMERCIO: Almacenes, tiendas, restaurantes.

INDUSTRIAS: Molinos, fábricas, industrias.

De estas estadísticas se concluye lo siguiente:

A) Se observa, que los edificios residenciales, son los que tienen el mayor número de incendios y de muertes. Esto indica que los lugares de tipo habitacional, son los que deben considerarse como los más importantes a proteger.

B) El valor de las pérdidas monetarias, es independiente del tipo de lugares donde

CAPITULO VII

DESARROLLO DE PROYECTO #1: "NAVE INDUSTRIAL"

7.1 DESCRIPCION

La edificación a proteger es una Nave Industrial, que se usará para la fabricación de zapatos, la cual se encuentra en la fase de proyecto para su construcción, y se conforma de las siguientes partes:

1.- Nave industrial con una altura de 6 metros, la cual tiene tres divisiones:

- A) Bodega de Materia Prima, dimensiones: 10 * 15 metros
- B) Fabricación de zapatos, dimensiones: 30 * 60 metros
- C) Bodega de producto terminado, dimensiones: 10 * 15 metros

2.- Adyacente a la nave industrial, habrá dos cuerpos, con planta alta y planta baja cada uno.

A) PLANTA BAJA, con una altura de 3 metros

* Cuerpo 1 :

- Vestíbulo de entrada, dimensiones: 5 * 5 m
- Baños de mujeres, dimensiones: 5 * 20 m
- Baños de hombres, dimensiones: 5 * 7 m

- Comedor, dimensiones: 15 * 8 m
- Almacén de alimentos y parrillas, dimensiones:
5 * 6 m
- Casa de máquinas, dimensiones 8 * 5 m

B) PLANTA ALTA, con una altura de 3 metros

*** Cuerpo 1**

- Oficinas, dimensiones 5 * 30 m

*** Cuerpo 2**

- Salón de usos múltiples, dimensiones: 8*15 m
- Bodega de papelería, dimensiones: 5 * 3 m

7.2 BASES TECNICAS DE DISEÑO:

7.2.1 Riesgos a considerar en la protección contra incendio, según norma N.F.P.A.-13.

De esta edificación, se observan los siguientes riesgos:

A) RIESGO LEVE, el cual lo conforman:

- Oficinas
- Salón de usos múltiples
- Comedor
- Vestíbulo de entrada

B) RIESGO ORDINARIO 1, el cual lo conforman:

- Area de fabricación de zapatos
- Bodega de papelería
- Almacén de alimentos y parrillas

C) RIESGO ORDINARIO 2, el cual lo conforman:

- Bodega de materia prima
- Bodega de producto terminado

7.2.2 Metodología.- El diseño de ubicación de los rociadores en la edificación, se desarrolla procurando una distribución uniforme y lógica, basado en las normas NFPA, y dibujado sobre los planos arquitectónicos, tomando en cuenta la localización de paredes, ventanas, cancelas, etc.

El diseño de protección automática, es compatible con cualquier sistema de alarmas.

Se hará el cálculo hidráulico, de todas las partes del sistema. El almacenamiento de agua, se tiene en una cisterna, localizada bajo el sistema de bombeo.

7.3 ALTERNATIVAS DE DISEÑO Y SELECCION OPTIMA

Para poder optimizar un sistema, se plantean distintas soluciones. En el diseño de la protección automática, la variable fija es el sembrado de rociadores, pues a este lo fija la norma N.F.P.A.. La trayectoria de tubería, tiene libertad de distribución.

El sistema se puede diseñar, de las siguientes formas: (Ver el anexo 41)

1. Una tubería vertical para los tres riesgos.
2. Dos tuberías verticales, la primera para riesgo leve y la segunda para riesgos ordinarios 1 y 2.
3. Tres tuberías verticales, una para cada riesgo.

7.3.1 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Los conceptos, que se estudian son los siguientes:

A) Presión dinámica total en el sistema. El criterio que lo califica como variable óptima, es la menor presión posible en el sistema. La presión en el sistema se calcula con el balance de energía a condiciones dinámicas, en las cuales intervienen, las pérdidas por fricción, la carga hidrostática, y la carga geométrica. Esta última es la altura física de un tramo de tubería, la cual tiene mayor influencia en el sistema, ya que el flujo vence la fuerza de gravedad. En este caso, los diferentes riesgos a considerar, tienen localizados los rociadores a la misma altura, por lo que la presión para cada opción, prácticamente es la misma.

B) Caudal total del sistema. El caudal total del sistema, se calcula de acuerdo a las normas N.F.P.A., debiéndose ejecutar antes de desarrollar los cálculos hidráulicos.

$$Q_{TOTAL} = Q_A + Q_B + Q_C$$

Donde:

$Q_{\text{TOTAL}} =$ Caudal total

$Q_A =$ Caudal para riesgo leve

$Q_B =$ Caudal para riesgo ordinario 1

$Q_C =$ Caudal para riesgo ordinario 2

Para calcular los caudales parciales, se toma una base de área remota, y se leen las densidades correspondientes en las gráficas de los anexos 20, 21 y 22.

Area remota para cada riesgo = 1500 pies²

$$Q_A = 1500 \text{ pies}^2 \cdot 0.1 \text{ GPM/pie}^2 = 150 \text{ GPM}$$

$$Q_B = 1500 \text{ pies}^2 \cdot 0.16 \text{ GPM/pie}^2 = 240 \text{ GPM}$$

$$Q_C = 1500 \text{ pies}^2 \cdot 0.19 \text{ GPM/pie}^2 = 285 \text{ GPM}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_A + Q_B + Q_C = 150 + 240 + 285 = 675 \text{ GPM}$$

De acuerdo a la norma N.F.P.A. 20-2-19, (ver anexo 29), el caudal total debe ser 750 GPM. Por lo tanto el caudal total del sistema para cada opción es el mismo.

C) Equipo de Bombeo. Las variables que fijan la capacidad de bombeo, son la presión y los caudales. En este caso, dado que estas variables no cambian respecto a las diferentes opciones planteadas, el equipo de bombeo, es el mismo para cualquier opción.

D) Tubería. El criterio que define al sistema óptimo, es una trayectoria sencilla, la cual debe tener el menor recorrido de agua por las tuberías.

E) Accesorios y Soportes. Este punto tiene relación con el anterior, porque si el sistema se diseña con más tubería de la necesaria, la cantidad de accesorios aumenta, y aumenta el peso de tuberías aéreas a instalar.

7.3.2 SELECCION DE ALTERNATIVA

Los puntos A al E son calificados independientemente para cada sistema, lo cual se resume en el siguiente cuadro:

CONCEPTO	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
A) FRESION TOTAL	10	10	10
B) CALDAL TOTAL	10	10	10
C) EQUIPO DE BOMBEO	10	10	10
D) TUBERIA	10	8	6
E) ACCESORIOS Y SOPORTES	10	7	5
CALIFICACION TOTAL	50	45	41

Del cuadro anterior, se observa que la opción que tiene mayor calificación es la opción 1, es decir, un "Riser" que alimente a los tres tipos de riesgos y que soporte el caudal total del sistema.

Los criterios para obtener la calificación anterior son los siguientes:

A) La presión total es prácticamente la misma para todos los sistemas, porque en el cálculo de tuberías, la presión a proporcionar es la suma de:

- a) La presión necesaria debida a pérdidas por fricción.
- b) Altura a vencer.
- c) Presión disponible en el punto de referencia.

La experiencia indica que la mayor contribución a la Carga Dinámica Total ó Presión Total del Sistema la proporciona la altura física a vencer.

Dado que en este caso las tuberías que cubren a las áreas correspondientes, están a la misma altura, la presión dinámica a vencer es la misma.

De acuerdo a lo anterior, las tres opciones tienen la misma calificación.

B) El caudal total (750 GPM) es el que debe proporcionar el equipo de bombeo de acuerdo a las normas, por lo que esto es independiente de la distribución de tuberías y cada opción tiene la misma calificación.

C) Equipo de Bombeo.- Dado que para cualquier opción, la capacidad de bombeo es la misma, las tres opciones tienen la misma calificación.

D) Tubería.- Como ya se mencionó el criterio que define la distribución de tuberías, es el sistema que tenga la trayectoria más sencilla. Las opciones 2 y 3 al seccionar

los riesgos en sus diferentes áreas, aumentan las tuberías, por lo que la alternativa 1 merece la mejor calificación con respecto a las otras opciones.

E) Accesorios y Soportes.- Esto tiene relación con el punto anterior, por lo que la Opción 1 es la que merece la mayor calificación.

7.4 DISEÑO HIDRAULICO Y CALCULOS

El diseño de este sistema, se resume en tres planos, los cuales son:

- 1) Diagrama de flujo y casa de máquinas.
- 2) Planta y corte de la ubicación de la instalación, mismo que se realiza sobre el plano arquitectónico de la nave industrial.
- 3) Isométrico General de tuberías.

7.4.1 CALCULO DE SEMBRADO DE ROCIADORES, SEGUN EL RIESGO.

El criterio de distanciamiento de rociadores, lo fijan:

- a) Distanciamiento máximo, según norma NFPA 13-4 (Ver tabla 5 en el numeral 3.4.4.2)
- b) Área de cobertura según norma NFPA 13-4 (Ver tabla 7 en el numeral 3.4.4.2.)

La cobertura del esparido de agua de cada rociador, está ilustrado en los anexos 42, 43 y 44, los cuales respectivamente, muestran el efecto del agua en el área remota de cada riesgo.

Los criterios de Selección de cada área remota son los siguientes:

1) Punto más alejado tanto en altura como en recorrido horizontal a donde debe llegar agua.

2) Cuando existan dos o más posibilidades, se debe proceder al cálculo hidráulico de cada uno y la que necesite más presión hasta un punto donde las diferentes posibilidades se unan, será el área remota.

7.4.2 CALCULO DE SUMINISTRO DE AGUA

La duración máxima de combate en minutos, según norma NFPA 2-2.1.1, DEBE SER 90 minutos.

$$\begin{aligned}\text{Volumen de almacenamiento} &= 750 \text{ GPM} * 90 \text{ Min} = 67.500 \text{ galones} \\ &= 67.500 \text{ galones} * 3.785 \text{ l/galón} = 255.488 \text{ l} \\ &= 256 \text{ m}^3\end{aligned}$$

7.4.3 CALCULO DE DIAMETROS Y CARGA DINAMICA TOTAL

7.4.3.1 CALCULO DE CAUDAL DE ROCIADORES Y SU SELECCION

A) RIESGO LEVE

- Area por rociador = 226 piés^2 (21 m^2)

- Rociador con orificio normal, $K=5.6$

- Area remota = 1500 piés^2

- Densidad = 0.10 GPM/pie^2

$$Q_{\text{LEVE}} = 226 \text{ piés}^2 * 0.10 \text{ GPM/pie}^2 = 22.6 \text{ GPM} (1.42 \text{ lps})$$

$$P_{\text{LEVE}} = \text{Presión del rociador más desfavorable}$$

$$P_{LEVE} = (22.6/5.6)^2 = 17 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (12 m c.a.)}$$

B) Riesgo Ordinario grupo 1

- Area por rociador = 130 piés² (12 m²)

- Rociador con orificio normal, K=5.6

- Area Remota = 1500 piés²

- Densidad = 0.16 GPM/pie²

$$Q_{ORDINARIO-1} = 130 \times 0.16 = 20.8 \text{ GPM (1.31 lps)}$$

$$P_{ORDINARIO-1} = (20.8/5.6)^2 = 13.8 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (9.7 m c.a.)}$$

C) Riesgo Ordinario grupo 2

- Area por rociador = 130 piés² (12 m²)

- Rociador con orificio normal, K=5.6

- Area Remota = 1500 piés²

- Densidad = 0.19 GPM/pie²

$$Q_{ORDINARIO-2} = 130 \times 0.19 = 24.7 \text{ GPM (1.55 lps)}$$

$$P_{ORDINARIO-2} = (24.7/5.6)^2 = 19.45 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (13.68 m c.a.)}$$

7.4.3.2 CALCULO DE DIAMETROS

Este se divide en las siguientes partes:

A) Cálculo Hidráulico en área remota del riesgo Ordinario-2

B) Cálculo Hidráulico en área remota del riesgo Ordinario-1

D) Cálculo Hidráulico en el "Riser"

E) Criterios de especificación de los diámetros de las tuberías favorables.

Los puntos de cálculo hidráulico, son los que tienen derivaciones de flujo. A continuación se muestran resultados de cálculo correspondientes al área remota del riesgo Ordinario-2 y del riesgo Ordinario-1, el cual fue hecho en un programa por computadora, que se denomina "Cálculos Hidráulicos para Sistemas de Rociadores Automáticos", elaborado por GRUPO CERVANTES ALATORRE S.C. y el Software tiene registro en trámite.

ESPECIALIDAD : PROTECCION CONTRA INCENDIO
PROYECTO : SISTEMA DE ROCIADORES. TUBERIA HUMEDA
TESIS
FABRICA DE CALZADO
CALCULO EN AREA REMOTA DEL RIESGO ORDINARIO-2
ROCIADOR MAS DESFAVORABLE

TUBERIA DE ACERO CEDULA 40	TRAMO	GASTO	DIAM	VELOC	LR	LE	LT	HF	NTR	NG	NH	NDIS
1-2	1.6	32	1.6	3.9	1.5	5.4	11.6	0.6	0.0	13.7	14.3	
1 CODOS 90 STANDARD												
1 REDUCCION DE 13 * 32												
2-3	2.9	38	2.2	3.9	1.1	5.0	17.2	0.9	0.0	14.3	15.2	
1 TEES LONGITUDINALES												
1 REDUCCION DE 32 * 38												
3-4	5.8	100	0.7	3.2	6.9	10.1	0.7	0.1	0.0	15.2	15.3	
1 TEES TRANSVERSALES												
1 REDUCCION DE 75 * 100												
4-5	11.6	100	1.4	3.2	0.0	3.2	2.6	0.1	0.0	15.3	15.4	
5-6	16.1	100	2.0	1.0	0.0	1.0	4.8	0.0	0.0	15.4	15.4	

GASTO: En litros por segundo
DIAM: Diámetro en milímetros
VELOC: Velocidad en metros por segundo
LR: Longitud real en metros
LE: Longitud equivalente en metros
LT: Longitud total en metros
HF: Pérdidas por fricción metros c.a. en 100 metros
NTR: Pérdidas por fricción en el tramo dada en metros c.a.
NG: Carga estática en metros c.a.
NH: Carga piezométrica en metros c.a.
NDIS: Carga disponible en metros c.a., PRESION AL FINAL DEL TRAMO

ESPECIALIDAD : PROTECCION CONTRA INCENDIO
 PROYECTO : SISTEMA DE ROCIADORES. TUBERIA HUMEDA
 TESIS
 FABRICA DE CALZADO
 CALCULO EN AREA REMOTA DEL RIESGO ORDINARIO-1
 ROCIADOR MAS DESFAVORABLE

TUBERIA DE ACERO CEDULA 40	TRAMO	GASTO	DIAM	VELOC	LR	LE	LT	HF	HTR	HG	HH	NDIS
10-11	1.3	32	1.4	3.9	1.5	5.4	8.5	0.5	0.0	9.7	10.2	
1 COCCS 90 STANDARD												
1 REDUCCION DE 13 * 32												
11-12	2.4	38	1.9	3.9	1.1	5.0	12.6	0.6	0.0	10.2	10.8	
1 TEES LONGITUDINALES												
1 REDUCCION DE 32 * 38												
12-13	3.6	51	1.7	3.9	1.3	5.2	7.7	0.4	0.0	10.8	11.2	
1 TEES LONGITUDINALES												
1 REDUCCION DE 38 * 51												
13-14	4.8	51	2.2	1.8	1.3	3.1	13.0	0.4	0.0	11.2	11.6	
1 TEES LONGITUDINALES												
14-15	9.6	76	2.0	3.8	4.7	8.5	6.9	0.6	0.0	11.6	12.2	
1 TEES TRANSVERSALES												
1 REDUCCION DE 51 * 76												
15-8	12.0	76	2.5	23.5	11.0	34.5	10.4	3.6	0.0	12.2	15.8	
7 TEES LONGITUDINALES												

GASTO: En litros por segundo
 DIAM: Diámetro en milímetros
 VELOC: Velocidad en metros por segundo
 LR: Longitud real en metros
 LE: Longitud equivalente en metros
 LT: Longitud total en metros
 HF: Pérdidas por fricción metros c.a. en 100 metros
 HTR: Pérdidas por fricción en el tramo dada en metros c.a.
 HG: Carga estática en metros c.a.
 HH: Carga piezométrica en metros c.a.
 NDIS: Carga disponible en metros c.a., PRESION AL FINAL DEL TRAMO

El Siguiete cuadro es un resumen de resultados del Sistema de Rociadores automáticos en la fábrica de Calzado en estudio:

RIESGO LEVE

	DIAMETRO (mm)	Q (l/seg)	v (m/seg)	h _i (%)	H _{dis} (m c.a.)	NOTAS
14-19	25	1.4	2.5	37.4	12.9	ROCIADOR MAS DESFAVORABLE
19-20	32	2.8	2.9	35.4	14.9	RAMAL
20-21	38	4.3	3.2	35.4	16.0	RAMAL
21-22	51	5.7	9.5	17.8	18.0	RAMAL
25-26	25	1.4	2.5	37.4	13.6	RAMAL
26-27	32	2.7	2.8	32.8	15.0	RAMAL
27-28	38	4.1	3.1	32.8	16.0	RAMAL
28-22	100	6.8	0.8	1.0	16.1	LINEA CRUCE
22-23	100	12.5	1.5	3.0	18.1	LINEA CRUCE
23-24	100	19.3	2.3	6.7	18.8	LINEA CRUCE

RIESGO ORDINARIO-I

	DIAMETRO (mm)	Q (l/seg)	v (m/seg)	h _i (%)	H _{dis} (m c.a.)	NOTAS
10-11	32	1.3	1.4	8.5	10.2	ROCIADOR MAS DESFAVORABLE
11-12	38	2.4	1.9	12.6	10.8	RAMAL
12-13	51	3.6	1.7	7.7	11.2	RAMAL
13-14	51	4.8	2.2	13.0	11.6	RAMAL
14-15	76	9.6	2.0	6.9	12.2	LINEA CRUCE
15-5	76	12.0	2.5	10.4	15.8	LINEA CRUCE

RIESGO ORDINARIO-2

	DIAMETRO (mm)	Q (lps)	v (m/seg)	h _f (%)	H _{man} (m c a)	NOTAS
1-2	22	16	16	116	143	ROCIADOR MAS DESFAVORABLE
2-3	38	29	22	172	152	RAMAL
3-4	100	58	0.7	0.7	153	LINEA CRUCE
4-5	100	116	1.4	26	154	LINEA CRUCE
5-6	100	161	2.0	45	154	LINEA CRUCE

RISER

	DIAMETRO (mm)	Q (l/seg)	v (m/seg)	h _f (%)	H _{man}	NOTAS
6-5	100	16.1	2.0	4.5	18.0	INCLUYE SOLO CAUDAL RIESGO ORDINARIO-2
8-9	151	28.1	1.5	1.5	18.6	INCLUYE CAUDAL RIESGO ORDINARIO 1 Y 2
24-9	151	31.3	1.7	3.0	21.0	INCLUYE CAUDAL RIESGO LEVE Y ORDINARIO-1
9-25	151	47.4	2.5	6.7	25.3	INCLUYE CAUDAL DE LOS TRES RIESGOS

Estos resultados, se muestran en los planos PCI-01, PCI-02 y PCI-03.

Criterios de especificación de diámetros de las tuberías favorables:

A) Los diámetros mínimos, deben ser los que corresponden a las tuberías paralelas ó simétricas del área remota, y aunque se deben calcular todos los tramos, a priori se observa que la presión necesaria está cubierta por la del área remota.

B) Cuando una edificación a proteger es de tipo horizontal, y dado que la altura es constante, se debe elaborar una tabla de diámetros, dependiendo de los rociadores a alimentar.

Si la edificación a proteger es un edificio de Gran Altura, se recomienda proceder al

cálculo de abatimiento de diámetros debido a la sobrepresión.

7.4.4. CALCULO DE CAPACIDAD DE BOMBEO

De acuerdo a los cálculos de diámetros y de caudales, los datos obtenidos son:

Al 100 %

(Q) Caudal Total = 750 GPM (47.32 lps)

(C.D.T.) Carga Dinámica Total = 92.84 Ft (28.3 m.c.a.)

Al 150 % de Q y 65 % de C.D.T.

Q' = 1125 GPM (71 lps)

C.D.T.' = 60.34 ft (18.395)

POTENCIA DE LA BOMBA PRINCIPAL.-

$BHP_A = \text{Potencia al } 100\% \text{ de } Q \text{ y } 100\% \text{ de carga} = (47.32 \times 28.3) / (76 \times 0.7) = 25.172$

$BHP_B = \text{Potencia al } 150\% \text{ de } Q \text{ y } 65\% \text{ de carga} = (71 \times 18.39) / (76 \times 0.7) = 24.54$

La potencia nominal comercial es de 25 HP

POTENCIA DE LA BOMBA DE EMERGENCIA (BHP_T) (Ver numeral 5.2.6).-

$BHP_T = BHP_1 - BHP_2$

$BHP_1 = 25.17$

$BHP_2 = 25.17 \times (C_A + C_T - 1)$

C_A = Factor de Corrección por altura sobre el nivel del mar

C_T = Factor de Corrección por Temperatura arriba de 25 grados Centígrados

La ubicación de la fábrica de calzado se encuentra a 2.300 m sobre el nivel del mar y la temperatura promedio de la localidad es de 30 grados Centígrados. De acuerdo a N.F.P.A. 20 8-2.2.1 y 8-2.2.4

$$C_A = 0.78$$

$$C_T = 0.99$$

$$BHP_2 = 25.17 * (0.78 + 0.99 - 1) = 19.38$$

$$BHP_T = 25.17 + 19.38 = 45 \text{ HP}$$

CALCULO DE LA BOMBA PRESURIZADORA: (BHP_{PRES})

$$Q = 47.32 \text{ lps} * 0.10 = 4.7 \text{ lps}$$

$$C.D.T. = 28.3 \text{ m.c.a.}$$

al 100 %

$$BHP_{PRES} = (4.7 * 28.3) / (76 * 0.6) = 2.91$$

al 150 % Q y 65 % C.D.T.

$$BHP'_{PRES} = (7.05 * 18.4) / (76 * 0.6) = 2.84$$

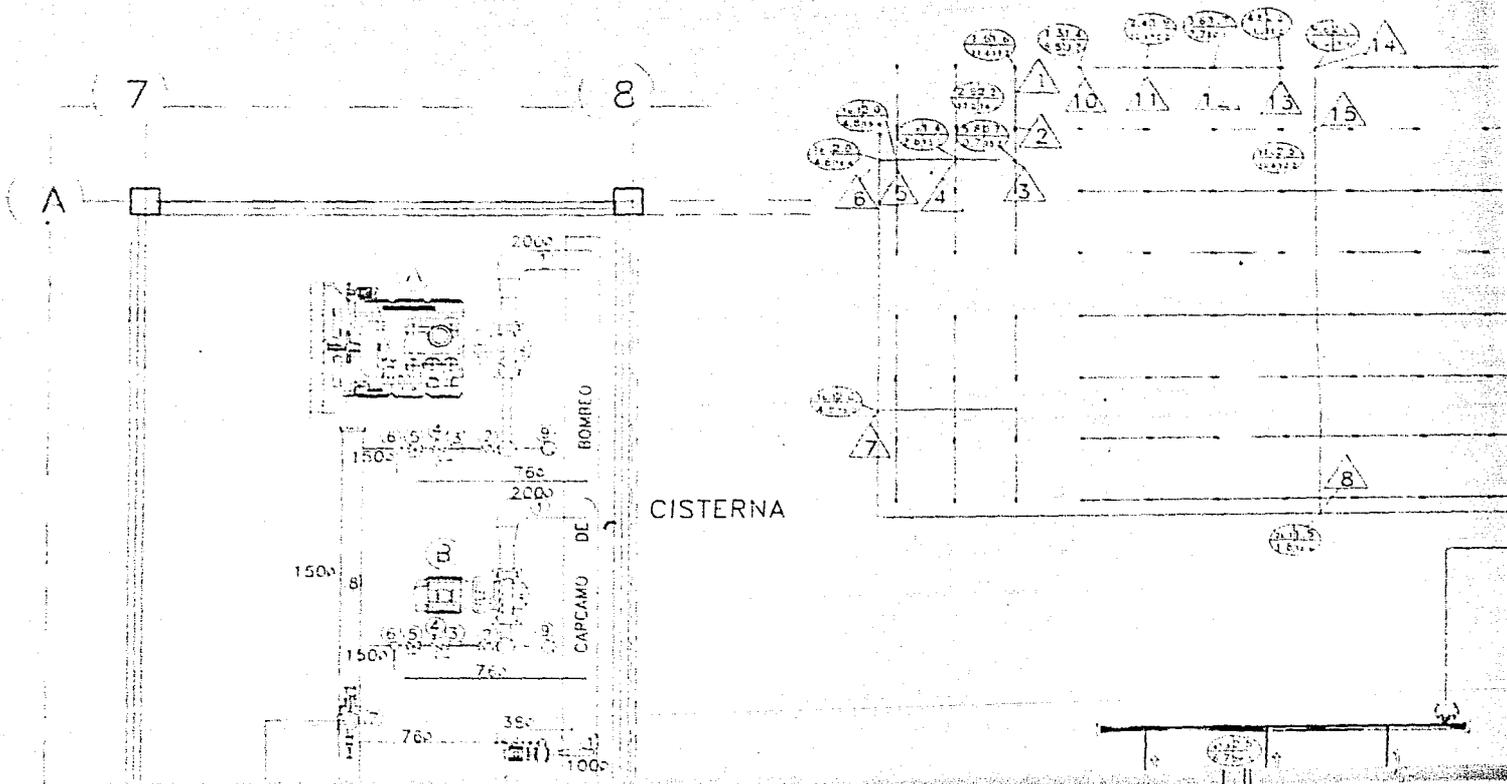
La potencia nominal comercial más cercana es 3 HP.

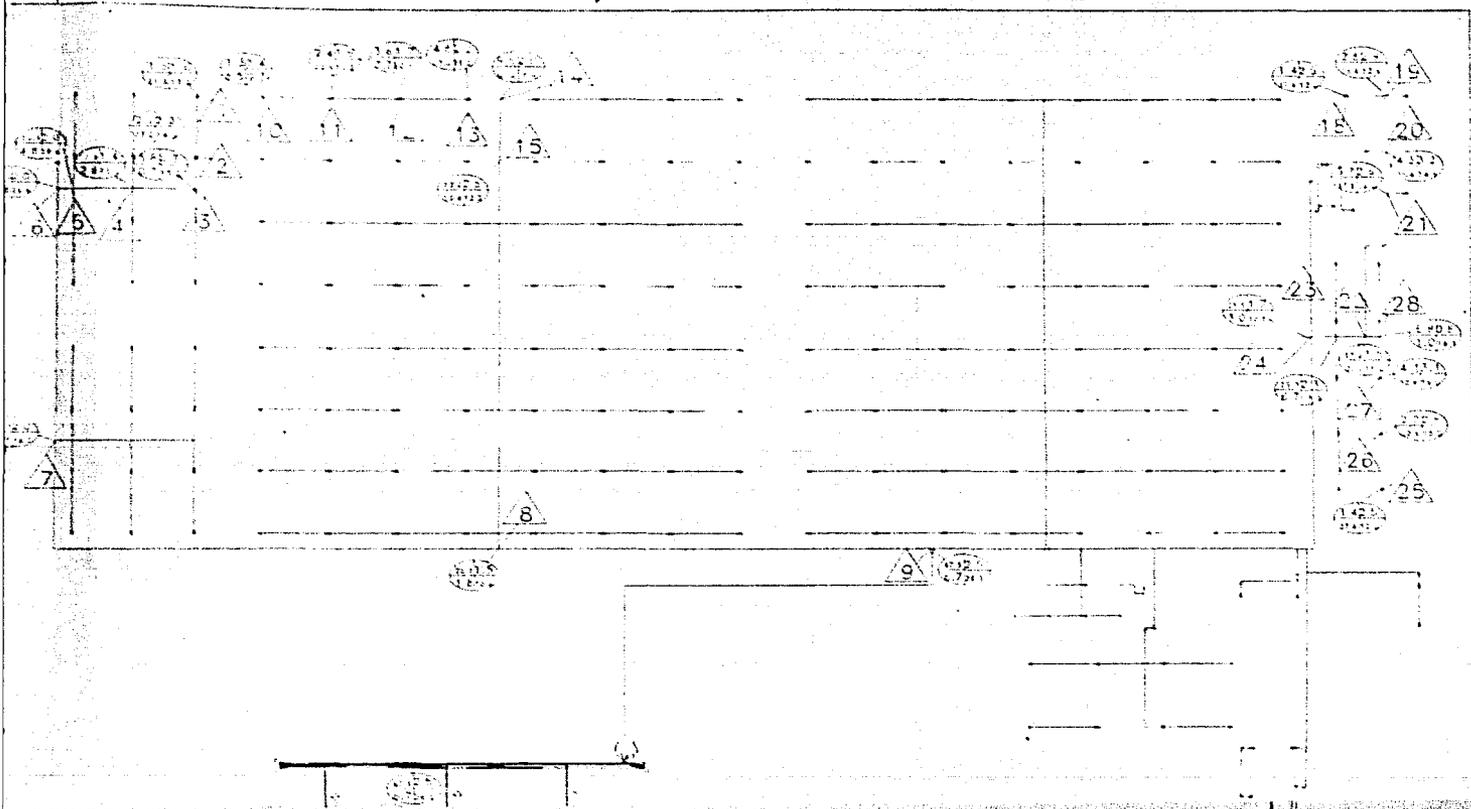
7.5. PLANOS DE PROYECTO

PCI-01 DIAGRAMA DE FLUJO Y CASA DE MAQUINAS

PCI-02 PLANTA Y CORTES

PCI-03 ISOMETRICO GENERAL DE TUBERIAS







CASA DE
MAQUINAS
ESC. 1:50

SIMBOLOGIA

	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA		VALVULA CHECK
	MOTOR ELECTRICO		ROCIADOR TIPO PENDENT
	RICHANCHA		EXTREMO DEL TRAMO
	BOMBA		CAUDAL (lps)
	VALVULA DE ALARMA		VELOCIDAD (m/seg)
	VALVULA DE MARIPOSA		PERDIDAS POR FRICCION (m/100m)
			CARGA DISPONIBLE EN (m.c.a.)

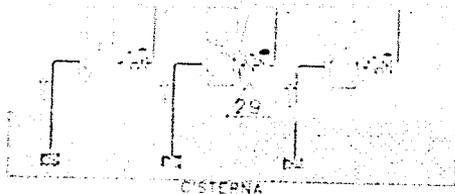


GUIA MECANICA

(A) BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL CON LA CARCASA DEL IMPULSOR TIPO BIPARTIDO, I CON APROBACIONES U.L. Y F.M. PARA TRABAJAR A UN GASTO DE 750 GPM, CONTRA 92.84 PIES CON DIAMETRO DE SUCCION DE 6" Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 6" CON IMPULSOR DE BRONCE. LA BOMBA DEBE ESTAR ADECUADA A UN MOTOR EL CON SIGUIENTES CARACTERISTICAS: MOTOR ACCIONADO POR LA TRANSMISION DE BIENEL, TENIENDO UN 20% EN EXCESO A LA POTENCIA REQUERIDA, CON UNA VELOCIDAD DE SU SISTEMA INTERIOR DE ENFRAMENTO DE CILINDRO BERRADO, CON SU BOMBA PARA EL PROPIO MOTOR, Y UN CONTROLADOR DE TEMPERATURA TIPO THERMOSTAT.

(B) BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL, CON LA CARCASA DEL IMPULSOR TIPO BIPARTIDO, I CON APROBACIONES U.L. Y F.M. PARA TRABAJAR A UN GASTO DE 750 GPM, CONTRA 92.84 PIES, CON DIAMETRO DE SUCCION DE 6" Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 6" CON IMPULSOR DE BRONCE. LA BOMBA DEBE ESTAR ADECUADA A UN MOTOR EL CON SIGUIENTES CARACTERISTICAS: MOTOR ACCIONADO POR LA TRANSMISION DE BIENEL, TENIENDO UN 20% EN EXCESO A LA POTENCIA REQUERIDA, CON UNA VELOCIDAD DE SU SISTEMA INTERIOR DE ENFRAMENTO DE CILINDRO BERRADO, CON SU BOMBA PARA EL PROPIO MOTOR, Y UN CONTROLADOR DE TEMPERATURA TIPO THERMOSTAT.

(C) BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL, DENTRO DE LAS NORMAS N.E.P.A. CON APROBACION A UN GASTO DE 745 GPM, CONTRA UNA CARGA DINAMICA TOTAL DE 92.84 PIES, CON SUCCION DE 6" Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 6" CUERPO DE FIERRO FUNDIDO Y LA BOMBA DEBE ESTAR ADECUADA A MOTOR ELECTRICO, CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: POTENCIA = 25 HP, VOLTAGE = 440/220 VOLTS, FRECUENCIA = 60 HZ, VELOCIDAD = 1750 RPM.



NOMENCLATURA

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| ① TUBERIA DE SUCCION | ⑥ VALVULA DE ALIVIO |
| ② JUNTA ANTIVIBRATORIA | ⑦ VALVULA DE ALARMA |
| ③ FILTRO Y | ⑧ CABEZAL DE DISTRIBUCION |
| ④ VALVULA CHECK | ⑨ MANOMETRO |
| ⑤ VALVULA DE MARIPOSA | |

GUIA MECANICA

BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL CON LA CARCAZA DEL IMPULSOR TIPO BIPARTIDO, DENTRO DE LAS NORMAS N.F.P.A., CON APROBACIONES U.L. Y F.M. PARA TRABAJAR A UN GASTO DE 750 GPM. CONTRA UNA CARGA DINAMICA TOTAL DE 92.84 PIES CON DIAMETRO DE SUCCION DE 6" Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 6" CUERPO DE FIERRO FUNDIDO Y CON IMPULSOR DE BRONCE LA BOMBA DEBE DE ESTAR ACOPADA A UN MOTOR ELECTRICO, CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: POTENCIA = 20 HP. VOLTAGE = 440/220 VOLTS. FRECUENCIA = 60 HZ. VELOCIDAD = 3500 RPM.

BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL CON LA CARCAZA DEL IMPULSOR TIPO BIPARTIDO, DENTRO DE LAS NORMAS N.F.P.A., CON APROBACIONES U.L. Y F.M. PARA TRABAJAR A UN GASTO DE 750 GPM. CONTRA UNA CARGA DINAMICA TOTAL DE 92.84 PIES CON DIAMETRO DE SUCCION DE 6" Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 6" CUERPO DE FIERRO FUNDIDO Y CON IMPULSOR DE BRONCE LA BOMBA DEBE DE ESTAR ACOPADA A UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: MOTOR ACCIONADO POR LA COMBUSTION DE DIESEL CON UNA POTENCIA DE 45 HP, TENIENDO UN 20% EN EXCESO A LA POTENCIA REQUERIDA, CON UNA VELOCIDAD DE 1750 RPM EL MOTOR INCLUYE SU SISTEMA INTERIOR DE ENFRIAMIENTO DE CIRCUITO CERRADO, CON SU BOMBA PARA RECIRCULACION ACCIONADA POR EL PROPIO MOTOR, Y UN CONTROLADOR DE TEMPERATURA TIPO TERMOSTATO.

BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL DENTRO DE LAS NORMAS N.F.P.A., CON APROBACIONES U.L. Y F.M. PARA TRABAJAR A UN GASTO DE 450 GPM. CONTRA UNA CARGA DINAMICA TOTAL DE 92.84 PIES CON UN DIAMETRO DE SUCCION DE 6" Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 6" CUERPO DE FIERRO FUNDIDO Y CON IMPULSOR DE BRONCE LA BOMBA DEBE DE ESTAR ACOPADA A UN MOTOR ELECTRICO, CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: POTENCIA = 3 HP. VOLTAGE = 440/220 VOLTS. FRECUENCIA = 60 HZ. VELOCIDAD = 1750 RPM.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

INGENIERIA DE PROYECTO Y SISTEMAS DE
CON PROTECCION CONTRA INCENDIOS Y
AGENTE DE EXTERMINACION BIOLÓGICA AUTOMÁ-
TICAMENTE CON ALERTEO EN TORRE TORREDA

6/20

FECHA DE ENTREGA

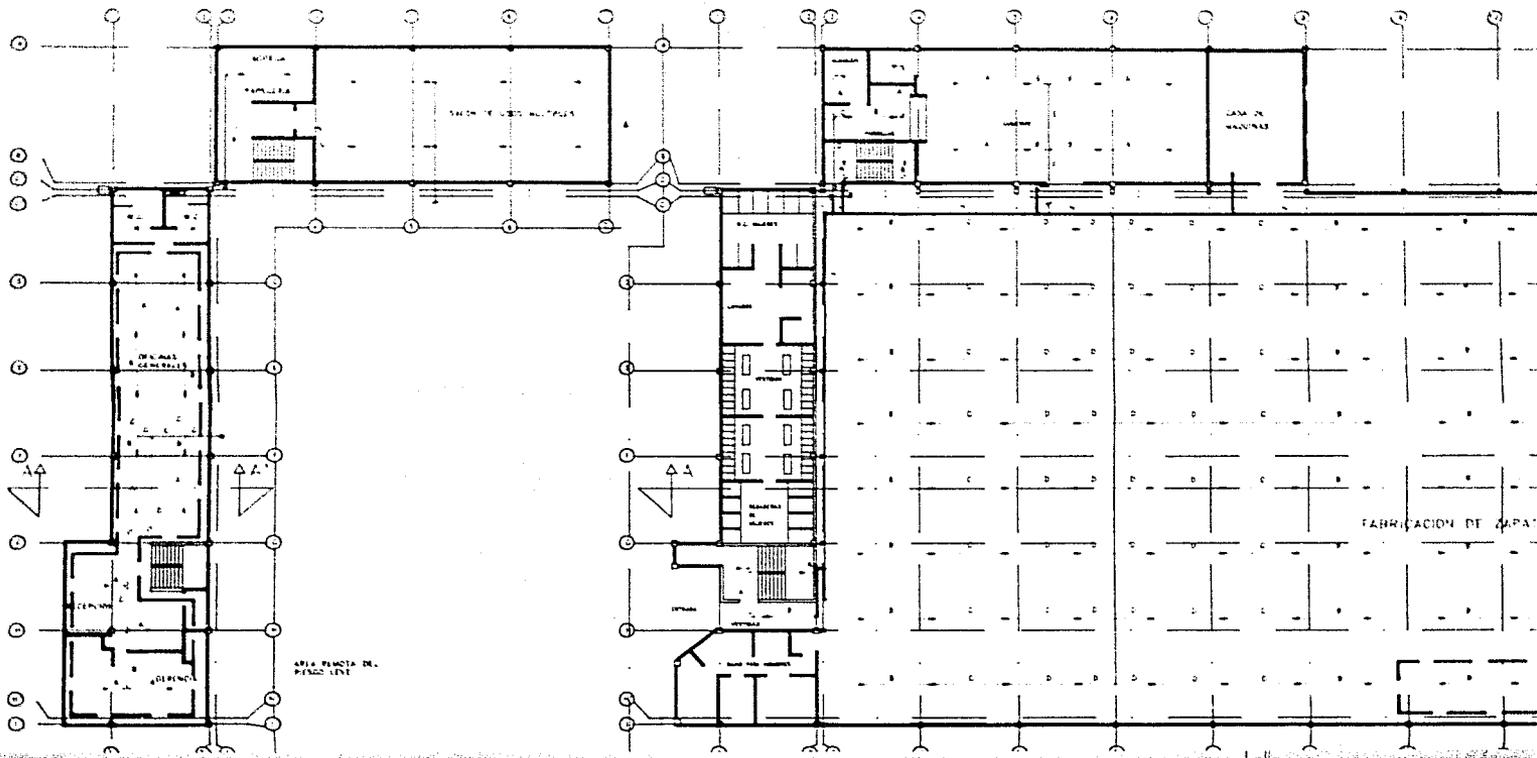
PCI-01

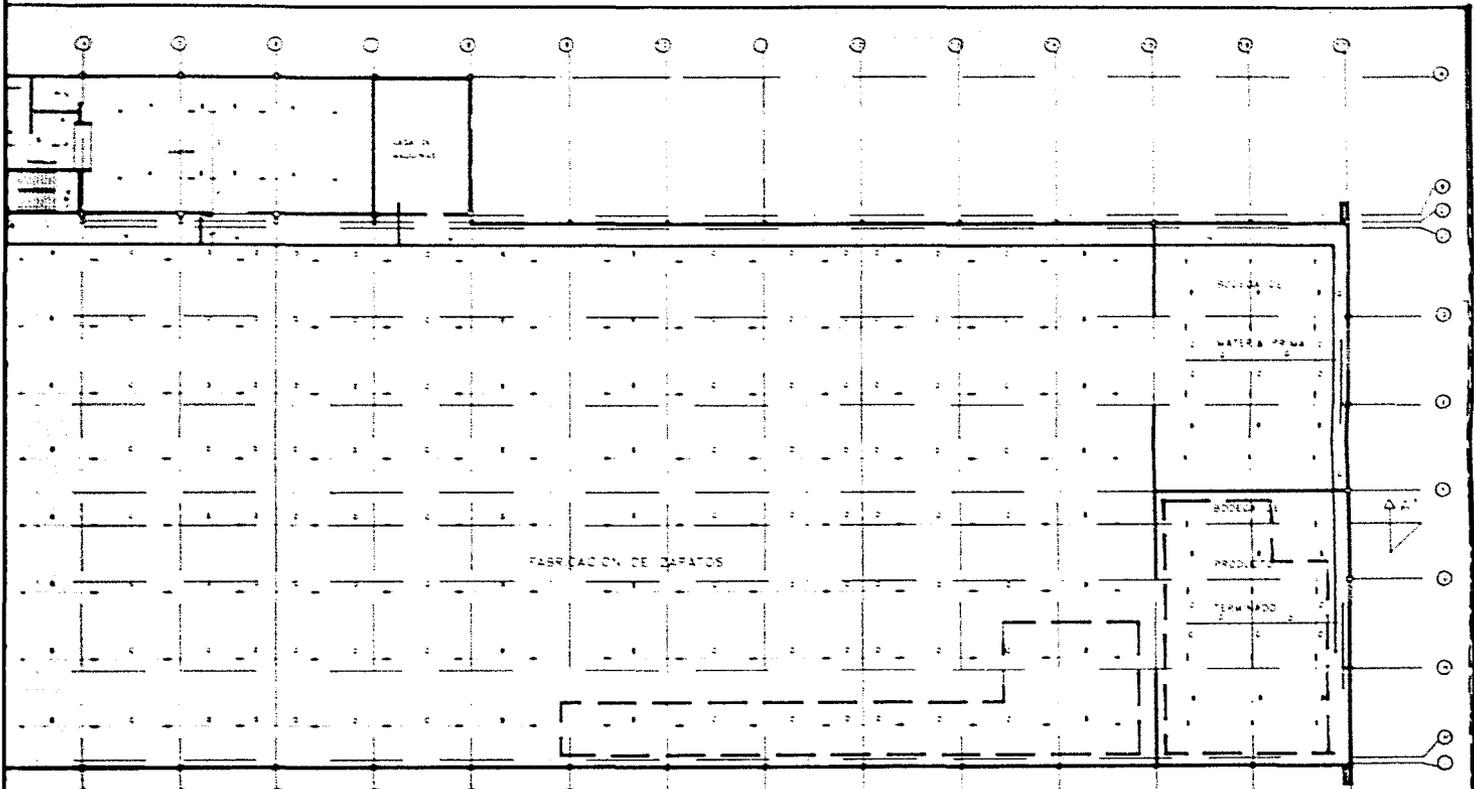
CONTIENE: DIAGRAMA DE FERTILIZACION Y
CASA DE MAQUINAS

24 INCLUIDA

PARRIQUE MANABETE MORALES

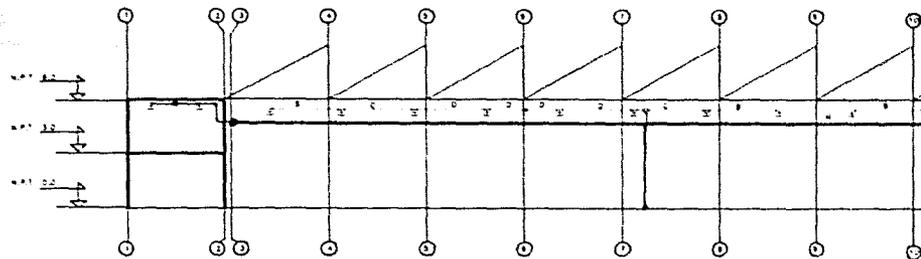
2/7/53





PLANTA ALTA

PLANTA BAJA



CORTE A - A'

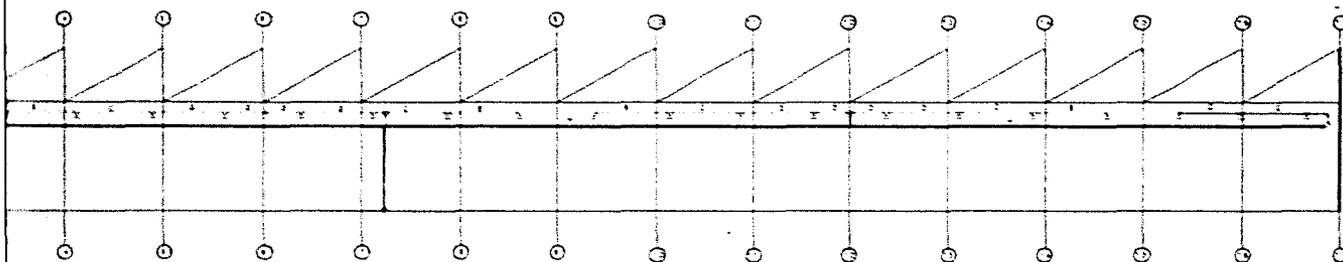
SIMBOLOGIA

	TUBERIA DE ACERO (ACERO)	A	25 mm (1 ")	F	76 mm (3 ")
	TUBERIA DE ACERO (TUBERIA PRINCIPAL)	B	32 mm (1 1/4 ")	G	100 mm (4 ")
	TUBERIA DE ACERO (RAMA)	C	38 mm (1 1/2 ")	H	151 mm (6 ")
	TAPON HEMBRA	D	51 mm (2 ")	I	200 mm (8 ")
	POZADOR	E	64 mm (2 1/2 ")		
	TEE				
	COUDO DE 90 GRADOS				

PLANTA BAJA

UNA PLANTA DE
PERO DIMENSIONES

UNA PLANTA DE
PERO DIMENSIONES



CORTE A - A'

1")	F 76 mm (3")
1/4")	G 100 mm (4")
1/2")	H 151 mm (6")
2")	I 200 mm (8")
1/2")	



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUÍMICA

INGENIERÍA DE PROYECTO EN SISTEMAS DE
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO USANDO COMO
AGENTE DE EXTINCIÓN AGUA ROCIADA AUTOMA-
TICAMENTE CON ASTERISOS EN TUBERÍA HÚMEDA

N.º P.A.C.

TUBERÍA Y CALDO

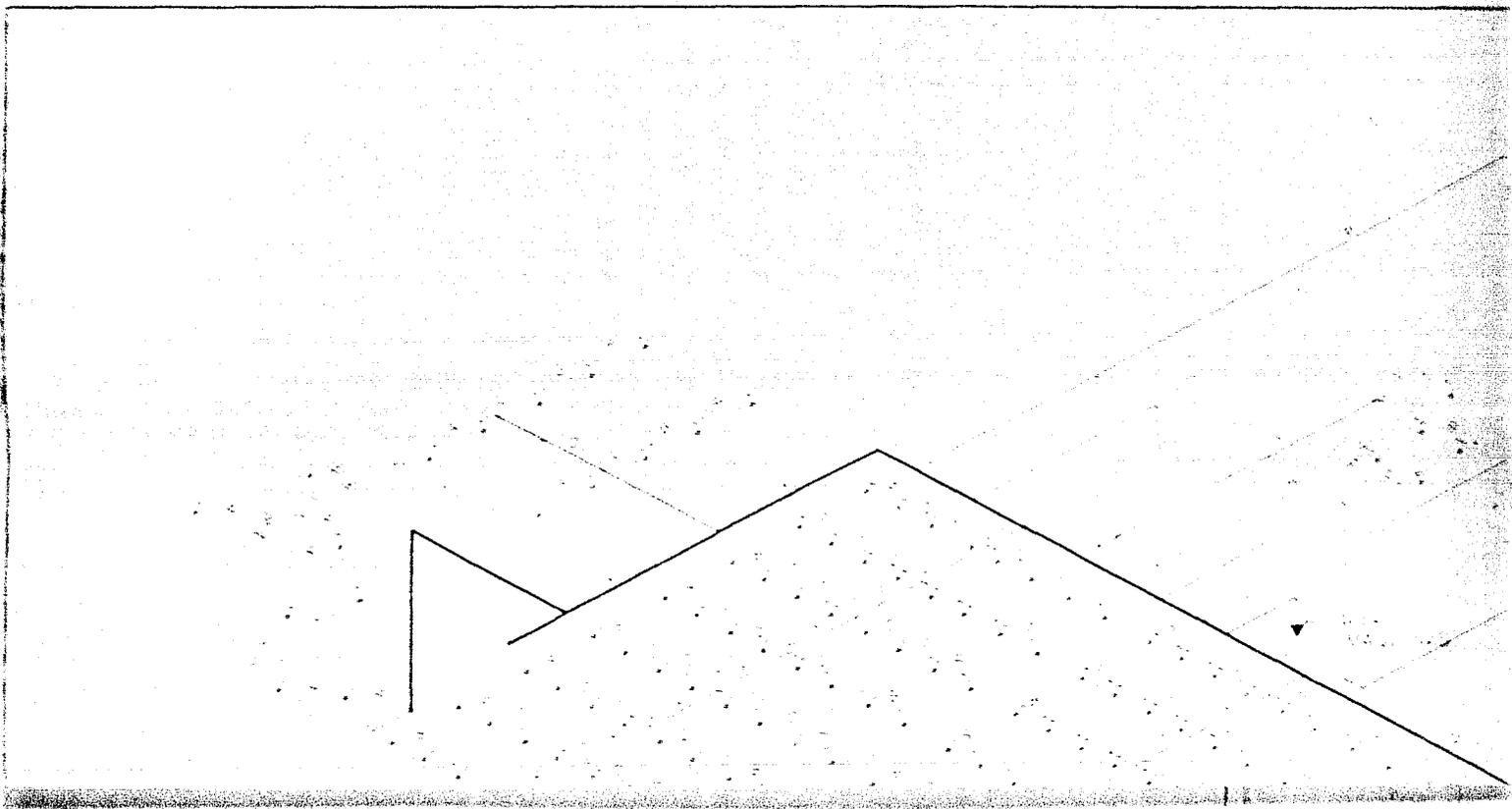
PCI-02

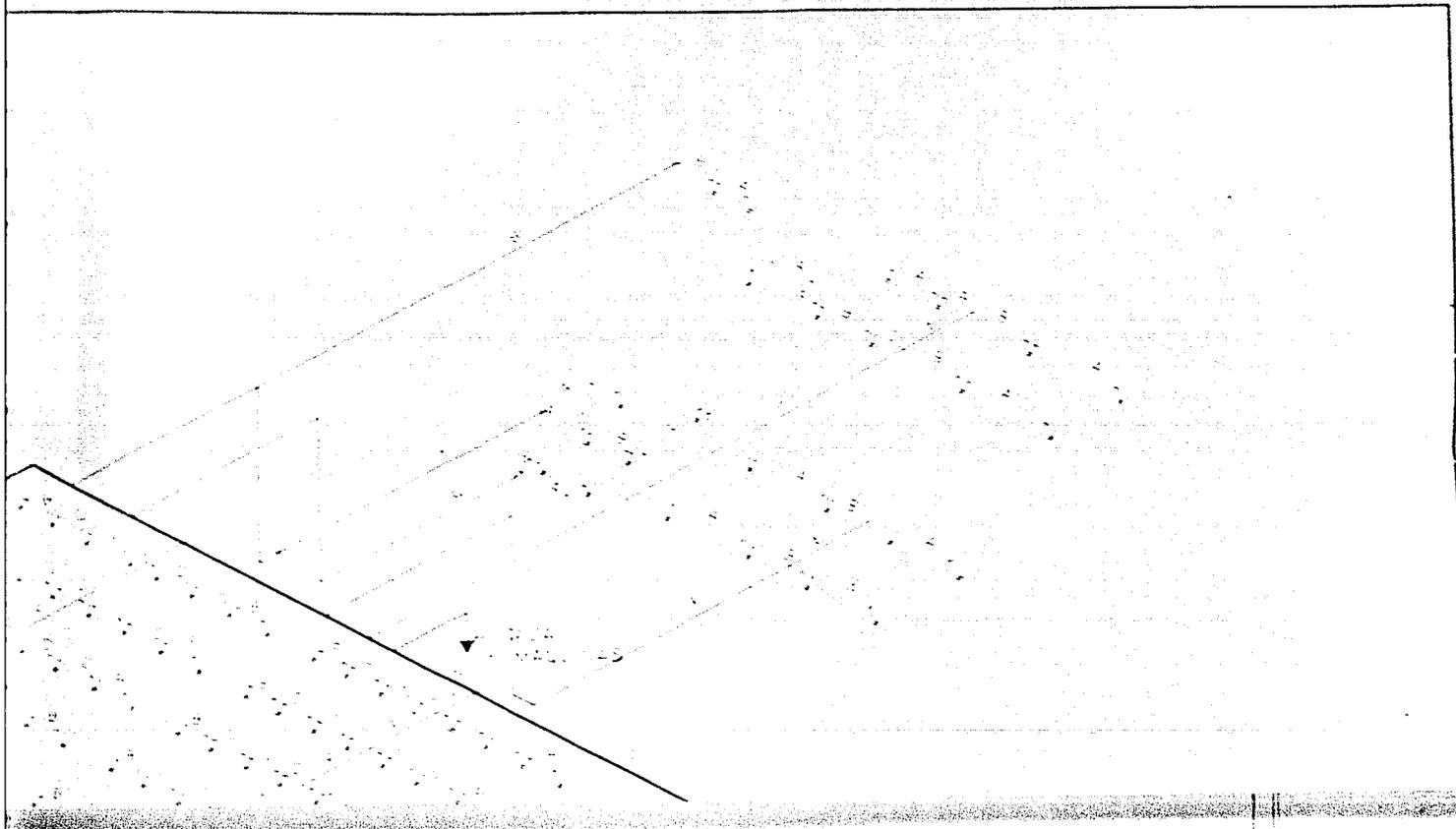
CONTENIDO: PLANTA Y CORTE

ESCALA: 1:200

ELABORADO POR: INGENIERO DONALDO

FECHA: 25.7.82





7.6. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones de proyecto, son las mencionadas en el numeral 5.3, correspondientes a:

- A) Especificaciones Generales
- B) Especificaciones de Materiales
- C) Especificaciones de Equipos
- D) Especificaciones de Procedimientos de ejecución

Por lo que respecta a los incisos A y D son los mismos de los numerales 5.3.1 y 5.3.4 respectivamente.

Las especificaciones de Materiales, se resumen en el siguiente cuadro. Las nomenclaturas a las que se hace mención son las descritas en el numeral 5.3.2.

CONCEPTO	ESPECIFICACION
TUBERIA DE 51 mm DE DIAMETRO Y MENORES	A-5.1
TUBERIA DE 64 mm DE DIAMETRO Y MAYORES	A-6.1
CONEXIONES DE 51 mm DE DIAMETRO Y MENORES	A-5.2
CONEXIONES DE 64 mm DE DIAMETRO Y MAYORES	A-6.2
VALVULA CHECK DE CIERRE AMORTIGUADO MAYORES DE 64 mm	B-3.3
VALVULA DE MARIPOSA MAYORES DE 64 mm	B-1.5
VALVULAS DE ALARMA	C-4.1
ALARMAS	C-4.2
BRIDAS	A-8.2
DETECTOR DE FLUJO	C-4.3
ROCIADORES	TIPO PENDENT STANDARD DIAMETRO NOMINAL = 1.2" DIAMETRO ORIFICIO = 12.7mm TEMPERATURA DE OPERACION = 77 GRADOS C K-5.6

Las especificaciones de equipo son las siguientes:

**"BOMBA CENTRIFUGA TIPO HORIZONTAL. ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO,
PARA EL SERVICIO PRINCIPAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIO"**

Bomba Centrífuga Horizontal, con la carcasa del impulsor tipo bipartido, dentro de las normas N.F.P.A., con aprobaciones U.L. y F.M.. Para trabajar a un gasto de 750 GPM, contra una carga dinámica total de 92.84 pies. Con diámetro de succión de 6", y diámetro de descarga de 6". Cuerpo de fierro fundido y con impulsor de bronce.

La bomba debe de estar acoplada a motor eléctrico, con las siguientes características:

- Potencia = 25 HP
- Voltaje = 440/220 volts
- Frecuencia = 60 Hz
- Velocidad = 3500 RPM

**"BOMBA CENTRIFUGA TIPO HORIZONTAL, ACOPLADA A MOTOR DE
COMBUSTION INTERNA. PARA EL SERVICIO EMERGENTE DE PROTECCION
CONTRA INCENDIO"**

Bomba Centrífuga Horizontal, con la carcasa del impulsor tipo bipartido, dentro de las normas N.F.P.A., con aprobaciones U.L. y F.M.. Para trabajar a un gasto de 750 GPM, contra una carga dinámica total de 92.84 pies. Con diámetro de succión de 6", y diámetro de descarga de 6". Cuerpo de fierro fundido y con impulsor de bronce.

La bomba debe estar acoplada a un motor de combustión interna con las siguientes características:

Motor accionado por la combustión de Diesel, con una potencia de 45 HP , teniendo un 20% en exceso a la potencia requerida, con una velocidad de 1750 RPM. El motor incluye su sistema interior de enfriamiento de circuito cerrado, con su bomba para recirculación accionada por el propio motor, y un controlador de temperatura tipo termostato. Los accesorios del motor son:

- Doble batería para el arranque del motor.
- Dos recargadores.
- Un generador
- Un rectificador de corriente alterna
- Un amperímetro
- Un tacómetro
- Un manómetro
- Un termómetro
- Filtro para Diesel
- Manguera y silenciador para el escape
- Precalentador de agua
- Tanque de combustible de 200 litros
- Filtro de aceite
- Control de velocidad manual

**"BOMBA CENTRIFUGA TIPO HORIZONTAL, ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO,
PARA LA PRESURIZACION CONSTANTE DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA
INCENDIO (BOMBA JOCKEY)"**

Bomba Centrífuga Horizontal, dentro de las normas N.F.P.A., con aprobaciones U.L. y F.M.. Para trabajar a un gasto de 74.5 GPM, contra una carga dinámica total de 92.84 pies. Con diámetro de succión de 2", y diámetro de descarga de 2". Cuerpo de hierro fundido y con impulsor de bronce.

La bomba debe de estar acoplada a motor eléctrico, con las siguientes características:

- Potencia = 3 HP
- Voltaje = 440/220 volts
- Frecuencia = 60 Hz
- Velocidad = 1750 RPM

CAPITULO VIII

DECARROLLO DE PROYECTO #2 "EDIFICIO DE GRAN ALTURA."

8.1 DESCRIPCION

La edificación a proteger es un edificio de gran altura, el cual tiene las siguientes características:

Uso: Hotel

Altura desde el piso de la calle: + 118 m hasta el nivel más alto a proteger.

Profundidad desde el piso de la calle hasta el nivel de sotano más profundo : - 14 m

Divisiones por zonas arquitectónicas:

El hotel se divide en 2 zonas importantes, Torre y áreas públicas:

T O R R E. (Aqui se ubican las habitaciones):

- * Planta azotea
- * Piso 42, Nivel +112.55 (Piso tipo más alto).
- * Pisos 41 al 10, Nivel +109.05 hasta el nivel +14.64.

A R E A S P U B L I C A S: (Aqui se ubican comercios, lobby y servicios):

- * Salón de fiestas y salones de convenciones, Nivel +10.37.
- * Planta de comercios, Nivel -6.40.
- * Planta de Restaurantes y cafeterías, Nivel -4.88.
- * Planta de comercios, Nivel +2.44.

- * Planta lobby recepción, Nivel \pm 0.0
- * Planta Lobby Bar, Nivel -1.52
- * Planta almacenes, Discoteca, Estacionamiento 1, Nivel -3.20
- * Estacionamientos 2 al 9, Nivel -4.57 al -14.18 respectivamente.
- * Planta lavandería y estacionamiento 5, Nivel -8.69
- * Planta sala de máquinas, Nivel -14.03
- * Fondo bajo de cisterna, Nivel - 16.00

Es importante especificar que este edificio se encuentra funcionando y que el contratista que ejecute la instalación física del sistema, debe tomar en cuenta la seguridad de los usuarios y del personal en todo momento. Además de que la operatividad del Hotel no se debe interrumpir.

8.2 BASES DE DISEÑO

Para la realización de este proyecto, se tomó en cuenta que es un edificio existente y operando, por lo que se diseñó considerando la no afectación de la estructura ni las instalaciones existentes. De acuerdo a lo anterior, se realizaron varias alternativas de distribución. Después de analizar exhaustivamente las diferentes opciones, se llegó al siguiente resultado:

El sistema se divide en 6 subsistemas, los cuales corresponden a diferentes subzonas del hotel, las cuales se ilustran en el anexo 45, estos subsistemas son:

A) Subsistema "A", el cual es de baja presión, porque la carga estática a vencer es de 26.7 m c.a., correspondiente a:

- * Salón de fiestas, Nivel -10.37.
- * Cafeterías y Restaurantes, Nivel +4.88
- * Lobby recepción, Nivel = 00.00
- * Lavandería, Nivel -8.64
- * Sala de máquinas, Nivel -14.03

B) Subsistema "B", el cual es de baja presión, porque la carga estática a vencer es de 26.7 m c.a., correspondiente a:

- * Salones de Convenciones, Nivel +10.37
- * Comercios, Niveles +6.40 y +2.44
- * Lobby Bar, Nivel -1.52
- * Almacenes Nivel -3.20

C) Subsistema "C", el cual es de mediana presión, porque la carga estática a vencer es de 77 m c.a., correspondiente a:

- * Piso ductos, Nivel +14.64
- * Pisos tipo del 10 al 25, Niveles +18.00 al +57.65

D) Subsistema "D", el cual es de alta presión, porque la carga estática a vencer es de 129 m c.a., correspondiente a:

* Pisos tipo del 26 al 42. Niveles +60.70 al 112.55

E) Subsistema "E", el cual es de baja presión, porque la carga estática a vencer es de 13.13 m c.a., correspondiente a:

- * Estacionamiento 1, Nivel -3.20
- * Estacionamiento 3, Nivel -5.94
- * Estacionamiento 5, Nivel -8.69
- * Estacionamiento 7, Nivel -11.43
- * Estacionamiento 9, Nivel -14.18

F) Subsistema "F", el cual es de baja presión, porque la carga estática a vencer es de 11.76 m c.a., correspondiente a:

- * Estacionamiento 2, Nivel -4.57
- * Estacionamiento 4, Nivel -7.32
- * Estacionamiento 6, Nivel -10.06
- * Estacionamiento 8, Nivel -12.81

8.2.1 TIPOS DE RIESGOS A CONSIDERAR

En este proyecto se consideran dos tipos de riesgos:

A) Riesgo Ligero, el cual corresponde a la zona de la Torre, porque en esta solo se ubican habitaciones del hotel.

$$\text{DENSIDAD} = 0.1 \text{ GPM/pie}^2$$

$$\text{AREA REMOTA} = 1500 \text{ piés}^2$$

$$Q_{\text{RIESGO LIGERO}} = 150 \text{ GPM/área remota}$$

B) Riesgo Ordinario I, el cual corresponde a la zona de áreas públicas, servicios y de estacionamientos.

$$\text{DENSIDAD} = 0.16 \text{ GPM/pie}^2$$

$$\text{AREA REMOTA} = 1500 \text{ piés}^2$$

$$Q_{\text{RIESGO ORDINARIO-I}} = 240 \text{ GPM/área remota}$$

8.2.2 DISTRIBUCION DE CAUDALES

La torre se considera riesgo ligero, sin embargo, la seguridad de los usuarios es lo más importante, ya que el viento en las partes altas de un edificio de 120 metros, es un factor que ayuda a la propagación de un incendio. De acuerdo a lo anterior, se tomó la siguiente filosofía de diseño:

Como caso más desfavorable, se aplicó el que en tres pisos consecutivos, se propague el incendio, por lo que se suman tres áreas remotas, que corresponden los tres últimos pisos (pisos 42, 41 y 40) de la torre. Por lo tanto para el Subsistema "D", que corresponde a la zona de alta presión; tiene el siguiente caudal:

$$Q_{\text{SUBSISTEMA "D"}} = 150 \text{ GPM/área remota} \times 3 \text{ áreas remotas} = 450 \text{ GPM}$$

Para el Subsistema "C", correspondiente a la zona de mediana presión, se diseñó con la misma filosofía, es decir, como caso desfavorable 3 áreas remotas, correspondientes a los pisos 24, 23 y 22.

$$Q_{\text{SUBSISTEMA "C"}} = 150 \text{ GPM/área remota} \times 3 \text{ áreas remotas} = 450 \text{ GPM}$$

Como buena práctica en la Ingeniería, es recomendable equilibrar el sistema, para lo cual el criterio que se toma en cuenta es el de que cada subsistema tenga prácticamente el mismo caudal. Por lo tanto, se tiene la siguiente tabla de balanceo de los subsistemas:

NOMBRE	PRESION	RIESGO	CAUDAL AREA REMOTA EN GPM	NUMERO DE AREAS REMOTAS	CAUDAL EN GPM	CAUDAL EN lps
SUBSISTEMA "D"	ALTA	LIGERO	150	3	450	28.4
SUBSISTEMA "C"	MEDIA	LIGERO	150	3	450	28.4
SUBSISTEMA "A"	BAJA	ORDINARIO 1	240	2	480	30.28
SUBSISTEMA "B"	BAJA	ORDINARIO 1	240	2	480	30.28
SUBSISTEMA "E"	BAJA	ORDINARIO 1	240	2	480	30.28
SUBSISTEMA "F"	BAJA	ORDINARIO 1	240	2	480	30.28

Para la determinación del caudal total del sistema, se toma como caso más desfavorable la activación simultanea de dos subsistemas, por lo tanto:

$$Q_{TOTAL} = 480 * 2 = 960 \text{ GPM}$$

De acuerdo con NFPA 20-2-19, el caudal debe ser 1000 GPM (ver anexo 29).

8.3 DISEÑO HIDRAULICO

El cálculo hidráulico de todas las tuberías, se realizó de acuerdo con las metodologías ya descritas en el numeral 5.2 y aplicadas en el capítulo 7.

Dado que este edificio es de gran altura, la presión en los pisos más bajos de los subsistemas "C" y "D", es alta. Entonces, se recurrió al cálculo de "Reducción Permisible de Diámetros", descrito en el numeral 5.2.4. La distribución de tuberías, se realizó en los planos arquitectónicos de todos los pisos, y el concepto de distribución se apega a la normatividad y criterios, discutidos en todos los capítulos de esta Tesis.

EN EL ANEXO 46 SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DE LOS CALCULOS DE DIAMETROS, PRESIONES Y CAUDALES, LOS CUALES ESTAN APOYADOS EN LOS DOCUMENTOS DE PROYECTO COMPLETOS, ELABORADOS PARA ESTE PROYECTO.

CAPITULO IX

DESARROLLO DE PROYECTO #3 MOVIMIENTO DE HUMOS

9.1 CONCEPTO DE PROTECCION CONTRA HUMOS

El humo producido por el fuego, influye directamente en la seguridad de las personas y los bienes, ya que la producción de humos en un edificio, puede variar, pues depende de la cantidad y tipo de elementos combustibles que existan en el interior y de la ventilación del fuego.

En algunos casos, el volumen de humo es tan grande que ocupa totalmente el edificio, e impide la visibilidad en la calle. En otros casos, el volumen es bastante menor, sin embargo los gases de combustión son tóxicos, los cuales afectan directamente a las personas.

Cuando existe un incendio en un espacio cerrado, como en un edificio, la atmósfera está constituida por una mezcla de gases, humos y aire. Esta mezcla se desplaza siguiendo el mismo principio del aire, en cuanto a características de temperatura y presión.

A medida que crece el fuego, aumentan la presión y la temperatura. En un fuego que haya alcanzado un gran nivel, la presión puede aumentar de 2.5 a 5 mm de columna de agua, y la temperatura, puede llegar de 650°C a 1000°C. Este fenómeno de cambio de condiciones de presión y temperatura, se analiza según la ley general de los gases:

Dado que la presión aumenta en una proporción poco representativa, se considera constante, la temperatura aumenta de 21°C (294°K) a 650°C (923°K), por lo tanto, el volumen de los gases contenidos en un edificio varía según:

$$V_1/294 = V_2/923$$

Donde el subíndice 1 representa las condiciones sin fuego y el subíndice 2 representa las condiciones con fuego.

Despejando, $V_2 = 3.13 V_1$, es decir, el volumen de los gases en un edificio durante un incendio aumenta prácticamente tres veces.

Lo anterior, indica que un metro cúbico de aire fresco que penetre al edificio en llamas, se expande en una composición diferente. Esto trae como consecuencia movimiento de gases en el interior del edificio parcialmente en llamas, afectando directamente a las personas, puesto que, debido a la expansión, los gases tienden a llegar primero que el fuego a zonas que se consideraban fuera del alcance de las llamas.

La forma geométrica del edificio, tanto interior como exterior, es la variable principal a evaluar, para establecer un método de extracción adecuado, por lo que cada caso es un problema distinto.

9.1.1 MOVIMIENTO DE HUMOS EN EDIFICIOS

La N.F.P.A. considera cuatro tipos distintos de edificios para extracción de humos en edificios en llamas:

A) Espacios por debajo de techos sin ventilación natural. Estos edificios se caracterizan porque en un incendio hay escasez de oxígeno, la cual produce una combustión incompleta, que da como resultado una gran generación de humos y de monóxido de carbono. Así mismo la temperatura se eleva rápidamente.

B) Edificios Industriales. (Grandes espacios cerrados).

C) Edificios bajos. (Pocos pisos, sistemas constructivos normales).

D) Edificios de gran altura.

En las tres primeras clasificaciones, los efectos de los movimientos de humos que se producen durante un incendio, son de fácil control, no así en los edificios altos. Estos últimos, se caracterizan por el efecto de chimenea. Es decir, la influencia de la altura de un espacio cerrado, constituye una gran diferencial de temperaturas entre las zonas altas y las bajas, lo cual provoca una presión ascendente.

9.1.2 EFECTO DE CHIMENEA EN EDIFICIOS MODERNOS

En la actualidad, los edificios modernos están diseñados en formas muy especiales, porque las nuevas técnicas en el campo de la construcción son innovadoras, permitiendo al arquitecto

dar diseños únicos. En estos casos, el diseño de sistemas de seguridad, se tiene que adaptar a la forma del edificio.

El efecto de chimenea en un edificio vertical, indica siempre que el peligro de morir en un incendio por la inhalación de los humos está latente, debido al envenenamiento directo con los gases de combustión. (Ver numeral 2.4.1). Tal es el caso de los edificios de gran altura, con fachadas de vidrio y con pisos que internamente se comunican con un tiro de aire.

La seguridad en un edificio de estas características, se vuelve más compleja porque además de los sistemas convencionales contra el fuego, se suma el problema de los humos.

El caso de los humos generados por un incendio, en el interior de un edificio alto, es una especialidad dentro de la seguridad, ya que cada edificio es un caso diferente, debido a las variadas formas tanto internas como externas de construcción.

En este capítulo, se resuelve a nivel proyecto el problema del efecto de chimenea de un "Edificio" ubicado en la Ciudad de México.

La aplicación de un sistema para la protección del movimiento de los humos, implica que su uso es válido hasta antes de llegar a ser un incendio declarado, es decir, al iniciarse un incendio, generalmente hay desprendimiento de gases, vapores y humo, sin que exista gran cantidad de llamas. Después, las llamas se propagan si es que aun no se ha extinguido el fuego y aumenta la generación de humo. Durante la extinción del fuego, el desprendimiento de humos, continúa. Posteriormente es necesario sacar los humos remanentes en el edificio.

9.2 DESCRIPCION DEL EDIFICIO A PROTEGER

La edificación a proteger, es un edificio de gran altura, el cual tiene las siguientes características:

Uso: Oficinas

Altura desde el piso de la calle hasta la parte más alta del edificio: 116 metros

Profundidad desde el piso de la calle hasta el nivel de sotano más profundo: 4 metros

DIVISIONES POR ZONAS ARQUITECTONICAS

Para propósitos del proyecto, se ha dividido el edificio en tres zonas importantes:

- 1) Zona con fachada de plano inclinado sin comunicación directa a otros pisos.
 - a) Piso 15, Nivel +81.06
 - b) Piso 14, Nivel +77.40

- 2) Zona con fachada de plano inclinado con comunicación directa a otros pisos, por medio de vacíos arquitectónicos.
 - c) Piso 13, Nivel +73.74
 - d) Piso 12, Nivel +70.08
 - e) Piso 11, Nivel +66.42
 - f) Piso 10, Nivel +62.76
 - g) Piso 9, Nivel +59.10
 - h) Piso 8, Nivel +55.40

- i) Piso 7, Nivel +51.78
- j) Piso 6, Nivel +48.12
- k) Piso 5, Nivel +44.46

3) Zona sin planos inclinados ni comunicación directa a otros pisos.

- l) Piso 4 al 1, Niveles +40.8 al 29.82 respectivamente
- m) Estacionamientos 5 al 1, Niveles +26.16 al +12.30
- n) Planta Mezzanine, Nivel +6.30
- o) Planta Baja, Nivel 0.00
- p) Planta Sotano, Nivel -4.00

Los pisos a proteger son del 5 al 14, ya que están comunicados por un vacío interior al edificio, esto se ilustra en el Anexo 47.

9.3 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Como premisa a la realización del proyecto, se plantean los siguientes objetivos:

A) El proyecto debe asegurar contrarrestar los efectos negativos del efecto de chimenea, para preservar las vidas de las personas. Esto es fundamental, pues corresponde al problema de los humos descrito en los numerales anteriores.

B) Considerando que el edificio, se encuentra operando, es necesario:

- No afectar las instalaciones existentes.
- No afectar la arquitectura interna del edificio.

- No afectar las fachadas de vidrio, las cuales recubren todo el edificio.

C) Respetar las reglamentaciones respectivas.

En México no existe una amplia normatividad al respecto del problema de los humos. El Reglamento de construcciones del D.D.F. considera:

- La extracción mecánica de los humos en estacionamientos cerrados.
- La inyección de aire a las escaleras de emergencia, para asegurar que en caso de incendio, las personas que están evacuando el edificio no sean alcanzadas por las llamas y el humo, es decir, presurizar las escaleras.

D) El sistema debe ser de arranque automático, porque de ser manual, no asegura el control a tiempo del efecto de chimenea.

De acuerdo a la arquitectura del edificio, y al efecto de chimenea, se plantean dos acciones a seguir:

- Impedir el paso de los humos a las zonas altas.
- Extraer los humos del edificio.

Por lo que, en base a los objetivos trazados, se plantean como procesos físicos:

OPCION 1) Absorción de gases, vapores y humos en agua, por medio de una fuente ornamental permanente.

OPCION 2) Paredes físicas resistentes al fuego, y que caigan para concentrar el humo a una zona de extracción.

OPCION 3) Paredes de agua para impedir concentrar los humos a una zona de

extracción.

9.4 SELECCION OPTIMA

Los criterios que definen la máxima eficiencia, para la selección de la mejor alternativa, son los derivados de los objetivos planteados en el numeral anterior, es decir:

CRITERIO 1) Contrarrestar el efecto de chimenea.

CRITERIO 2) No dañar a las personas que se encuentren en las partes donde se instale el sistema.

CRITERIO 3) No afectar la arquitectura existente.

CRITERIO 4) Cumplir con las normas mexicanas al respecto.

CRITERIO 5) Instalar un sistema automático.

Recordando las alternativas de diseño:

OPCION 1) Fuente ornamental

OPCION 2) Paredes resistentes al fuego, y efectuar una extracción.

OPCION 3) Paredes de agua, y efectuar una extracción.

Cuando existe un incendio y la cantidad de humos es considerable, el efecto chimenea persiste, es decir, los gases calientes suben. Dado que esto es un evento inevitable, la única forma de sacar los humos, es de abajo hacia arriba, por una canalización con un tiro de aire inducido. De acuerdo a esto, la OPCION 1, no se apega al proceso natural del flujo de los gases, y no asegura la absorción total de los gases, lo que la descarta.

Entonces, la evaluación se debe realizar con las OPCIONES 2 y 3, ya que los dos sistemas pueden cumplir satisfactoriamente con:

- Contrarrestar el efecto chimenea.
- Cumplir con la norma Mexicana.
- Pueden ser sistemas automáticos.

Si las paredes se colocan rodeando la zona de vacío, se aísla la parte interior contra los humos provenientes de un piso inferior. El sistema se puede lograr que sea automático, ya que existe en todo el edificio el sistema de detección de humos, el cual puede ser compatible con el nuevo sistema para su arranque programado.

Este arranque debe cumplir con:

- Inyección de aire a las escaleras de emergencia
- Extracción de los humos
- Impedir el paso a los otros pisos, por medio de las paredes que se activen.

De acuerdo a lo anterior, se presenta el siguiente cuadro, en el cual se califica cada opción, para obtener como máximo 50 puntos, es decir, considerando cinco condiciones pudiendo tener cada una, calificación máxima de 10.:

VARIABLES	OPCION 1 "PAREDES FISICAS"	OPCION 2 "PAREDES DE AGUA"
CONTRARRESTAR EL EFECTO CHIMENEA	10	10
NO DAÑAR A LAS PERSONAS	4	10
NO AFECTAR LA ARQUITECTURA EXISTENTE	4	9
CUMPLIR CON LA NORMA MEXICANA	10	10
SISTEMA AUTOMATICO	10	10
TOTAL 50 (100%)	38 (76%)	49 (98%)

COMO SE MUESTRA EN EL CUADRO, LA OPCION CON PAREDES DE AGUA ES LA QUE CUMPLE SATISFACTORIAMENTE CON TODAS LAS CONDICIONES DE DISEÑO OPTIMO. Esta filosofia de diseño se esquematiza en el anexo 48.

9.5 DISEÑO HIDRAULICO

9.5.1 BASES DE DISEÑO

Este sistema se diseñó de acuerdo a normas N.F.P.A. panfletos 13 y 20, se consideró indispensable respetar estos códigos como si fuera un sistema convencional de rociadores de agua, porque es posible que en un futuro se implementen sistemas como este, y deben estar avalados por normas internacionalmente conocidas.

Se considera este sistema como tubería húmeda desde la descarga del equipo de bombeo hasta la válvula solenoide de cada ramal, y tubería seca, después de esta válvula funcionando como chorro de diluvio según clasificaciones NFPA panfleto 13.

Este sistema se ha dividido en las siguientes partes:

- A) Equipos de bombeo
- B) Tubería vertical o "riser"
- C) Tuberías principales "A" y "B"
- D) Ramales

Esto se esquematiza en el anexo 49

El diseño se realizó con las siguientes normas:

- NFPA 13-7.3.3, donde se indica que la presión de descarga es de 7 psi para el rociador más desfavorable.
- Cumplir con un máximo de 8 rociadores por cada ramal según NFPA 13-3.5.1
- Realizar el cálculo hidráulico de acuerdo a la norma NFPA 13-7.3.3

9.5.2 SELECCION DEL ROCIADOR

El rociador debe proporcionar la característica de formar una cortina de agua con un ángulo de esparido amplio, así como manejar un caudal y presión que no permita el paso de los humos. También debe manejar la fórmula $Q = K (P)^{1/2}$, debe tener un diámetro nominal comercial existente en México.

Se encontró en el mercado el siguiente rociador:

- Diámetro rosca = 13 mm (1/2")
- Diámetro de orificio = 9.34 mm (0.368")
- Presión de descarga = 7 psi (dentro de normas NFPA)
- K = 3.78 (sistema inglés)
- Ángulo de esparido = 129 grados (El más amplio del catálogo)
- Caudal = 10 GPM (0.63 lps)

9.5.3 CRITERIO DE FUNCIONAMIENTO Y CONTROL

Se considera como limitante, que solo un piso es el afectado por el incendio y se acciona una sola zona del piso en conflagración, de acuerdo al cuadro de funcionamiento del sistema de protección contra humos y el número de rociadores por caso presentados en el anexo 50.

Tal como se observa en el anexo 50 existen 18 casos distintos de funcionamiento, es decir, tomando como ejemplo el caso 4:

El piso afectado es el 6 en la zona "B", cuando se confirme la existencia de humos por el estado actual de detección, se enviará una señal a la central de

control del sistema de protección contra humos, clasificando dicho piso y zona donde mandará una señal a la válvula solenoide del ramal 6A y del ramal 7B. Esta misma señal, mandará activar los electroimanes de la zona 6B y también se activará el extractor "B". (los electroimanes abren las compuertas de captación de humos). Se considera dar un tiempo de espera antes de que actúe la válvula solenoide por medio de un retardador con el fin de no mojar la zona en caso de falsa alarma y poder abortar esta señal audiovisual.

9.6 DISEÑO DE EXTRACCIÓN

Se propone instalar un sistema de extracción de humos, tal como se muestra en el anexo 51, para el caso de que exista un incendio, creándose un ducto en el espacio comprendido entre los vidrios de la fachada inclinada y las vigas que sirven de soporte a estos que son existentes. Este ducto de extracción será de vidrio templado, para que no afecte a la arquitectura interior del edificio, cumpliendo así uno de los objetivos de este diseño.

Se colocará una compuerta móvil actuada por un electroimán para la extracción en cada piso por cada ducto. En el último nivel del edificio se colocará un extractor que llevará los humos al exterior. Este sistema operará en sincronización al de detección de humos ya instalado. El arranque del sistema deberá ocurrir al tenerse al menos 2 detectores alarmados en la misma zona. Cada nivel se ha dividido en dos zonas A y B, y el sistema de extracción funcionará en forma independiente para cada zona.

CALCULO DEL VOLUMEN A EXTRAER

El piso con mayor área es el quinto, por lo tanto, un sistema capaz de extraer el humo de este piso, estará sobrado para cualquier otro.

El área utilizable de las secciones A ó B en el quinto piso es de 660 m², considerando 2.5 metros de altura libre. $V = 660 \text{ m}^2 * 2.5 \text{ m} = 1649 \text{ m}^3$

Se realizará una extracción de 20 cambios del volumen por hora. Por lo tanto el flujo es:

$$Q = 1649 \text{ m}^3 * 20 = 32,988 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (19,404 pies}^3 \text{ por minuto, PCM)}$$

El área de ducto propuesto será: (Ver anexo 51)

$$A = 1.14 * 0.32 = 0.3648 \text{ m}^2 \text{ (3.92 pies}^2\text{)}$$

Empleándose 2 ductos por zona, se tendrá lo siguiente:

$$v = Q/A = 32,988/(0.3648*2) = 45,213 \text{ m/hora (2,475 pies/min), por ducto.}$$

CALCULO DE PERDIDAS POR FRICCION EN DUCTOS

El cálculo de pérdidas por fricción para estos ductos, se realizó mecanizadamente resultando una pérdida de 0.38 pulgadas de columna de agua por cada 100 pies lineales de ducto.

El recorrido del ducto es de 57 m (187 pies).

La caída de presión del volumen a extraer en el recorrido del ducto es

Incremento de presión, = $0.38 (\text{H}_2\text{O}/100 \text{ ft}) * 187 (\text{ft}) = 0.71$ pulgadas de columna de agua.

La compuerta deslizable de captación de humos, debe tener una velocidad máxima de captación de 5 m/seg (1000 pies/min). El área de captación de la compuerta debe ser:

Área de captación = $Q/v = 1,649.4 \text{ m}^3/\text{h} / (5 \text{ m/seg} * 3,600 \text{ seg/h}) = 0.916 \text{ m}^2$

El ancho libre de paso en persiana es de 0.985 m, por lo tanto el largo de la compuerta debe ser : $L = 0.916/0.985 = 0.93 \text{ m}$.

La compuerta debe tener ancho de 98.5 cm y largo de 93 cm.

La caída presión en esta compuerta, dio un resultado de Incremento de presión, = 0.3 pulgadas de columna de agua.

SELECCION DEL EXTRACTOR

La caída de presión total que debe soportar el extractor, es la suma de la caída del recorrido del volumen extraído a través del recorrido en el ducto, más la caída en la captación de la compuerta. Esto es: $0.71 + 0.3 = 1.1$ pulgadas de columna de agua.

POR LO TANTO, EL PROYECTO SE CALCULO CON DOS EXTRACTORES POR ZONA Y CADA UNO DEBE SOPORTAR UN FLUJO DE $1,649 \text{ m}^3/\text{h}$ Y UNA CAIDA DE PRESION DE 27.9 mm DE COLUMNA DE AGUA.

CAPITULO X

ANEXOS

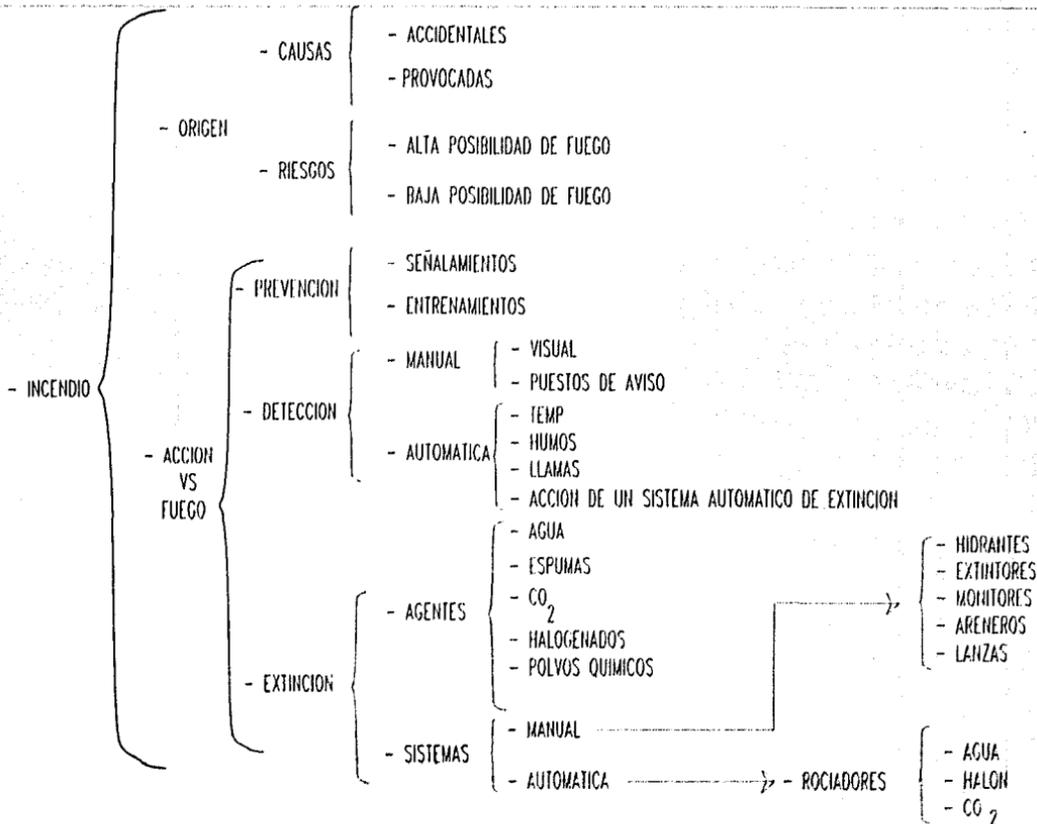
LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1. Panorama General de Protección contra Incendio
- ANEXO 2. Campana de incendio
- ANEXO 3. Combustión incandescente sin llama.
- ANEXO 4. Combustión con llama en fase gaseosa.
- ANEXO 5. Reacciones en cadena básicas de la combustión.
- ANEXO 6. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores en TUBERIA HUMEDA
- ANEXO 7. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores en TUBERIA SECA.
- ANEXO 8. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores de ACCION PREVIA
- ANEXO 9. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores de DILUVIO.
- ANEXO 10. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores en TUBERIA SECA Y ACCION PREVIA.
- ANEXO 11. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores con ANTICONGELANTES.
- ANEXO 12. Esquema de funcionamiento de sistema de rociadores con CONEXION NO USADA PARA INCENDIO.
- ANEXO 13. Diagrama de flujo del sistema de TUBERIA HUMEDA.
- ANEXO 14. Conexión con bomberos.

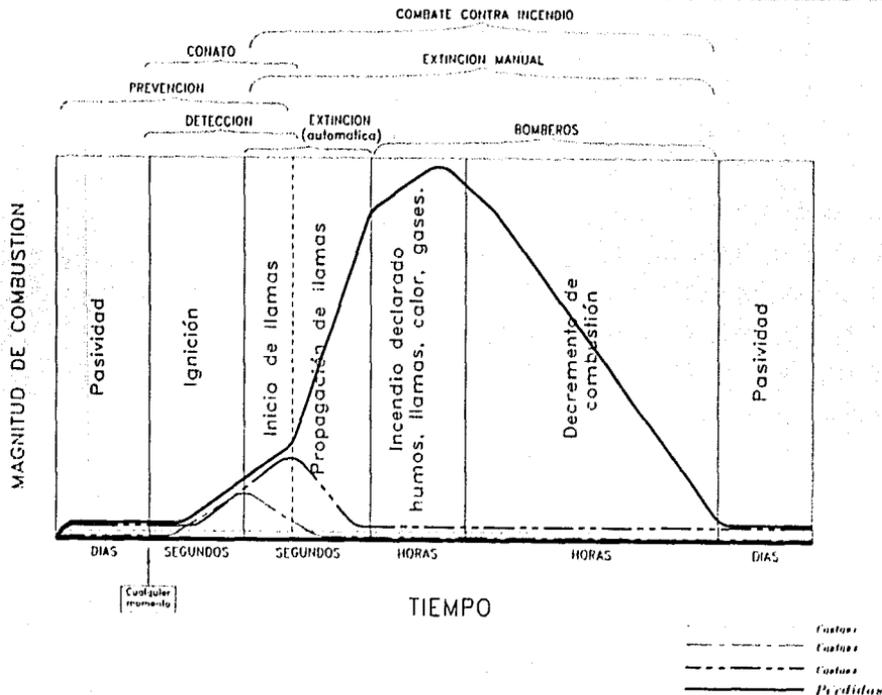
- ANEXO 15. Hidrante Interior.
- ANEXO 16. Rociador de fusible.
- ANEXO 17. Rociador de bulbo.
- ANEXO 18. Configuraciones de rociadores Montante y Pendiente.
- ANEXO 19. Configuración de rociadores en Pared.
- ANEXO 20. Curva de densidad para RIESGO LEVE.
- ANEXO 21. Curva de densidad para RIESGO ORDINARIO 1.
- ANEXO 22. Curva de densidad para RIESGO ORDINARIO 2.
- ANEXO 23. Curva de densidad para RIESGO ORDINARIO 3.
- ANEXO 24. Curva de densidad para RIESGO EXTRA ALTO 1.
- ANEXO 25. Curva de densidad para RIESGO EXTRA ALTO 2.
- ANEXO 26. Efecto de la distancia entre el techo y los rociadores sobre el tiempo de actuación de éstos.
- ANEXO 27. Etiquetas U.L. y F.M.
- ANEXO 28. Curva típica de bomba centrífuga.
- ANEXO 29. Datos Nominales de Requerimientos de Bombas contra Incendio.
- ANEXO 30. Bomba centrífuga Horizontal.
- ANEXO 31. Bomba vertical tipo turbina.
- ANEXO 32. Red de Hidrantes en planta.
- ANEXO 33. Red de Hidrantes en isométrico.
- ANEXO 34. Normas para diseño de hidrantes.

- ANEXO 35. Formula de Hazen-Williams.
- ANEXO 36. Hoja de cálculo típica, según norma N.F.P.A. 13-7-3.3.
- ANEXO 37. Gráfica de Pérdidas por fricción contra caudal en función de diámetros nominales y velocidades.
- ANEXO 38. Longitud equivalente de accesorios.
- ANEXO 39. Ramal de rociadores.
- ANEXO 40. Algoritmo de cálculo hidráulico.
- ANEXO 41. Alternativas de diseño para el desarrollo de proyecto de una nave industrial.
- ANEXO 42. Cobertura en área remota del Riesgo Leve.
- ANEXO 43. Cobertura en área remota Riesgo Ordinario-1.
- ANEXO 44. Cobertura en área remota Riesgo Ordinario-2.
- ANEXO 45. Diagrama descriptivo del sistema total de rociadores Alta, Mediana y Baja presión.
- ANEXO 46. Resumen de resultados del desarrollo de proyecto # 2. Edificio de gran Altura.
- ANEXO 47. Pisos afectados por efecto de Chimenea.
- ANEXO 48. Esquema del Sistema de Protección contra Humos.
- ANEXO 49. Diagrama descriptivo del sistema total de Rociadores.
- ANEXO 50. Cuadro de funcionamiento del sistema de Protección contra Humo.
- ANEXO 51. Ubicación del sistema de Protección contra Humos.

ANEXO 1 "PANORAMA GENERAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIO"



ANEXO 2 "CAMPANA DE INCENDIO"

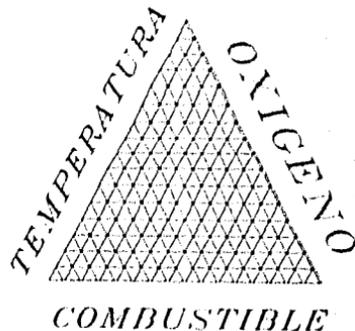


Costos 1 · Costos 2 · Costos 3 ··· Perditas

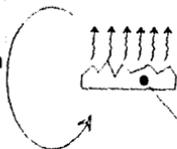
212

ANEXO 3 "COMBUSTION INCANDESCENTE SIN LLAMA"

FASE CONDENSADA



Realimentación
de
radiación

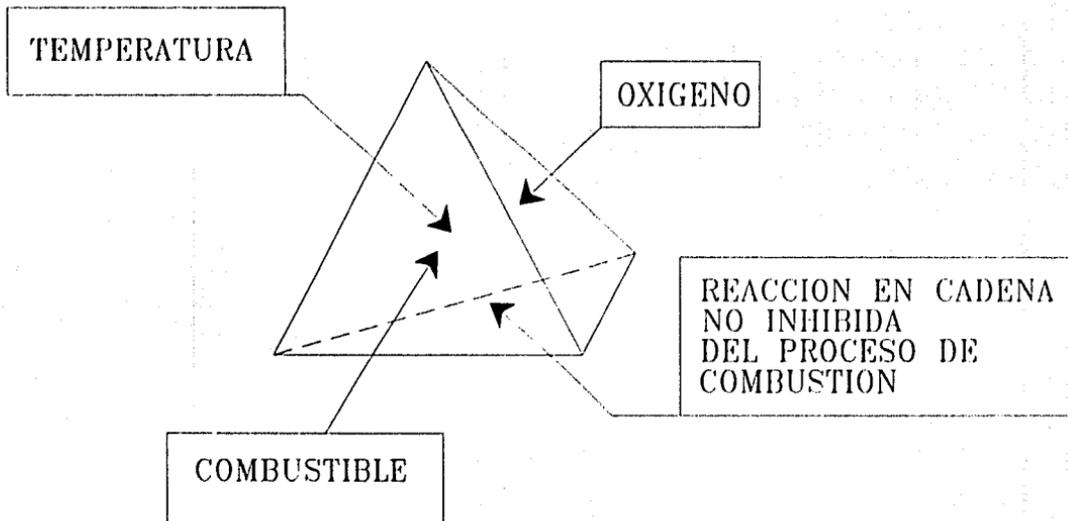


El oxígeno se encuentra en la
superficie de contacto del
combustible que adopta la forma
de sólido incandescente

NO HAY REACCION QUIMICA EN CADENA

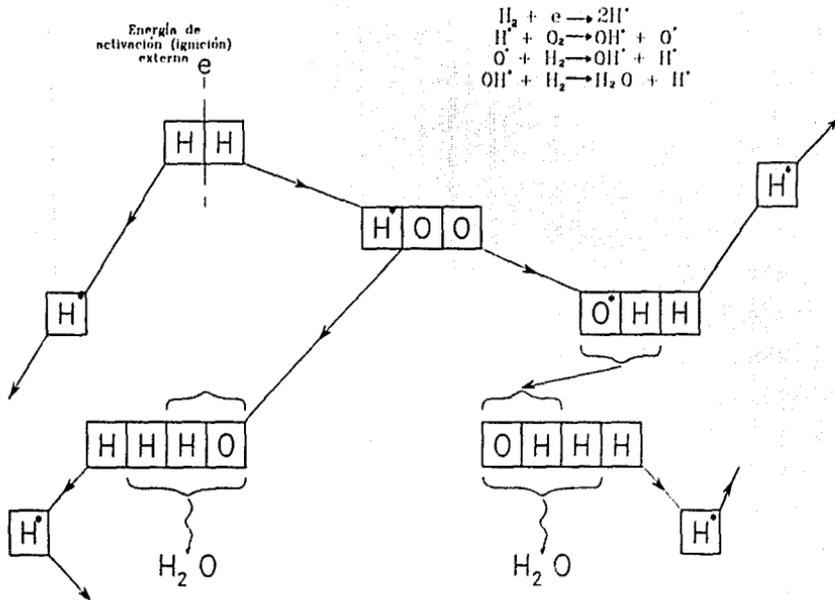
ANEXO 4 "COMBUSTION CON LLAMA"

FASE GASEOSA



ANEXO 5 "REACCIONES EN CADENA BASICAS DE LA COMBUSTION"

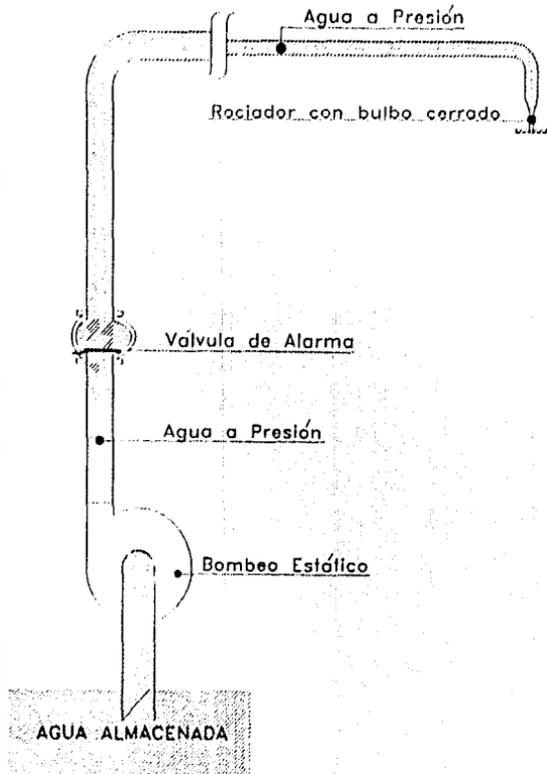
(tipo ramificado)
Sistema hidrógeno-oxígeno



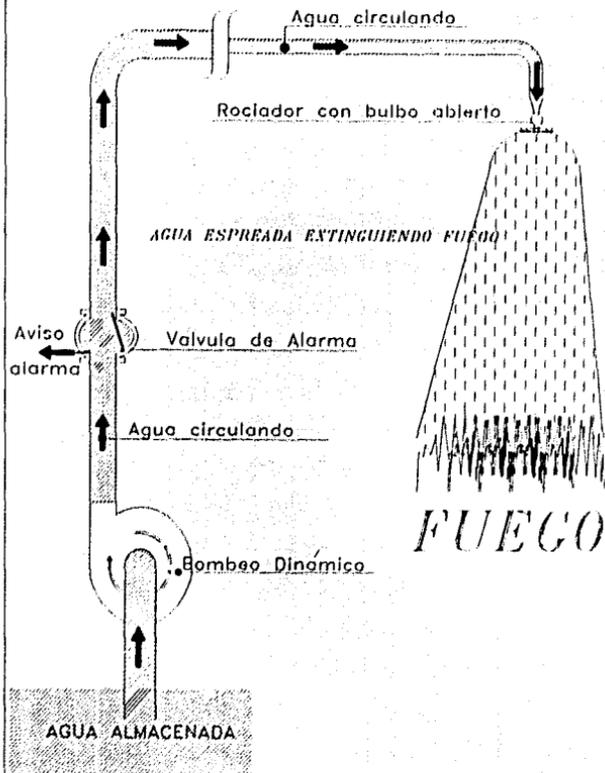
Reacciones en cadena básicas de la combustión (tipo ramificado)

ANEXO 6 "ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES EN TUBERIA HUMEDA"

CONDICIONES ESTÁTICAS

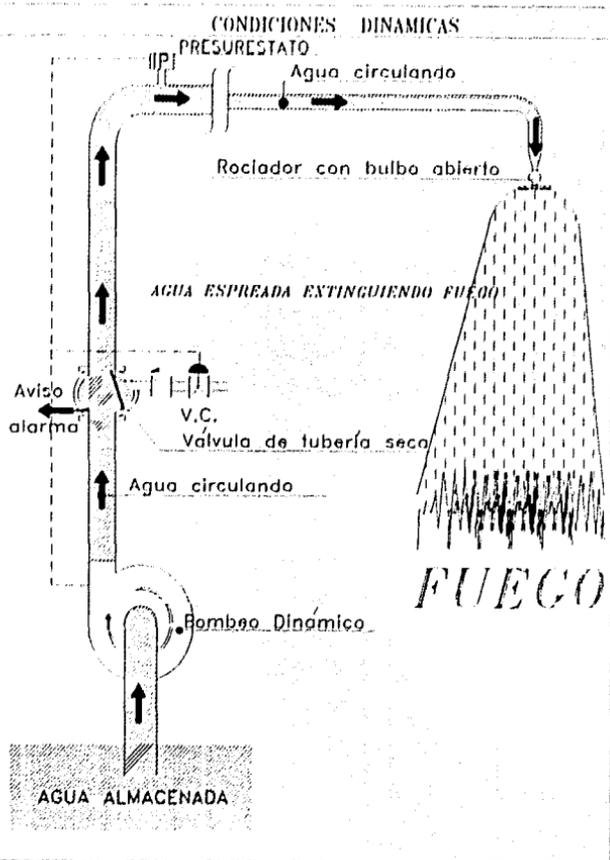
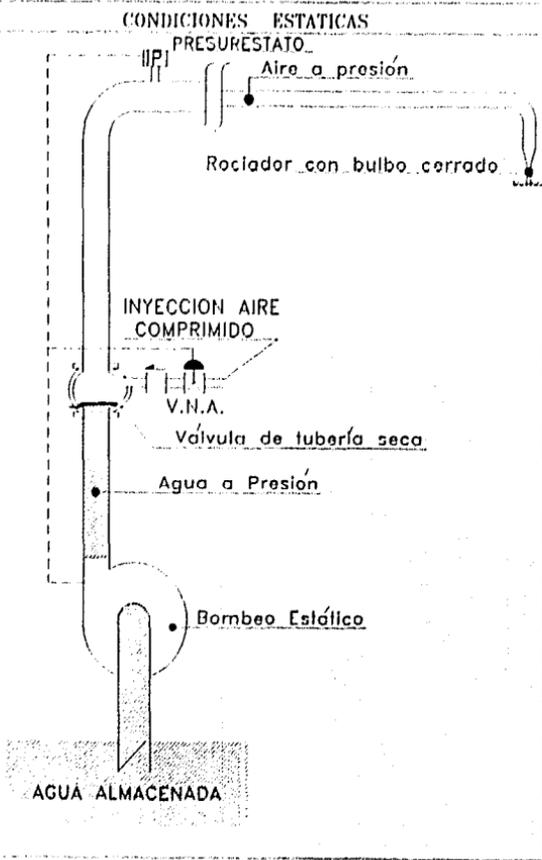


CONDICIONES DINÁMICAS



216

ANEXO 7 "ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES EN TUBERIA SECA"



2/2

ANEXO 8 "ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES ACCION PREVIA"

CONDICIONES ESTATICAS

PRESURESTATO

Aire a presión

DETECTOR DE INCENDIO

Rociador con bulbo cerrado

INYECCION AIRE COMPRIMIDO

V.N.A.

Válvula de tubería seca

Agua a Presión

Bombeo Estático

AGUA ALMACENADA

EQUIPOS EN LOCAL
ACONDICIONADO
CONTRA HELADAS

CONDICIONES DINAMICAS

PRESURESTATO

Agua circulando

Rociador con bulbo abierto

DETECTOR DE INCENDIO

AGUA ESPREADA EXTINGUIENDO FUEGO

Aviso
alarma

V.C.

Válvula de tubería seca

Agua circulando

Bombeo Dinámico

AGUA ALMACENADA

EQUIPOS EN LOCAL
ACONDICIONADO
CONTRA HELADAS

FUEGO

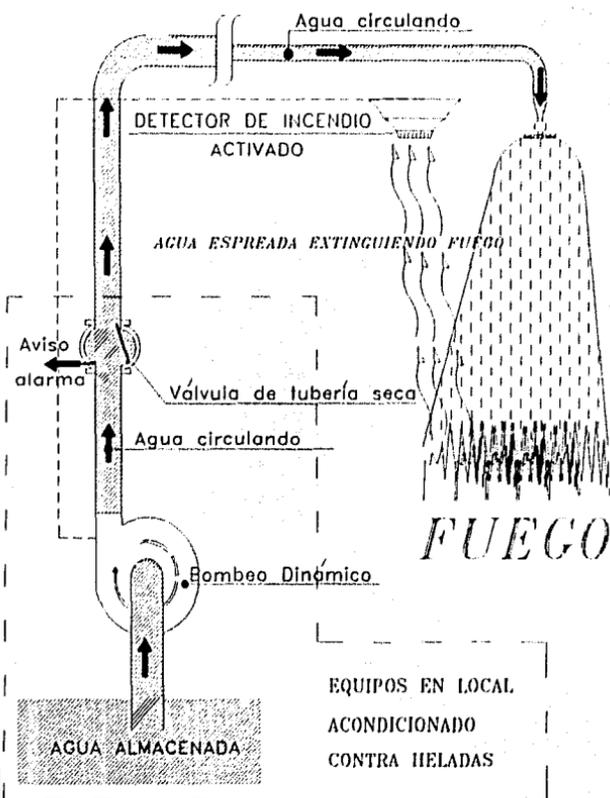
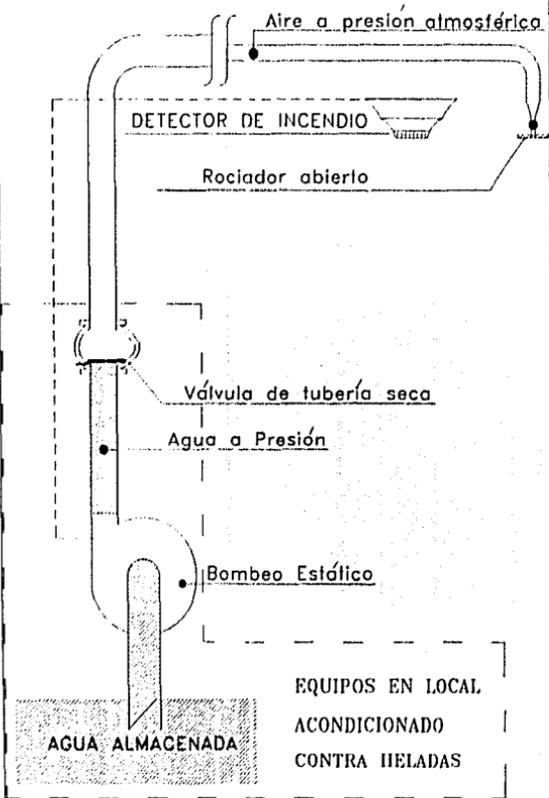
515

ANEXO 9

"ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES DILUVIO"

CONDICIONES ESTATICAS

CONDICIONES DINAMICAS



518

ANEXO 10

"ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES EN TUBERIA SECA Y ACCION PREVIA"

CONDICIONES ESTATICAS

PRESURESTATO

Aire a presión

VALVULA

DETECTOR DE INCENDIO

Rociador con bulbo cerrado

INYECCION AIRE COMPRIMIDO

V.N.A.

Válvula de tubería seca

Agua a Presión

Bombeo Estático

AGUA ALMACENADA

EQUIPOS EN LOCAL
ACONDICIONADO
CONTRA HELADAS

• Válvula que permite la salida de Aire manteniendo la Presión constante en tuberías

CONDICIONES DINAMICAS

PRESURESTATO

Agua circulando

VALVULA

Rociador con bulbo abierto

DETECTOR DE INCENDIO

AGUA ESPREADA EXTINGUIENDO FUEGO

Aviso alarma

V.C.

Válvula de tubería seca

Agua circulando

Bombeo Dinámico

AGUA ALMACENADA

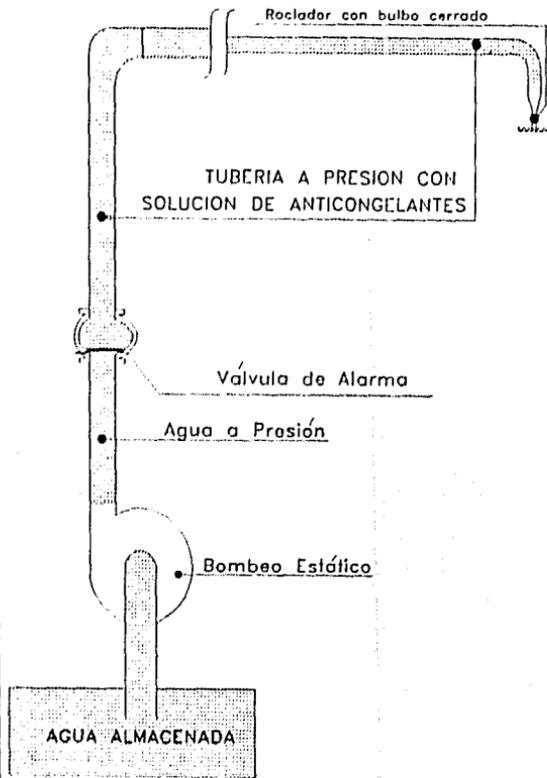
EQUIPOS EN LOCAL
ACONDICIONADO
CONTRA HELADAS

FUEGO

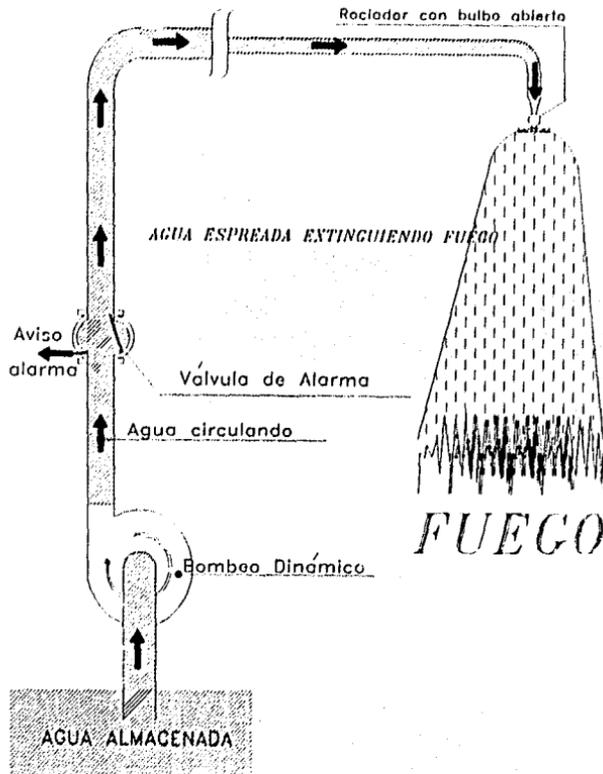
251

ANEXO 11 "ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES CON ANTICONGELANTES"

CONDICIONES ESTATICAS



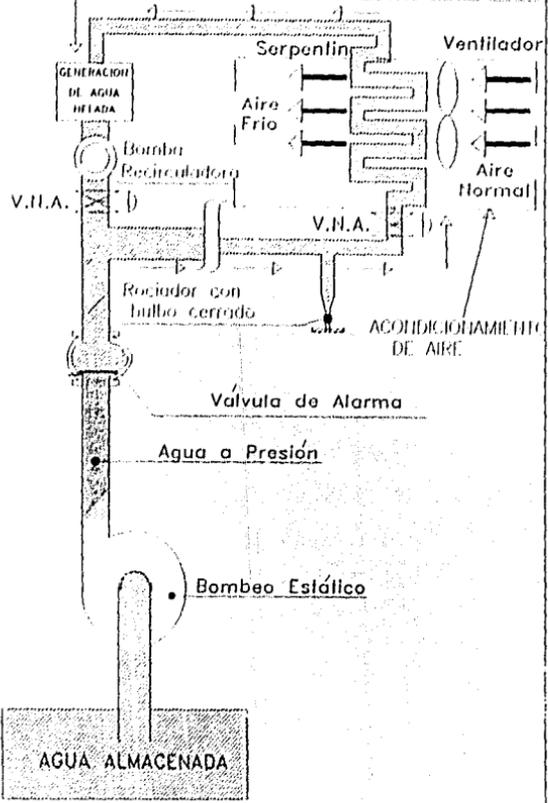
CONDICIONES DINAMICAS



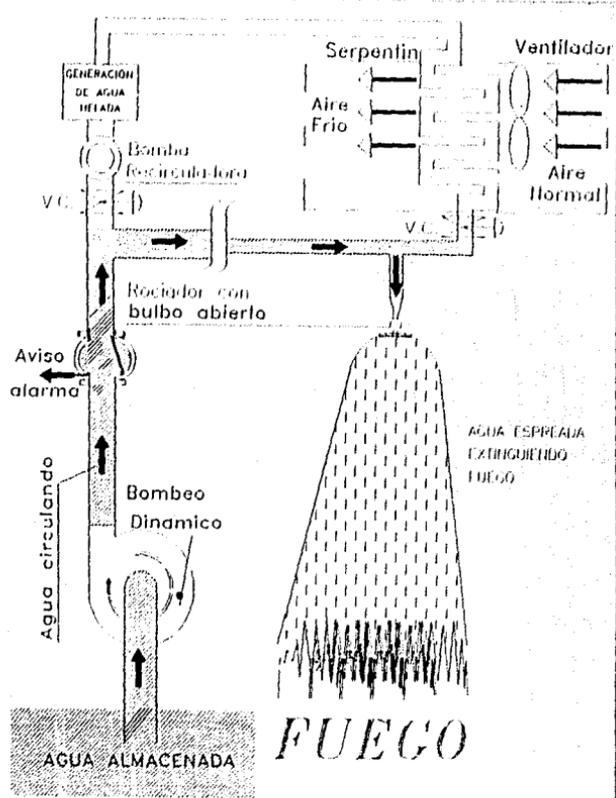
1/11

ANEXO 12 "ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES CON CONEXION NO USADA PARA INCENDIO"

CONDICIONES ESTATICAS

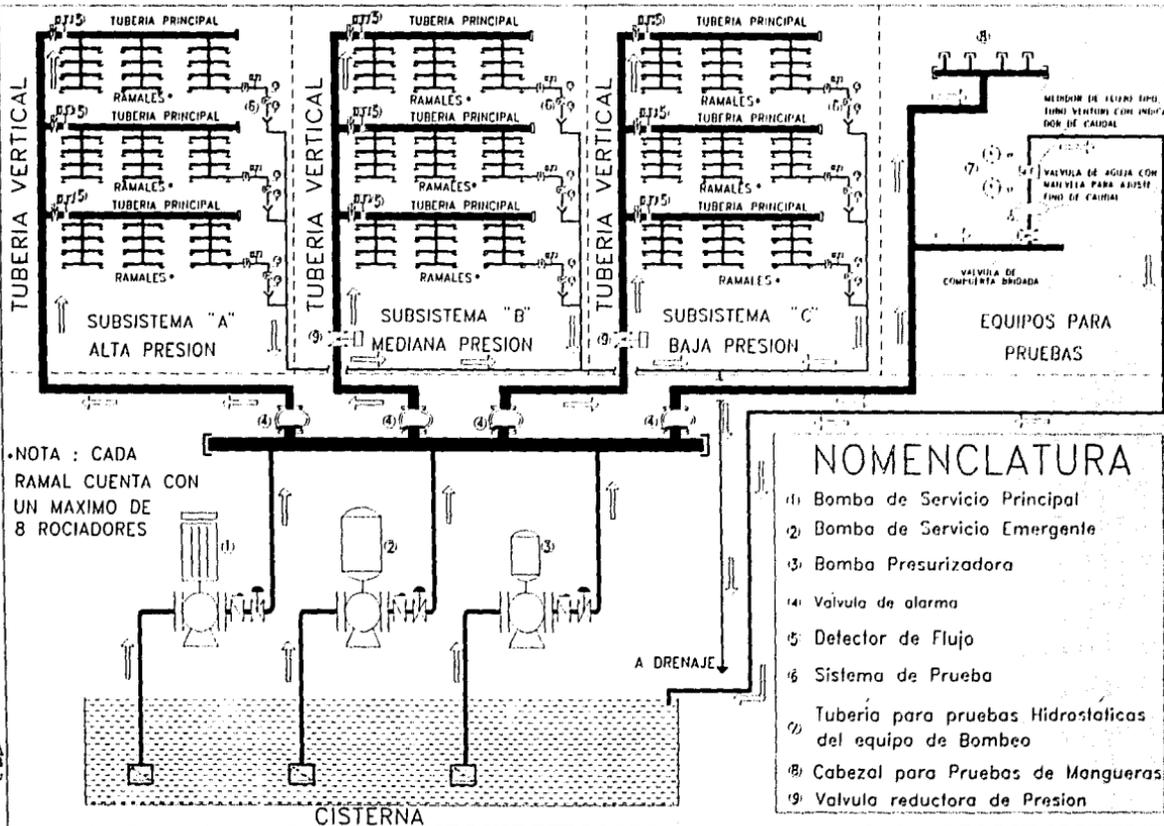


CONDICIONES DINAMICAS



ANEXO 13

"DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE TUBERIA HUMEDA"

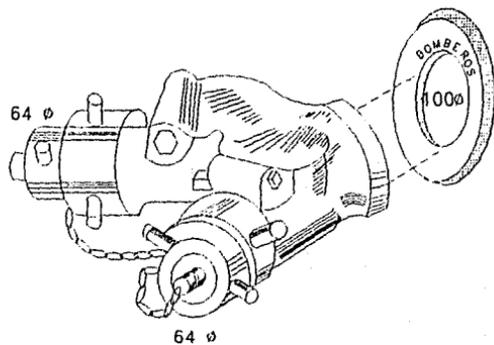


NOTA : CADA RAMAL CUENTA CON UN MAXIMO DE 8 ROCIADORES

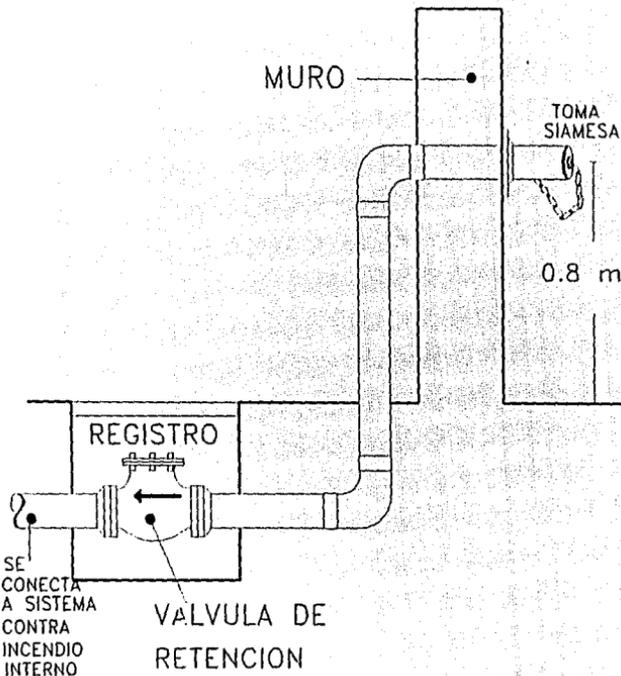
NOMENCLATURA

- 1) Bomba de Servicio Principal
- 2) Bomba de Servicio Emergente
- 3) Bomba Presurizadora
- 4) Valvula de alarma
- 5) Detector de Flujo
- 6) Sistema de Prueba
- 7) Tuberia para pruebas Hidrostaticas del equipo de Bombeo
- 8) Cabezal para Pruebas de Mangueras
- 9) Valvula reductora de Presion

ANEXO 14 "CONEXION CON BOMBEROS"

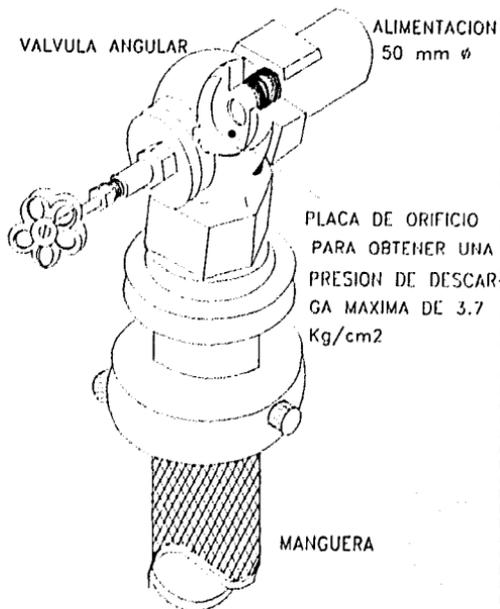


TOMA SIAMESA

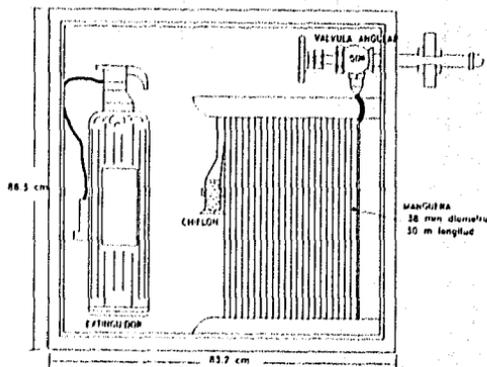


328

ANEXO 15 "HIDRANTE INTERIOR"

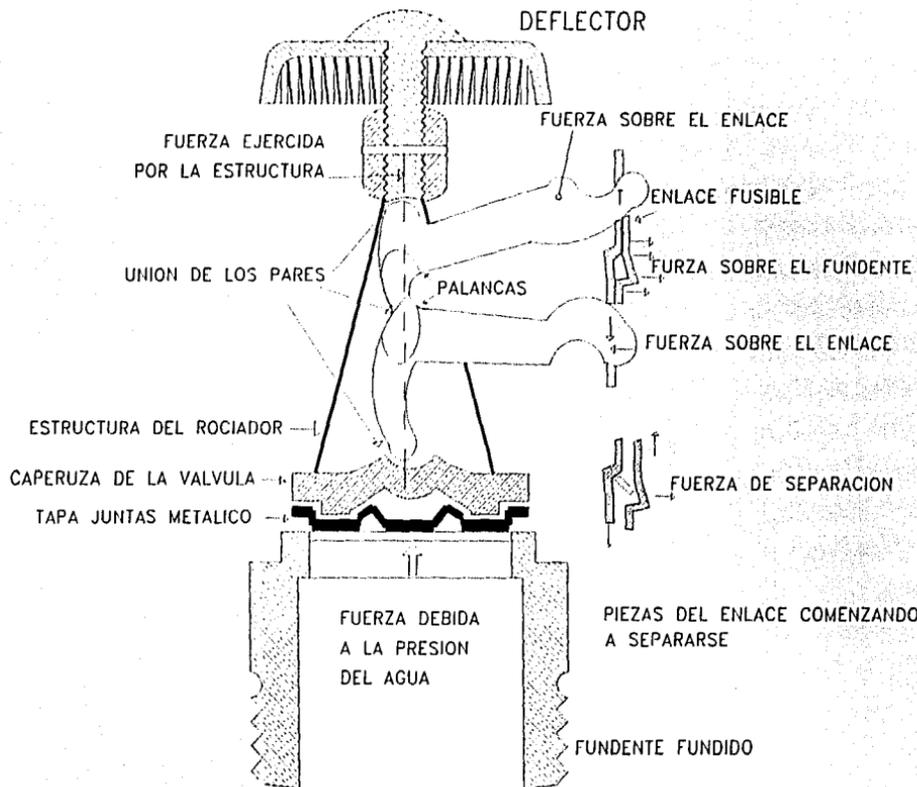


DETALLE DE INSTALACION DE PLACA DE
ORIFICIO EN VALVULAS DE
HIDRANTES

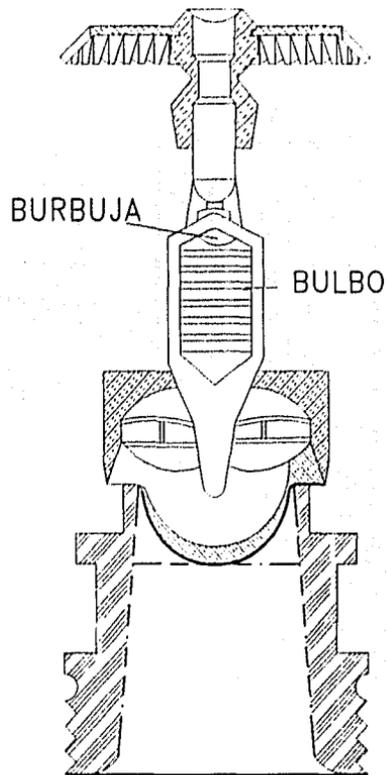


DETALLE DE GABINETE

ANEXO 16 "ROCIADOR DE FUSIBLE"



ANEXO 17 "ROCIADOR DE BULBO"



ANEXO 18 "CONFIGURACIONES DE ROCIADORES MONTANTE Y PENDIENTE"



TECHO

TIPO
MONTANTE

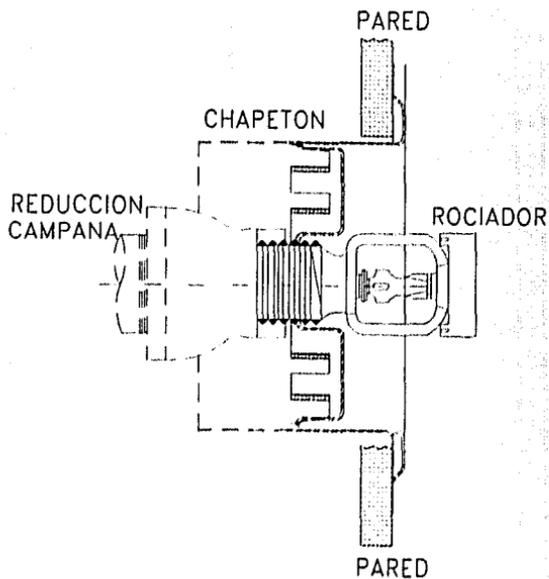
TIPO
PENDIENTE

DISTRIBUCION
UNIFORME DEL AGUA
VISTA EN ELEVACION

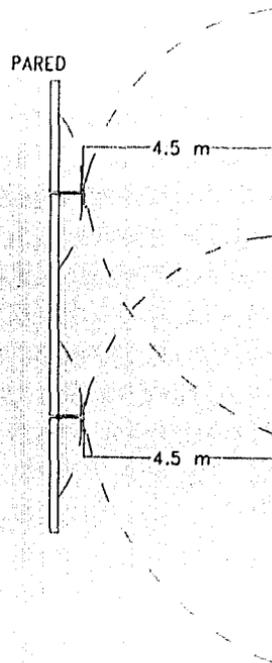
SUELO

33

ANEXO 19 "CONFIGURACION DE ROCIADORES EN PARED"



DETALLE

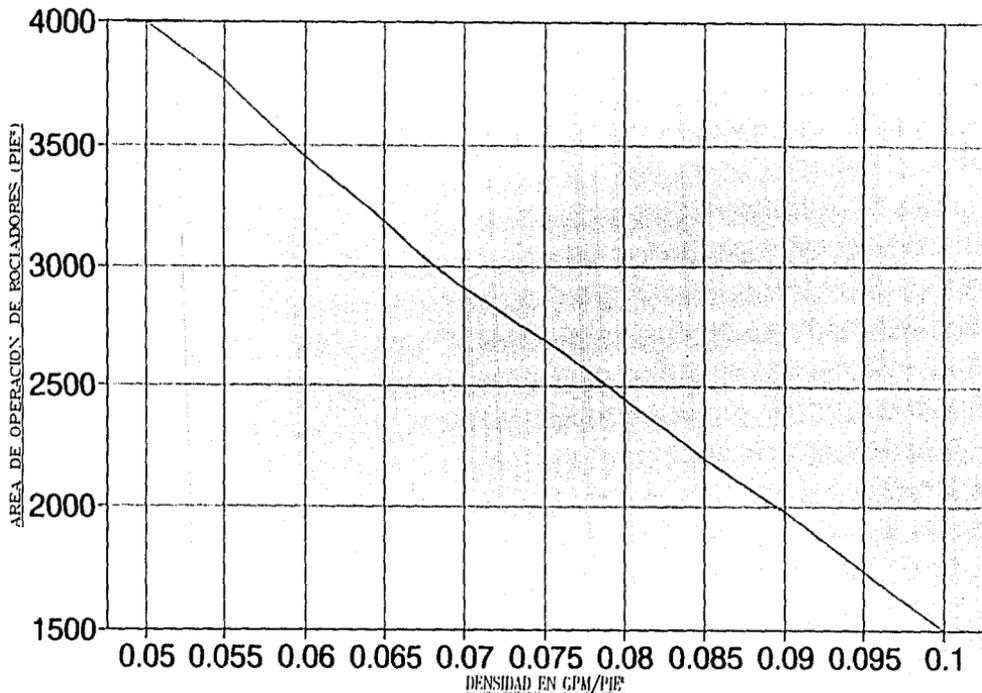


VISTA EN PLANTA

202

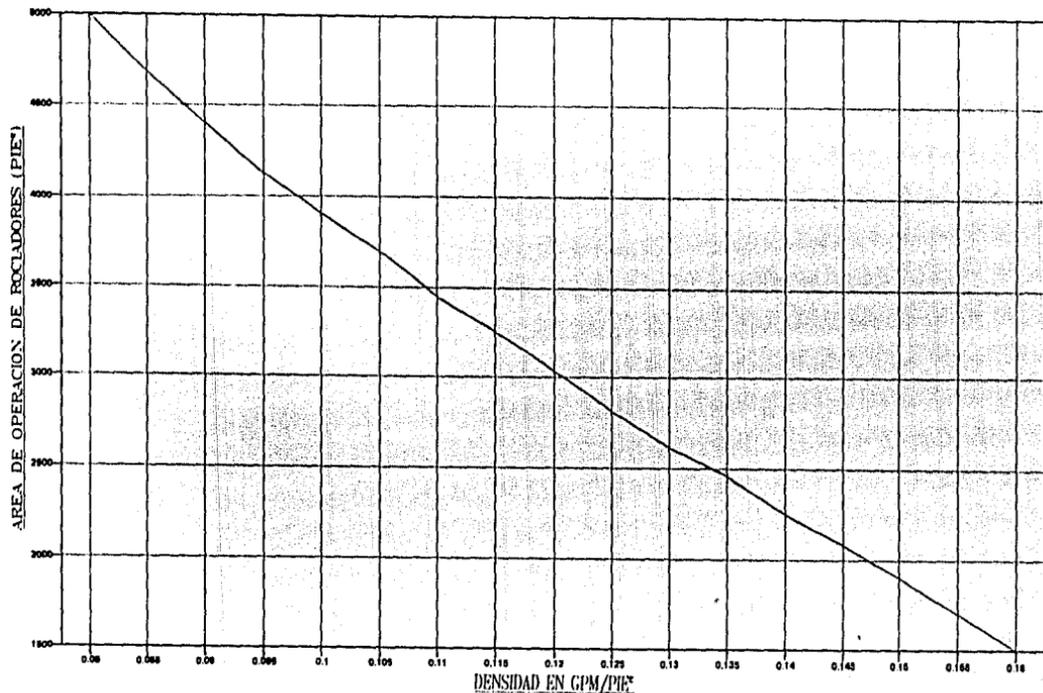
ANEXO 20

CURVA DE DENSIDAD PARA RIESGO LEVE



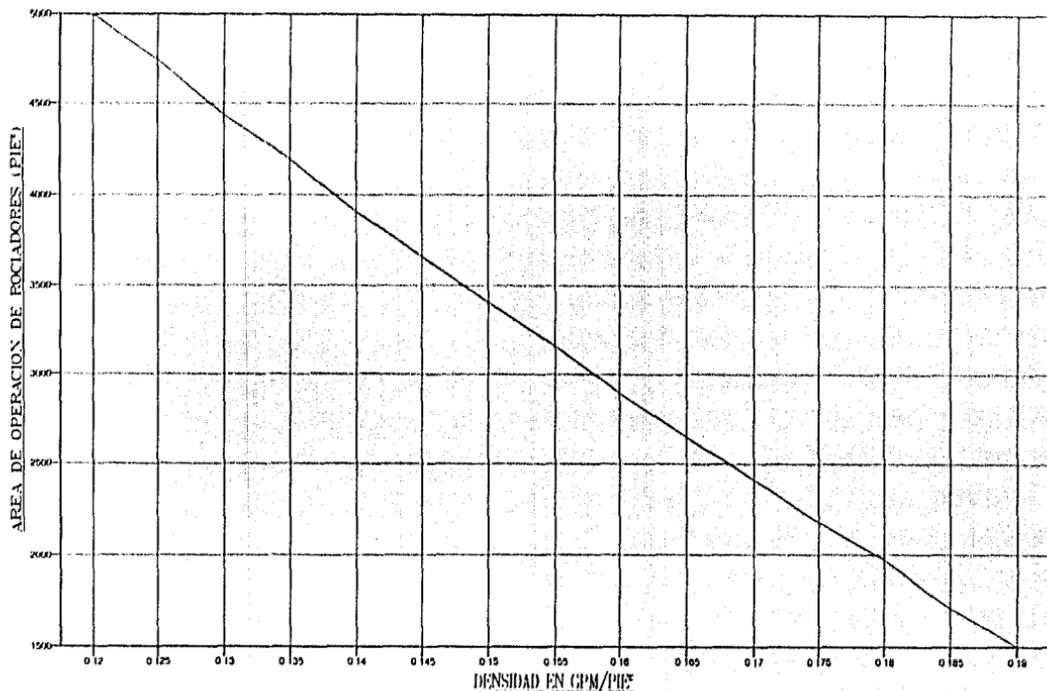
ANEXO 21

CURVA DE DENSIDAD RIESGO ORDINARIO-1



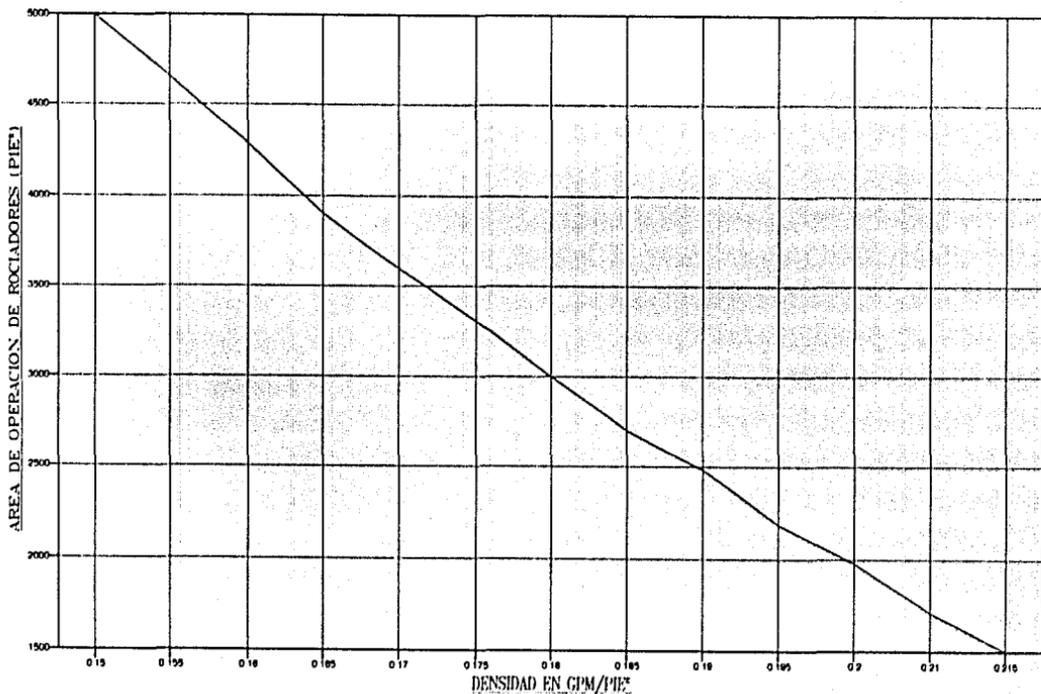
ANEXO 22

CURVA DE DENSIDAD RIESGO ORDINARIO-2



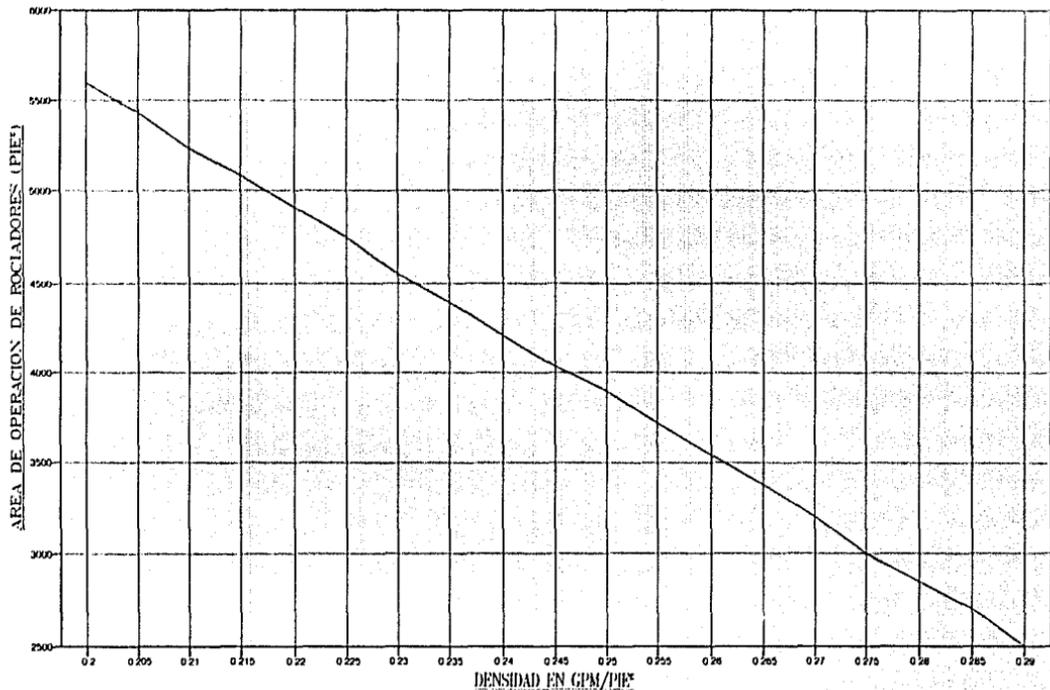
ANEXO 23

CURVA DE DENSIDAD RIESGO ORDINARIO-3



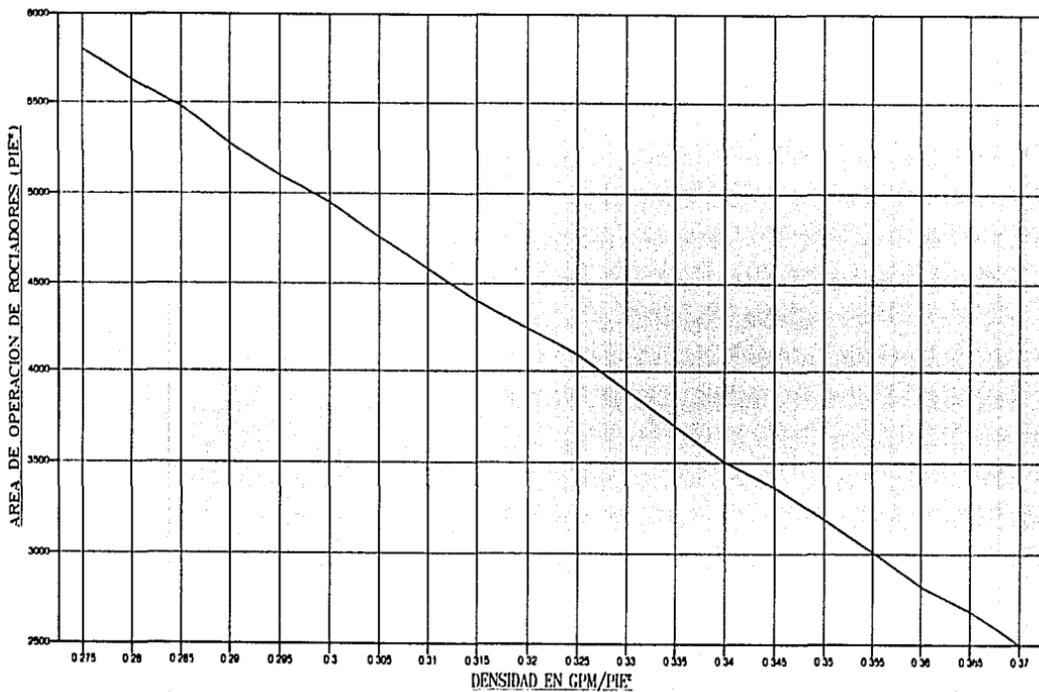
ANEXO 24

CURVA DE DENSIDAD RIESGO EXTRA ALTO-1



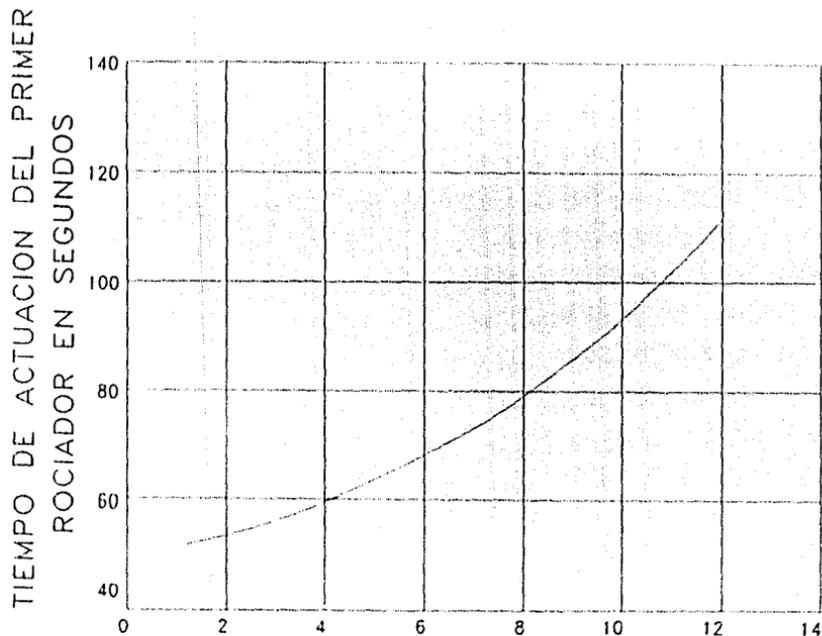
ANEXO 25

CURVA DE DENSIDAD RIESGO EXTRA ALTO-2



ANEXO 26

"EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE EL TECHO Y LOS
ROCIADORES SOBRE EL TIEMPO DE ACTUACION DE ESTOS"



DISTANCIA DE LOS ROCIADORES AL TECHO EN PULG.

ANEXO 27 "ETIQUETAS U.L. Y F.M."

**Factory
Mutual
System**

Approved



APPROVED

Etiquetas típicas de
Factory Mutual System.

UNDERWRITERS
LABORATORIES, INC.
LISTED
ELECTRIC
BASEBOARD HEATER
ISSUE NO.

UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
METAL LADDER 15507 No.
CAUTION: ELECTRICAL SHOCK HAZARD METAL LADDERS SHOULD NOT BE USED WHERE
CONTACT MAY BE MADE WITH ELECTRICAL CIRCUITS REFER TO INSTRUCTOR LABEL.

CLASS P
UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
ELECTRIC FLY TYPAL
15508 NO.
1970-1971 U.S.A.

UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
ELECTRIC CENTRAL HEATING FURNACE
NO.

LISTED
ELECTRIC
CABINET
BOX

UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
1970-1971 U.S.A.

UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
PANELBOARD
NO. AW

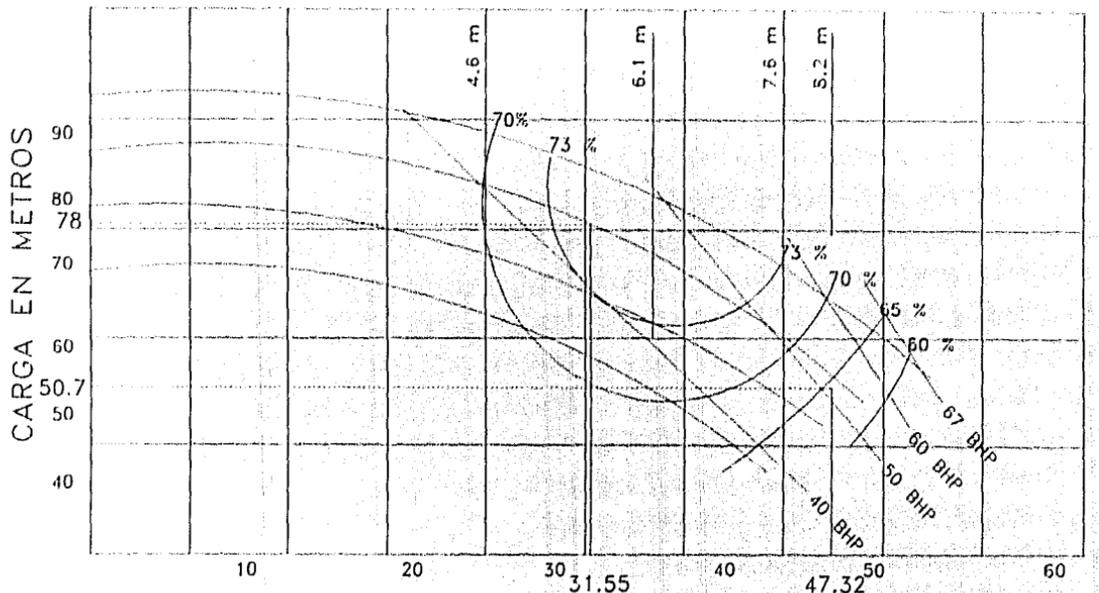
UNDERWRITERS LABORATORIES, INC.
LISTED
SINGLE STATION
FIRE ALARM
DEVICE
ISSUE

UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
1970-1971 U.S.A.

UL UNDERWRITERS
LABORATORIES,
INC.®
LISTED
UNLINED FIRE HOSE E
(Adapted to U.S.A.)

Etiquetas típicas de Underwriters Laboratories, Inc.

ANEXO 28 "CURVA TIPICA DE BOMBA CENTRIFUGA"



CURVA BASADA EN
 AGUA CON UNA
 GRAVEDAD ESPECIFICA DE 1.0

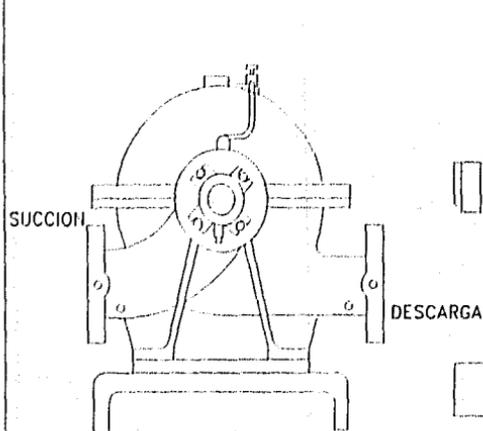
FLUJO EN L.P.S.

ANEXO 29

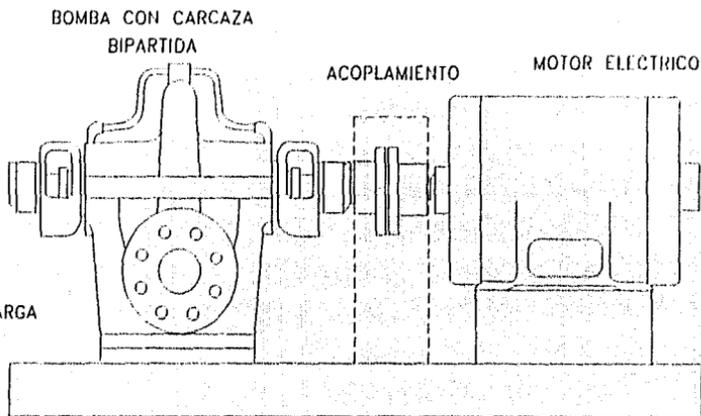
"DATOS NOMINALES DE REQUERIMIENTOS
DE BOMBAS CONTRA INCENDIO"

FLUJOS NOMINALES (GPM)	DIAMETRO DE SUCCION (PULGADAS)	DIAMETRO DE DESCARGA (PULGADAS)
25	1	1
50	1 1/2	1 1/4
100	2	2
150	2 1/2	2 1/2
200	3	3
250	3 1/2	3
300	4	4
400	4	4
450	5	5
500	5	5
750	6	6
1000	8	6
1250	8	8
1500	8	8
2000	10	10
2500	10	10
3000	12	12
3500	12	12
4000	14	12
4500	16	14
5000	16	14

ANEXO 30 "BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL"

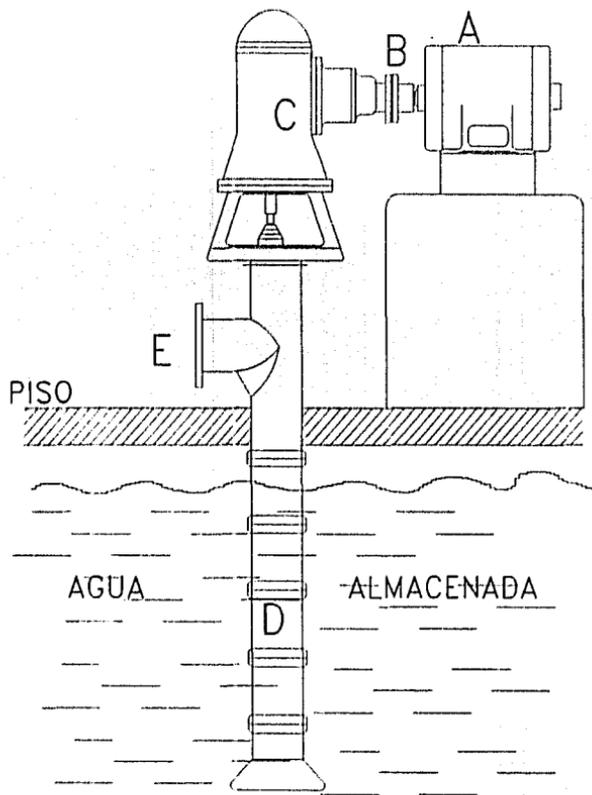


VISTA FRONTAL



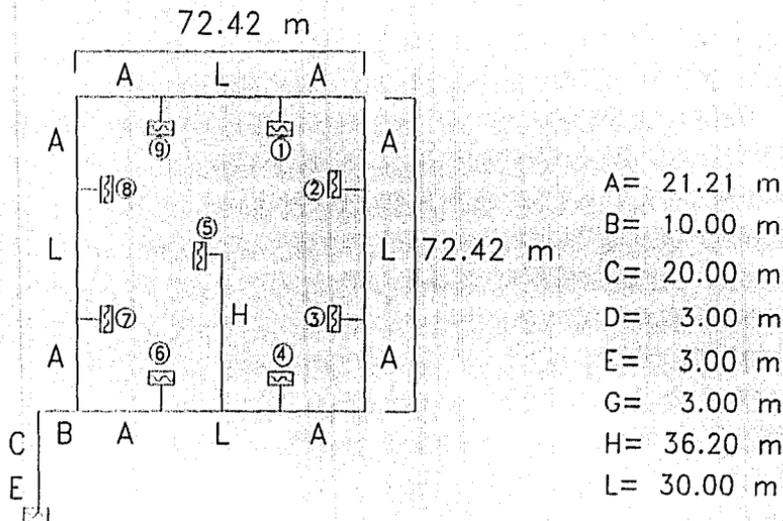
VISTA LATERAL

ANEXO 31 "BOMBA VERTICAL TIPO TURBINA"



- (A) MOTOR ELECTRICO
- (B) ACOPLAMIENTO FLEXIBLE
- (C) ENGRANAJE DE ACCIONAMIENTO EN ANGULO RECTO
- (D) TUBO DE SUCCION CON DISENO DE TAZONES DE ASPIRACION
- (E) DESCARGA

ANEXO 32 "RED DE HIDRANTES EN PLANTA"

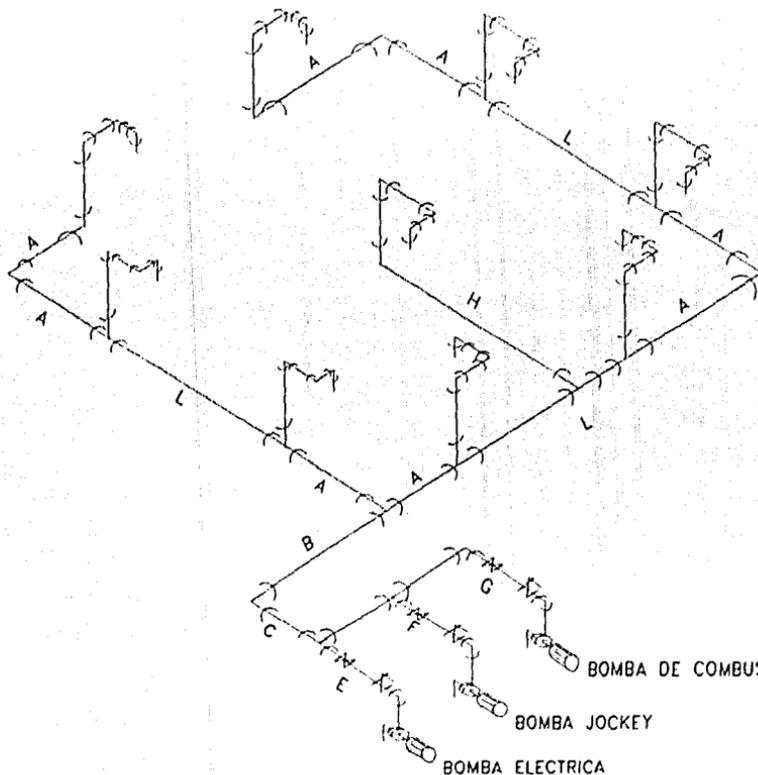


P L A N T A

ESCALA 1:100

212

ANEXO 33 "RED DE HIDRANTES EN ISOMETRICO"



- A= 21.21 m
- B= 10.00 m
- C= 20.00 m
- D= 3.00 m
- E= 3.00 m
- F= 3.00 m
- G= 3.00 m
- H= 36.20 m
- L= 30.00 m

ANEXO 34 "NORMAS PARA DISEÑO DE HIDRANTES"

HIDRANTES	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
VALVULA, colocada a una altura no mayor de 1.6 m sobre el nivel del piso, de un diámetro de:	51 mm	51 mm	64 mm
MANIFESTOS, de lino, o de alpacón forrados interiormente de bala, con un diámetro de:	38 mm	51 mm	64 mm
MANIFESTOS, de lino, o de alpacón forrados interiormente de bala, con longitud no mayor de:	30 m	30 m	30 m
TUBERIA, cuando alimenta a un solo hidrante, con un diámetro de:	51 mm	64 mm	75 mm
TUBERIA, cuando alimenta a dos o mas hidrantes, debe tener un diámetro de:	64 mm	75 mm	100 mm
PRESSION DEL AGUA EN LA BOQUILLA DEL CHIFLON:	1.8 kg/cm ²	2.1 kg/cm ²	2.3 kg/cm ²
VOLUMEN DE AGUA, el volumen de agua de almacenamiento para que dos o mas hidrantes funcionen simultaneamente por hidrante es de:	140 l/min	240 l/min	650 l/min

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERIA, EDITADA POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

h/c

ANEXO 35 "FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS"

FORMULA POR PERDIDA POR FRICCION:

LAS PERDIDAS POR FRICCION DEBERAN SER DETERMINADAS POR LA ECUACION BASICA DE HAZEN-WILLIAMS.

$$\Delta P = 6.05 \cdot 10^5 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

DONDE ΔP ES LA RESISTENCIA A LA FRICCION EN ATMOSFERAS/m E TUBERIA,
 Q ES EL FLUJO EN L/min
 d ES EL DIAMETRO INTERNO EN mm
 C ES EL COEFICIENTE DE PERDIDA POR FRICCION

NOTA: EN EL SISTEMA INGLES SE UTILIZA:

$$\Delta P = 4.52 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

SIENDO: ΔP LA RISTENCIA A LA FRICCION EN lb/pulg² POR PIE DE TUBERIA,
 Q EL FLUJO EN gal/min
 d EL DIAMETRO INTERNO EN pulg.
 C EL COEFICIENTE DE PERDIDA POR FRICCION

OTRAS FORMULAS:

$$\Delta P = \frac{10.675 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

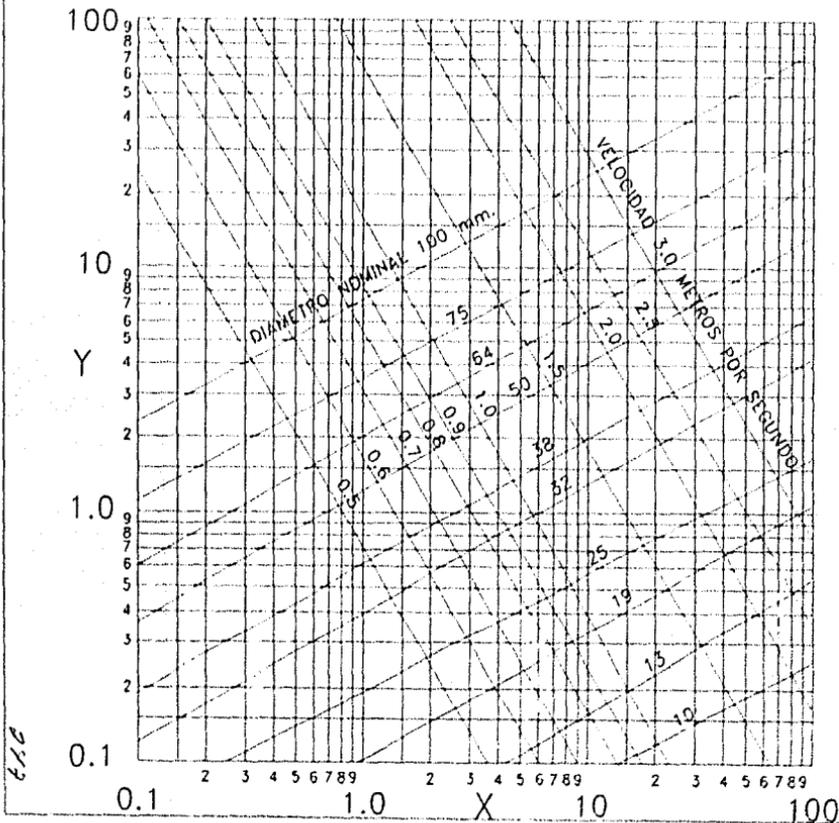
Q EN m³ /seg
 d EN m
 ΔP EN m/m

$$\Delta P = \frac{4.73 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Q EN PIES³ /seg
 d EN PIES
 ΔP EN PIES/PIE

ANEXO 37

"GRAFICA DE PERDIDAS POR FRICCION CONTRA CAUDAL EN FUNCION DE DIAMETROS NOMINALES Y VELOCIDADES"



X = PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN METROS POR 100 METROS

Y = GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

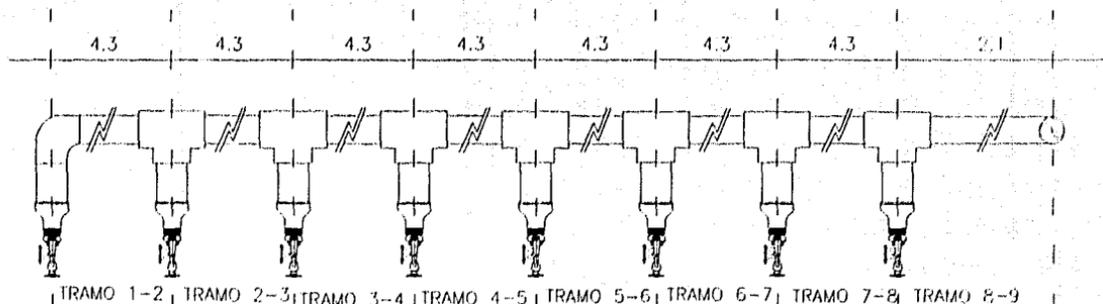
ANEXO 38 "LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS"

ϕ Nominal mm	 CODO 45°	 CODO 90°	 Tee <i>tipo longitudinal</i>	 Tee <i>tipo transversal</i>	 Tuercas Unión	 V. COMP	 V. GLOBO	 V. CHECK
13	0.25	0.47	0.32	0.95	0.32	0.21	7.11	7.11
19	0.33	0.63	0.42	1.26	0.42	0.27	9.42	9.42
25	0.42	0.80	0.53	1.60	0.53	0.35	11.99	11.99
32	0.56	1.06	0.70	2.10	0.70	0.46	15.77	15.77
38	0.65	1.22	0.82	2.45	0.82	0.53	18.40	18.40
51	0.84	1.58	1.05	3.15	1.05	0.68	23.63	23.63
64	1.00	1.88	1.25	3.76	1.25	0.82	28.22	28.22
75	1.24	2.33	1.56	4.68	1.56	1.01	35.07	35.07
100	1.63	3.06	2.05	6.14	2.05	1.33	46.02	46.02
150	2.46	4.62	3.08	9.24	3.08	2.00	69.32	69.32
200	3.24	6.08	4.05	12.16	4.05	2.64	91.22	91.22
250	4.07	7.63	5.09	15.27	5.09	3.31	114.53	114.53
300	4.85	9.10	6.06	18.19	6.06	3.94	136.45	136.45

Las longitudes de accesorios están dadas en metros de columna de agua

FUENTE: FORMAS DE DISEÑO DE INGENIERIA, EDITADA POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

ANEXO 39 "RAMAL DE ROCIADORES"

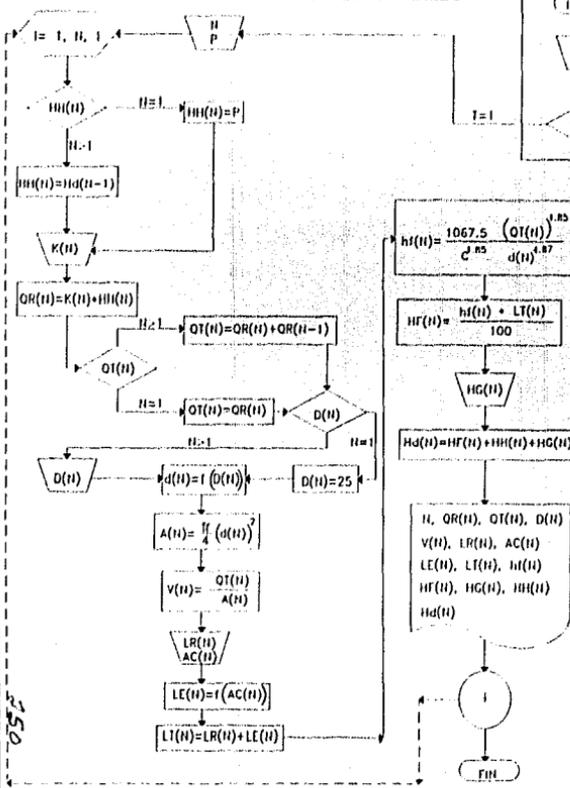


COIAS EN metros

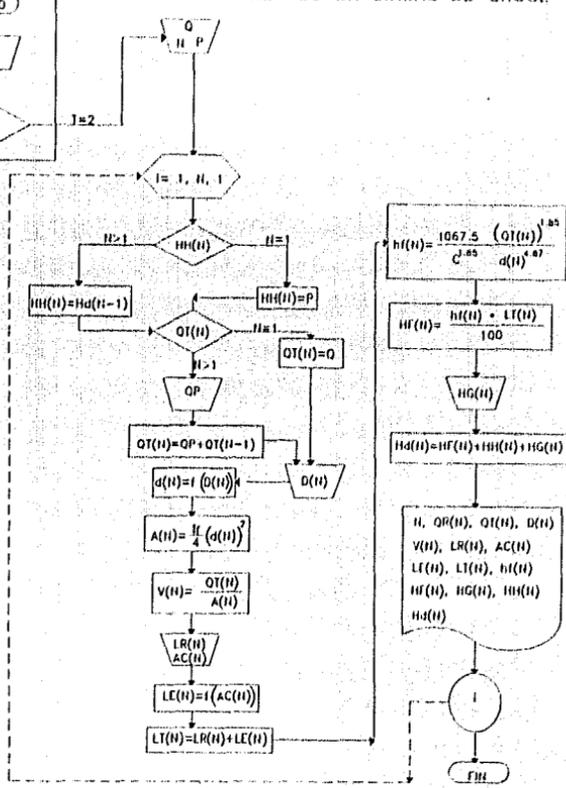
51C

ANEXO 40 "ALGORITMO DE CALCULO HIDRAULICO"

RUTINA PARA CALCULO EN RAMALES

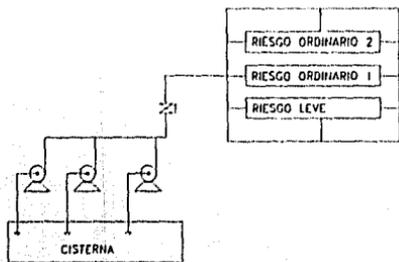


RUTINA PARA CALCULO EN LINEAS DE CRUCE

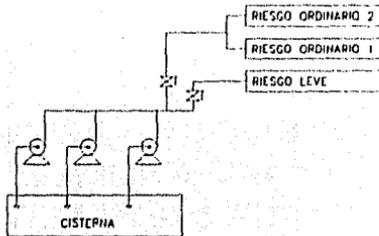


ANEXO 41

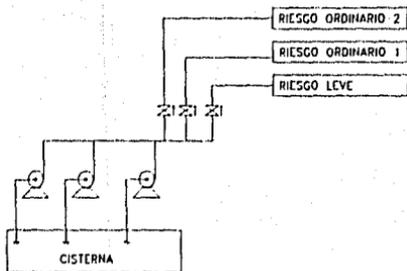
"ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL"



OPCION 1

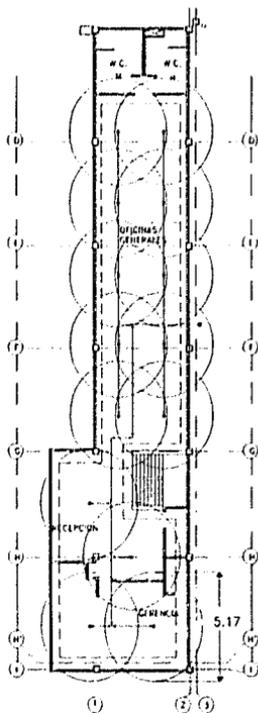


OPCION 2



OPCION 3

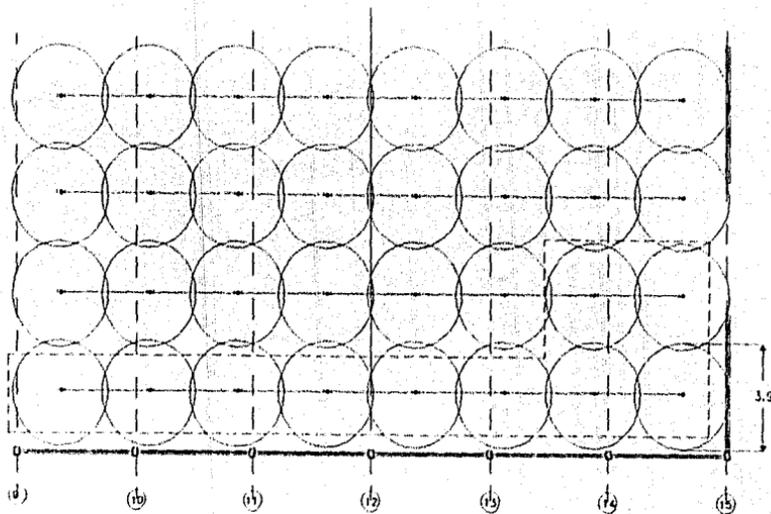
ANEXO 42 "COBERTURA EN AREA REMOTA DEL RIESGO LEVE"



$$\text{AREA COBERTURA} = 21 \text{ m}^2$$

$$\text{DIAMETRO COBERTURA} = 5.17 \text{ m}$$

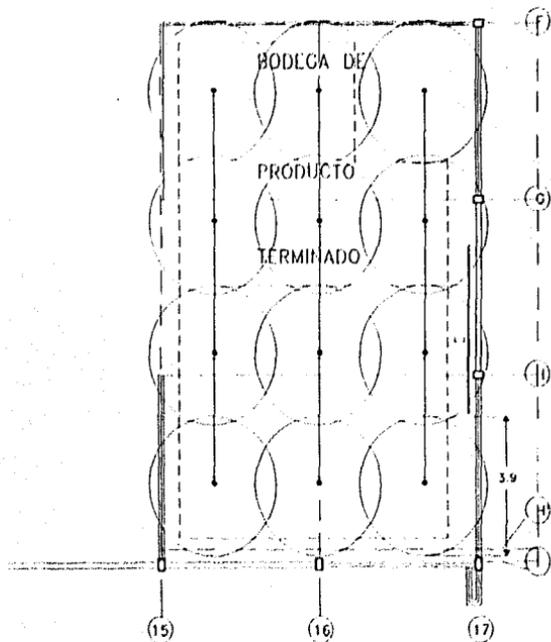
ANEXO 43 "COBERTURA EN AREA REMOTA RIESGO ORDINARIO-1"



$$A_{\text{COBERTURA}} = 12 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{COBERTURA}} = 3.90 \text{ m}$$

ANEXO 4.4 "COBERTURA EN AREA REMOTA RIESGO ORDINARIO-2"



$$\text{AREA COBERTURA} = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{DIAMETRO COBERTURA} = 3.90 \text{ m}$$

ANEXO 46

"RESUMEN DE RESULTADOS DEL DESARROLLO DE PROYECTO // 2. EDIFICIO DE GRAN ALTURA"

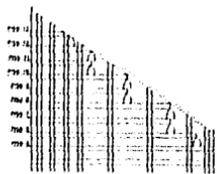
	PISO	NIVEL	CAUDAL (lps)	PRESION (mca)	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO												
					TUBERIA HORIZONTAL (m.m.)	RISER (m.m.)	RAMALES SEGUN ROCIADORES												
							1	2	3	4	5	6	7	8					
S	42	+112.5	9.46	15.4	100	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	41	+109.5	18.92	16.7	100	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	40	+106.4	28.39	20.1	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	39	+103.4	28.39	23.9	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	38	+100.3	28.39	27.3	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	37	+97.3	28.39	30.8	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	36	+94.25	28.39	34.3	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	35	+91.20	28.39	37.8	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	34	+88.15	28.39	41.3	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	33	+85.10	28.39	44.8	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	32	+82.05	28.39	48.3	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	31	+79.0	28.39	51.8	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
D	30	+75.95	28.39	55.2	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
D	29	+72.90	28.39	58.7	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
D	28	+69.85	28.39	62.2	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
D	27	+66.80	28.39	65.7	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
D	26	+63.75	28.39	69.2 *	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	25	+60.70	9.46	24.1	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	24	+57.65	18.92	27.3	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	23	+54.60	28.39	30.7	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	22	+51.55	28.39	34.3	64	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	21	+48.50	28.39	38.0	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	20	+45.45	28.39	41.6	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	19	+42.40	28.39	45.1	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	18	+39.35	28.39	48.6	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	17	+36.30	28.39	52.1	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	16	+33.25	28.39	55.6	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	15	+30.20	28.39	59.1	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	14	+27.15	28.39	62.6	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	12	+24.10	28.39	66.1	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	11	+21.05	28.39	69.6	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	10	+18.0	28.39	73.2	51	100	25	32	38	51	64	76	76						
D		+14.64	28.39	76.7 **	51	100	25	32	38	51	64	76	76						

	PISO	NIVEL	CAUDAL (lps)	PRESION (mca)	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO												
					TUBERIA HORIZONTAL (m.m.)	RISER (m.m.)	RAMALES SEGUN ROCIADORES												
							1	2	3	4	5	6	7	8					
S	SALONES	+10.37	15.14	20.2	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	COMERCIOS	+ 6.40	30.28	21.7	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	COMERCIOS	+ 2.44	30.28	28.5	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	LOBBY BAR	- 1.52	30.28	32.7	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ALMACENES	- 5.20	30.28	35.8	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	S. FIESTAS	+10.37	15.14	22.2	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	CATERIAS	+ 4.88	30.28	27.7	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	LOBBY REC	0.00	30.28	33.9	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	LAVANDER.	- 8.69	30.28	49.7	64, 58, 52	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	CASA MAO	-14.03	30.28	23.3	64, 51	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 1	- 5.20	15.14	62.1	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 3	- 5.94	30.28	65.4	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 5	- 8.69	30.28	68.2	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 7	-11.43	30.28	74.3	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 9	-14.18	30.28	79.5	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 2	- 4.57	15.14	64.2	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 4	- 7.32	30.28	66.5	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 6	-10.06	30.28	69.8	76	100	25	32	38	51	64	76	76						
S	ESTAC. 8	-12.81	30.28	80.4	76	100	25	32	38	51	64	76	76						

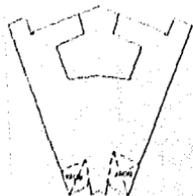
* LA TRAYECTORIA DESDE ESTE PISO HASTA EL SISTEMA DE BOMBEO NECESITA UNA PRESION DE 154.1 m c.a., CON UN DIAMETRO EN EL RISER DE 150 mm

** LA TRAYECTORIA DESDE ESTE PISO HASTA EL SISTEMA DE BOMBEO NECESITA UNA PRESION DE 112.5 m c.a., CON UN DIAMETRO EN EL RISER DE 150 mm

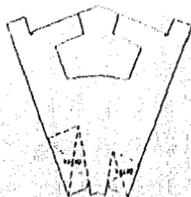
ANEXO 4.7 "PISOS AFECTADOS POR EL EFECTO DE CHIMENEA"



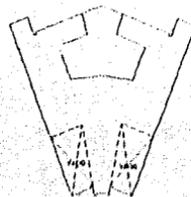
CORTE TRANSVERSAL



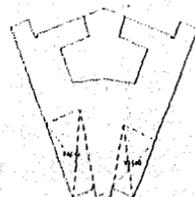
PISO 5



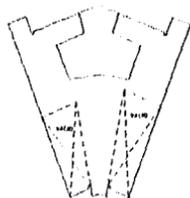
PISO 6



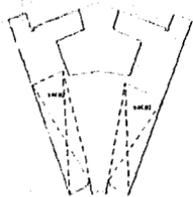
PISO 7



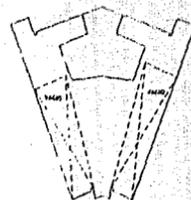
PISO 8



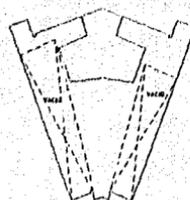
PISO 9



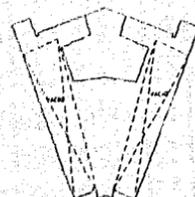
PISO 10



PISO 11



PISO 12

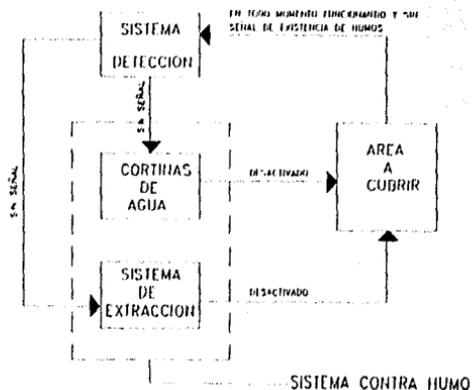


PISO 13 y 14

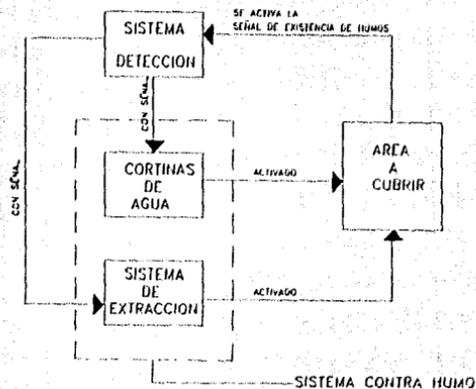
ESP

ANEXO 48 "ESQUEMA DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA HUMOS"

"CONDICIONES SIN EXISTENCIA DE HUMO"

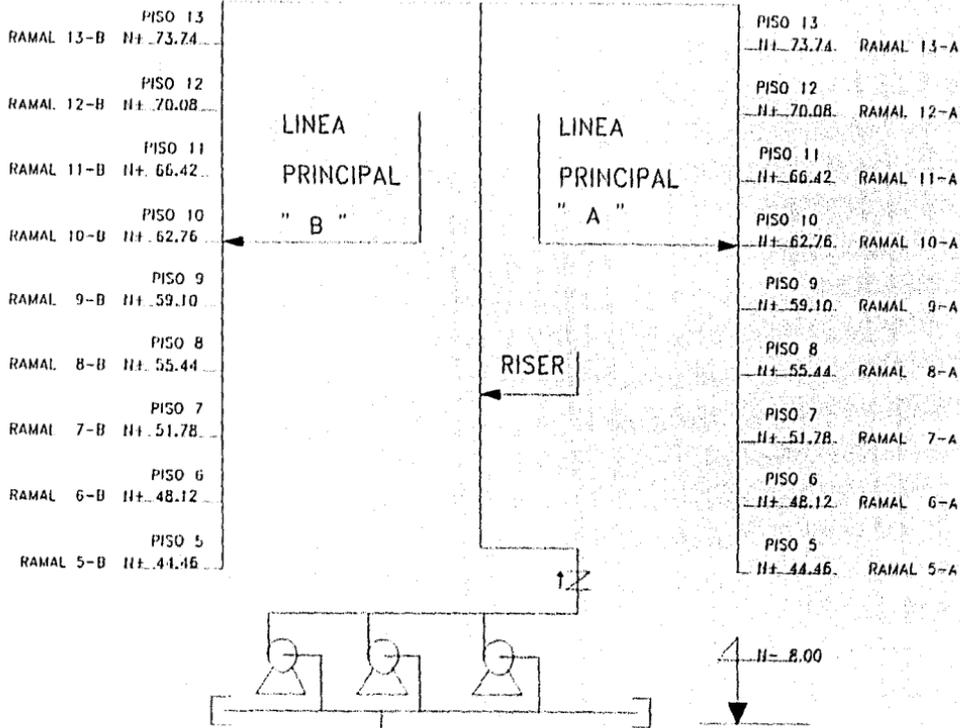


"CONDICIONES CON EXISTENCIA DE HUMO"



ANEXO 49

"DIAGRAMA DESCRIPTIVO DEL SISTEMA TOTAL DE ROCIADORES"

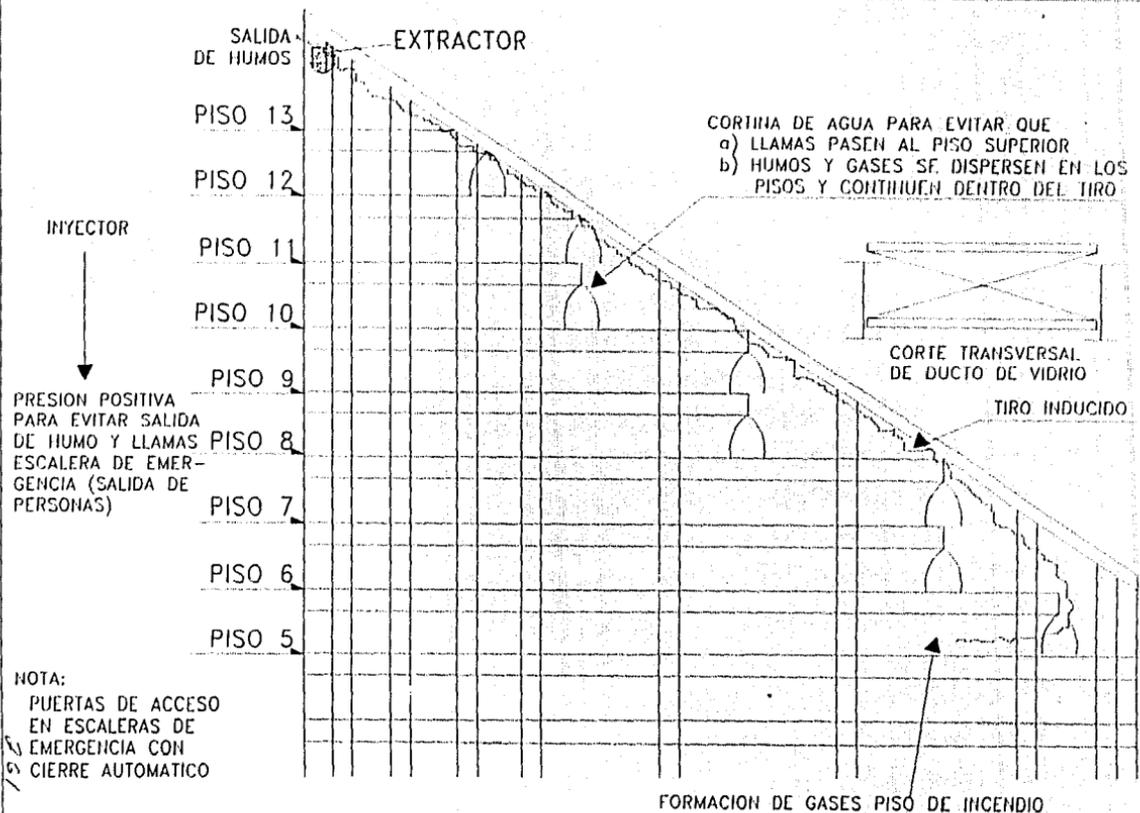


ANEXO 50

"CUADRO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA HUMO"

CASO	AREA DE CONFLAGACION		ROCIADORES ACTIVADOS		ELECTROIMAN ACTIVADO		EXTRACTOR ACTIVADO
	PISO	ZONA	PISO	ZONA	PISO	ZONA	
1	5	A	5	B	5	A	A
			6	A			
2	5	B	5	A	5	B	B
			6	B			
3	6	A	6	B	6	A	A
			6	A			
4	6	B	7	B	6	B	B
			8	A			
5	7	A	7	B	7	A	A
			7	A			
6	7	B	7	A	7	B	B
			8	B			
7	8	A	8	B	8	A	A
			8	A			
8	8	B	9	B	8	B	B
			10	A			
9	9	A	9	B	9	A	A
			9	A			
10	9	B	9	A	9	B	B
			10	B			
11	10	A	10	B	10	A	A
			10	A			
12	10	B	11	B	10	B	B
			12	A			
13	11	A	11	B	11	A	A
			11	A			
14	11	B	11	A	11	B	B
			12	B			
15	12	A	12	B	12	A	A
			12	A			
16	12	B	13	B	12	B	B
			13	A			
17	13	A	13	B	13	A	A
			13	A			
18	13	B	13	A	13	B	B

ANEXO 51 "UBICACION DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA HUMOS"



CAPITULO XI

CONCLUSIONES

De esta Tesis se concluyen los siguientes puntos:

1. Conociendo los mecanismos de la Fisicoquímica del Fuego, se pueden establecer métodos Técnico-económicos adecuados para la extinción del mismo.
2. Los sistemas Automáticos a Base de Rociadores, son el medio de extinción más adecuado, cuando el fuego a controlar no ha sido detectado por el hombre.
3. El cálculo hidráulico para el sistema de tubería húmeda, es la base de cualquier otro.
4. Para la realización de un proyecto de esta naturaleza, es necesario conocer los códigos actualizados que lo rigen.
5. Los materiales y Equipos que conforman el sistema, deben ser de fabricación de línea.
6. Al mostrar las estadísticas de incendios y la realización de 3 proyectos en esta tesis, se concluye que la tecnología actual es capaz de aportar el grado de seguridad requerido para un cierto lugar. Por lo mismo, también se concluye que esta tesis es una invitación a los ejecutivos de una edificación a instalar estos sistemas.
7. En México aún no se ha reglamentado el uso obligatorio de sistemas de rociadores automáticos, sin embargo, hay que hacer notar que los materiales que se encuentran dentro de las edificaciones son cada vez más flamables, por lo que su reglamentación deberá incorporarse en pocos años.

CAPITULO XI

CONCLUSIONES

De esta Tesis se concluyen los siguientes puntos:

1. Conociendo los mecanismos de la Fisicoquímica del Fuego, se pueden establecer métodos Técnico-económicos adecuados para la extinción del mismo.
2. Los sistemas Automáticos a Base de Rociadores, son el medio de extinción más adecuado, cuando el fuego a controlar no ha sido detectado por el hombre.
3. El cálculo hidráulico para el sistema de tubería húmeda, es la base de cualquier otro.
4. Para la realización de un proyecto de esta naturaleza, es necesario conocer los códigos actualizados que lo rigen.
5. Los materiales y Equipos que conforman el sistema, deben ser de fabricación de línea.
6. Al mostrar las estadísticas de incendios y la realización de 3 proyectos en esta tesis, se concluye que la tecnología actual es capaz de aportar el grado de seguridad requerido para un cierto lugar. Por lo mismo, también se concluye que esta tesis es una invitación a los ejecutivos de una edificación a instalar estos sistemas.
7. En México aún no se ha reglamentado el uso obligatorio de sistemas de rociadores automáticos, sin embargo, hay que hacer notar que los materiales que se encuentran dentro de las edificaciones son cada vez más flamables, por lo que su reglamentación deberá incorporarse en pocos años.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ARVIZU MARQUEZ RAUL EDMUNDO / ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN UNA EMPRESA / TESIS INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL / 1976.
- 2.- BARROW M. H. / INGENIERIA DE PROYECTO PARA PLANTAS DE PROCESO / EDITORIAL C.E.C.C.S.A. / 1979.
- 3.- CRANE / FLUJO DE FLUIDOS EN VALVULAS, ACCESORIOS Y TUBERIAS / EDITORIAL Mc. GRAW-HILL / 1989.
- 4.- N.F.P.A. / N.F.P.A. 13 AUTOMATIC SPRINKLERS SYSTEMS / 1986 EDITION.
- 5.- N.F.P.A. / N.F.P.A. 20 STANDARD FOR THE INSTALLATION OF CENTRIFUGAL FIRE PUMPS / 1987 EDITION.
- 6.- N.F.P.A. / MANUAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS / EDITORIAL MAPFRE / 1980.

- 7.- MARKS / MANUAL DEL INGENIERO MECANICO / EDITORIAL UTEHA
1980.
- 8.- PERRY / PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK / SIXTH
EDITION / 1984.
- 9.- NORMAS DE DISEÑO DE INGENIERIA DEL INSTITUTO MEXICANO
DEL SEGURO SOCIAL. INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS
Y DE GASES MEDICINALES.
- 10.- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL
EDITORIAL ANDRADE / 1992.
- 11.- CARLOS FARIAS DE LA GARZA / PROTECCION CONTRA INCENDIO
1982.