



690.22
AND
e.2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“Proyecto de Manual para Sistemas Contra Incendios para
Edificios y Galpones de la ciudad de Guayaquil”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Tito Alberto Andrade Saavedra

María Fernanda Erazo Molina



CIB-ESPOL

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2006

AGRADECIMIENTO



CIB-ESPOL

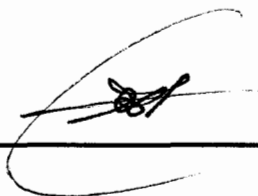
A todas las personas que han colaborado en la realización de este proyecto y especialmente al Ing. Byron Erazo Vargas Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES



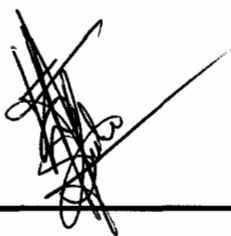
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



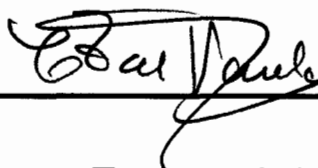
Ing. Edison Navarrete C.
SUB DECANO DE LA FICT
PRESIDENTE



Ing. Byron Erazo V
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Eduardo Santos B.
VOCAL



Ing. Carmen Terreros de Varela.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

Tito Alberto Andrade Saavedra

Ma. Fernanda Erazo Molina

RESUMEN

El presente trabajo es un proyecto que contiene la información necesaria para desarrollar e instituir una normativa para los Sistemas contra Incendios que se instalen en las edificaciones que se construyen en la ciudad de Guayaquil.

En el primer capítulo se darán conceptos básicos sobre el agua y el fuego y una breve descripción de los incendios ocurridos en la ciudad de Guayaquil. En los siguientes capítulos se describirán los diferentes elementos que componen un Sistema contra Incendio así como los conceptos que deberán ser aplicados para poder desarrollar correctamente un diseño de cualquier proyecto que se presente.

Finalmente se describe paso a paso el diseño del Sistema contra Incendios de dos proyectos aplicando todos los conceptos y recomendaciones desarrollados a lo largo de este trabajo.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	8
SIMBOLOGÍA.....	9
INDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE TABLAS.....	11
INDICE DE PLANOS.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO 1	
1. EL AGUA Y EL FUEGO.....	17
1.1. Introducción.....	17
1.1.1. El Fuego.....	17
1.1.2. El Agua.....	22
1.2. Reseña Histórica Local.....	24
1.3. Resistencia al fuego de diversos materiales.....	27
1.3.1. Resistencia al fuego de los elementos constructivos.....	29

1.4. Clasificación de los materiales de construcción usados en Guayaquil.....	35
---	----

CAPÍTULO 2

2. CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	37
2.1. Introducción.....	37
2.2. Viviendas Unifamiliares.....	45
2.2.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	45
2.2.2. Protección activa contra incendios.....	45
2.2.3. Recomendaciones constructivas.....	45
2.3. Edificios.....	46
2.3.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	46
2.3.2. Protección activa contra incendios.....	47
2.3.3. Recomendaciones constructivas.....	49
2.4. Bodegas y Almacenes.....	54
2.4.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	55
2.4.2. Protección activa contra incendios.....	60
2.4.3. Recomendaciones constructivas.....	60
2.5. Centros Comerciales.....	62
2.5.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	63
2.5.2. Protección activa contra incendios.....	63



2.5.3. Recomendaciones constructivas.....	64
2.6. Edificaciones Especiales.....	66
2.6.1. Edificios de Parques.....	66
2.6.1.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	66
2.6.1.2. Protección activa contra incendios.....	66
2.6.1.3. Recomendaciones constructivas.....	67
2.6.2. Hospitales.....	67
2.6.2.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	68
2.6.2.2. Protección activa contra incendios.....	68
2.6.2.3. Recomendaciones constructivas.....	69
2.6.3. Edificaciones para reuniones públicas.....	72
2.6.3.1. Relación Carga de Fuego vs Tipo de Riesgo.....	72
2.6.3.2. Protección activa contra incendios.....	73
2.6.3.3. Recomendaciones constructivas.....	75

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	77
3.1. Introducción.....	77
3.2. Abastecimiento y Uso del agua.....	78
3.2.1. Fuente de Abastecimiento.....	78
3.2.1.1. Red de uso Público.....	78
3.2.1.2. Fuentes Inagotables.....	79

3.2.1.3. Depósitos o Cisternas.....	79
3.3. Cálculo de la Reserva de agua.....	80
3.3.1. Reserva para Bocatomas de Incendios.....	82
3.3.2. Reserva para Rociadores automáticos.....	82
3.3.3. Reservas para sistema con Cortinas de Agua.....	84
3.4. Tipos de Tuberías y Accesorios.....	86
3.4.1. Tuberías.....	86
3.4.2. Uniones.....	88
3.4.3. Accesorios.....	88
3.5. Dimensionamiento de las Redes.....	91
3.5.1. Requerimientos mínimos.....	93
3.5.2. Pérdida de Carga.....	94
3.5.3. Ejemplo práctico.....	95
3.6. Bocatomas de Incendio, Siamesa e Hidrante.....	97
3.6.1. Bocatomas de Incendio.....	97
3.6.2. Siamesa.....	102
3.6.3. Hidrante.....	104
3.7. Rociadores Automáticos.....	107
3.7.1. Requerimientos hidráulicos.....	115
3.7.2. Requerimientos para su instalación.....	117
3.7.3. Métodos de Cálculo para un sistema de Rociadores Automáticos.....	133

3.7.3.1. Método Hidráulico.....	133
3.7.3.2. Diseño por medio de Tablas.....	136

CAPÍTULO 4

4. EQUIPOS DE BOMBEO PARA UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS..	140
4.1. Introducción.....	140
4.2. Tipos de Bombas para Sistemas Contra Incendio.....	142
4.3. Selección del Equipo Apropriado del SCI y sus componentes...	147
4.3.1. Caudal y Presión Nominal.....	147
4.3.2. Motores y Controles.....	148
4.4. Normas para Instalación de Equipos de Bombeo.....	154
4.4.1. Tubería de Succión y Accesorios.....	154
4.4.2. Tubería de Impulsión y Accesorios.....	158
4.4.3. Pruebas.....	158
4.5. Conclusiones.....	160

CAPÍTULO 5

5. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO.....	161
5.1. Introducción.....	161
5.2. Extintores.....	162
5.2.1. Tipos de Extintores.....	164

5.2.2. Uso de Extintores.....	168
5.2.3. Dióxido de Carbono (CO ₂).....	169
5.3. Detección y Alarma.....	175
5.3.1. Tipo de detecciones.....	179
5.3.2. Disposición de los diferentes tipos de detectores según su necesidad.....	188
5.3.3. Mantenimiento y Control de Funcionamiento de los Detectores Automáticos de Incendio.....	190
5.3.4. Alarma de Incendios.....	192
5.3.5. Conclusiones.....	193
5.4. Sistemas de Espuma.....	196
5.4.1. Tipos de Espuma.....	197
5.4.2. Aplicación.....	199
5.5. Sistemas de Diluvio.....	202
5.6. Seguridad Industrial.....	203

CAPÍTULO 6

6. EJEMPLO PRACTICO.....	208
6.1. Sistema Contra Incendio para un Edificio de Departamentos..	208
6.1.1. Cálculo de la Reserva.....	208
6.1.2. Cálculo de las Redes.....	209
6.1.2. Cálculo del Equipo de Bombeo.....	212

6.2. Sistema Contra Incendio para un Galpón de Bodegas.....	213
6.2.1 Cálculo de la Reserva.....	214
6.2.2. Cálculo de las Redes.....	215
6.2.3. Cálculo del Equipo de Bombeo.....	218

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	220
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

ft ²	Pie cuadrado
G.P.M.	Galones por minuto
h	Horas
Kg	Kilogramos
m ²	Metros cuadrados
m	Metros Lineales
Mcal	Mega calorías
P.S.I.	Libras por pulgadas al cuadrado
seg.	Segundos



CIB-ESPOL

SIMBOLOGÍA

A	Área
Q_p	Carga de Fuego ponderada
Q	Caudal
C_i	Coefficiente adimensional de peligrosidad
K	Coefficiente adimensional dado por rociador
Ra	Coefficiente adimensional de ponderación
Φ	Diámetro
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
H_i	Poder calorífico
J	Pérdidas de carga
P_i	Peso en Kilogramos de materias combustibles
V	Velocidad

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1. El incendio grande 5 y 6 de Octubre de 1896.....	24
Figura 1.2. Foto del centro de Guayaquil Antogño.....	27
Figura 3.1. Gráfico densidades de aplicación según riesgo.....	83
Figura 3.2. Accesorios más empleados en los Sistemas Contra Incendios.....	89
Figura 3.3. Bocatoma de Incendios.....	100
Figura 3.4. Hidrante.....	105
Figura 3.5. Rociadores Automáticos de Ampolla.....	111
Figura 3.6. Tipos de Rociadores Comerciales.....	113
Figura 3.7. Tipos de Soportes Aceptados.....	129
Figura 3.8. Detalle de Abrazadera Sismorresistente.....	131
Figura 4.1. Bombas Centrífugas de Eje Horizontal.....	143
Figura 4.2. Bomba Centrífuga de Eje Vertical.....	144
Figura 4.3. Bomba de Turbina Vertical.....	146
Figura 4.4. Curva de Caudal y Presión Nominal para bombas contra incendios.....	148
Figura 4.5. Detalles de Instalación de Bomba Contra Incendios bajo carga positiva.....	155
Figura 4.6. Detalle de Instalación de Tubería de Succión.....	156
Figura 4.7. Condicones en Cárcamo de Bombeo.....	157
Figura 5.1. Símbolos exhibidos en los extintores para indicar los tipos de fuego para los que son aptos.....	164
Figura 5.2. Tipos de Extintores.....	167
Figura 5.3. Instalación automática de detección de incendios. Componentes y Funciones.....	182
Figura 5.4. Válvula y Detector de Flujo para sistema de diluvio.....	183
Figura 5.5. Localización de Detector de Temperatura.....	185
Figura 5.6. Detector de Humo.....	187
Figura 5.7. Alarma de activación manual.....	192
Figura 5.8. Componentes de un Sistema de Alarmas contra incendios.....	193
Figura 5.9. Diagrama que resalta puntos principales de la Seguridad Industrial.....	205

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1	Resistencia al Fuego de muro de fábrica de bloque de Hormigón.....	32
Tabla 2	Resistencia al Fuego de muros de Hormigón Armado.....	32
Tabla 3	Resistencia al Fuego de Losas Macizas de H.A.....	33
Tabla 4	Resistencia al Fuego de Columnas de H.A.....	33
Tabla 5	Resistencia al Fuego de Vigas de H.A.....	34
Tabla 6	Resistencia al Fuego de Recubrimientos.....	34
Tabla 7	Valor calorífico de los Combustibles recomendados para el cálculo de la carga de Fuego.....	39
Tabla 8	Coeficiente adimensional C_i recomendado para el cálculo de la Carga de Fuego.....	41
Tabla 9	Coeficiente R_a que pondera riesgo de activación inherente a la actividad.....	42
Tabla 10	Relación entre Carga de Fuego y Tipo de Riesgo.....	45
Tabla 11	Abastecimiento de agua según clase de Riesgos.....	82
Tabla 12	Reservas mínimas requeridas de Agua Potable.....	82
Tabla 13	Reservas mínimas de agua potable recomendadas para diferentes tipos de edificaciones.....	86
Tabla 14	Pérdidas de carga equivalente para accesorios de Acero Ced. 40.....	96
Tabla 15	Temperatura de accionamiento de los Rociadores.....	119
Tabla 16	Áreas de protección para Rociadores automáticos según su riesgo.....	122
Tabla 17	Espaciamientos máximos para Rociadores automáticos según su riesgo.....	124
Tabla 18	Máximo espaciamiento de Soportes en tuberías.....	131
Tabla 19	Características de los Extintores.....	168
Tabla 20	Tipo de extintores que se deben utilizar según Clase de Fuego.....	171
Tabla 21	Tipo de Espuma en relación a su expansión.....	199

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Sistema Contra Incendios de Edificio de Departamentos
Plano 2	Detalles
Plano 3	Sistema Contra Incendios de Bodega de Ropa y Accesorios de cuero
Plano 4	Detalles



CIB-ESPOL

INTRODUCCION

Siempre en todo momento y lugar se piensa y se trata sobre la Seguridad de las personas que habitan en este mundo. Mediante todos los medios se trata en lo posible de tomar en consideración, cualquiera que sea la medida, precautelar y salvaguardar la integridad de las personas. Se ha desarrollado en gran medida la arquitectura en los últimos siglos y nos entregan bellezas arquitectónicas por todos lados del mundo. Asimismo el avance que han desarrollado las estructuras, sean estas de cualquier tipo, han sido de vital importancia para el incremento en la versatilidad de las construcciones. Ambos desarrollos en el sector de la construcción generan el mejor ambiente y firmeza en sus edificaciones. Pero cuando se trata de la Seguridad tanto de las personas que habitan en estas edificaciones y de los bienes materiales que se encuentran en ellas, se debe siempre de considerar los Sistemas Contra Incendios.

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

Las principales razones por las que se eligen Sistemas Contra Incendios son la seguridad de las personas, de los bienes materiales, del medio ambiente,

de la producción que dicha empresa pueda generar, de sentirse dicha empresa competitiva ante el mundo de la globalización ya que nadie en la actualidad es capaz de realizar negocios con una empresa que no presta las garantías del caso y que esté a expensas de que en cualquier momento pueda sufrir un siniestro de incendio y parar la producción la cual estaba comprometida.

Los incendios que azotaron, en tiempos antiguos y actuales, a esta ciudad han sido de grandes proporciones, por lo que partiendo de los criterios básicos hidráulicos, normas previamente establecidas y las experiencias tenidas tanto en el Diseño y Construcción de Sistemas Contra Incendio en la ciudad de Guayaquil es que se está planteando un Proyecto para un futuro Manual.

En los últimos años se han producido incendios de gran magnitud; se puede citar el incendio en un supermercado en Paraguay que dejó como saldo 400 muertos, el incendio en una discoteca en el centro de la ciudad de Buenos Aires en Argentina que dejó como saldo 200 muertos.

Debido a estos antecedentes existe la preocupación frente a las realidades que acontecieron por no existir ningún tipo de protección en caso de incendio, las cuales no se quisiera que suceda en Guayaquil.

Se propone un trabajo mediante el cual no se asegura que no habrá ninguna pérdida humana pero por lo menos no existirán las grandes catástrofes, ya sean por fallas humanas o no, como las ocurridas en otros lugares. Se plantean normas básicas y necesarias, para los tipos de edificaciones más comunes en nuestro medio como son los Edificios con sus diferentes tipos de usos y los Galpones que se construyen para fábricas o con la finalidad de almacenaje.

Estas normas se deben de implementar en el momento de su construcción, lo cual permitirá desarrollar un ambiente mucho más seguro y confiable en el cual se puede estar.

En Guayaquil, la entidad encargada de velar por el fiel cumplimiento de que existan adecuados Sistemas Contra Incendios en las Edificaciones es el Benemérito Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Guayaquil, del cual algunos de sus miembros están encargados de aprobar los diseños de estos sistemas de protección contra incendios, tienen poco conocimiento de lo que requiere cada tipo de edificación llegando en ciertos casos a contradicciones y malos cálculos de los sistemas en sus parte hidráulica.

Basados en la experiencia obtenida a través de los años de trabajo en la Construcción de Sistemas Contra Incendio del Ing. Byron Erazo Vargas, y de los conocimientos del experto en el Diseño y Construcción de Sistemas

Contra Incendios, Ing. Miguel Vargas; en las Normas de la National Fire Protection Association (NFPA), y en los diferentes manuales y seminarios dictados por expertos en el área de Sistemas Contra Incendio, se ha podido desarrollar este proyecto de manual para diseño y construcción de Sistemas Contra Incendios que tiene como gran objetivo desarrollar un documento que sirva para la elaboración de un futuro manual de diseño y construcción de Sistemas Contra Incendios en la ciudad de Guayaquil y de esta manera unificar los conceptos con el Benemérito Cuerpo de Bomberos.

Entre otros objetivos se tiene el de concientizar a las personas sobre el uso de Sistemas Contra Incendios para que no ocurran desgracias como las ocurridas en otros países, dar una alternativa de consulta al momento de diseñar, construir y fiscalizar por parte de cualquier profesional, al tener una adecuada herramienta que les permita saber que sistemas deben de instalar en las obras a construir.

En el desarrollo de este trabajo también se dan recomendaciones constructivas y de seguridad industrial que a su vez son muy importantes y complementan los Sistemas contra Incendios más este trabajo ha sido enfocado hacia la parte hidráulica de estos sistemas.



CAPITULO I

1. EL AGUA Y EL FUEGO

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. El Fuego

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

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

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

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

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

- ◆ **Combustión:** Es una reacción química de oxidoreducción de un material combustible con el oxígeno, en presencia de calor donde la llama, incandescencia o el humo pueden o no estar presentes.
- ◆ **Fuego:** Es el proceso de combustión que se caracteriza por la presencia de llama y/o humo.
- ◆ **Incendio:** Es el proceso de fuego cuando éste se propaga de una forma incontrolada en el tiempo y espacio.

♦ **Punto de Inflamación:** Es la mínima temperatura a la cual un líquido inflamable/combustible emite vapores en cantidad suficiente como para formar mezclas inflamables con el aire, cerca de la superficie del líquido.

La combustión da como producto:

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

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

Gases del Fuego: La principal causa de pérdidas de vidas en los incendios es la inhalación de gases y humo caliente, tóxicos y deficientes en oxígeno. La cantidad y el tipo de gases del fuego que se encuentran presentes durante y después de un incendio, varían en gran medida de acuerdo con la composición química del material quemado, la cantidad de oxígeno disponible y la temperatura. El efecto de los gases tóxicos y el humo en las personas dependerá del tiempo que éstas permanezcan expuestos a ellos, de la concentración de

los gases en el aire y de la condición física de la persona. En un incendio suele haber varios gases. Los que comúnmente se considera letales son: monóxido de carbono, bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, bióxido de azufre, amoníaco, cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno, acroleína y fosgeno.

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

Calor: El calor es el producto de la combustión más responsable de la propagación del fuego. La exposición al calor de un incendio afecta a las personas en proporción directa a la distancia de la exposición y a la temperatura del calor. Los peligros de exponerse al calor de un incendio varían desde las lesiones menores hasta la muerte. La

exposición al aire caliente aumenta el pulso cardíaco y provoca deshidratación, cansancio, obstrucción del tracto respiratorio y quemaduras.

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

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

Fuegos de la clase A: Materiales combustibles ordinarios como Madera, tela, papel, caucho y plásticos

Fuegos de la clase B.- Incendio de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares.

Fuegos de la clase C.- Incendio de equipo eléctrico vivo donde la seguridad del operario exige el uso de agentes extinguidores que no sean conductores eléctricos.

Fuegos de la clase D.- Incendio de ciertos metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio; que precisan un medio extinguidor que absorba el calor y que reaccione con los metales que se queman.

1.1.2. El Agua

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

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

1. A temperatura estable es un líquido pesado y relativamente estable.

2. Una Libra de hielo, al derretirse en agua, a 0°C absorbe 143.4 Btu (151.3 KJ), que es el calor de fusión del hielo.
3. Se requiere 1 Btu para elevar la temperatura de 1 Libra de agua 1°F, que es el calor específico del agua. Por lo tanto, elevar la temperatura de 1 Libra de agua desde 32 a 212 °F, requiere 180 Btu.
4. el calor latente de vaporización del agua, es decir, convertir 1 Libra de agua en vapor, a una temperatura constante es 970.3 Btu por Libra a presión atmosférica.
5. Cuando el agua pasa de líquido a vapor, su volumen, a presión atmosférica, aumenta 1600 veces aproximadamente. Este gran volumen de agua (vapor saturado) desplaza un volumen igual de aire alrededor del fuego, reduciéndose por ello el volumen del aire (oxígeno) disponible para mantener la combustión.

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

Al combatir un incendio se persigue, como objetivo, obtener su extinción en la forma más rápida posible y con la menor cantidad de agua. Esto apunta a utilizar, de modo efectivo, la menor cantidad de agua de la reserva, y limitar los daños que

ésta produce. Durante siglos, el método empleado ha sido dirigir un chorro compacto de agua desde una distancia segura hacia la base del fuego; sin embargo, un método más eficaz consiste en aplicar agua en forma pulverizada, lo que aumenta el efecto refrigerante del agua y la conversión de agua en vapor.

1.2. Reseña Histórica Local

Los grandes flagelos de Guayaquil fueron los incendios que la destruyeron, las invasiones de los piratas y la fiebre amarilla. Se dice que "el bombero nació con Guayaquil, pues con Guayaquil nacieron sus incendios". La primera "bomba para apagar incendios" se envió a Guayaquil por orden del Rey Carlos III, en 1780.



FIGURA 1.1. EL INCENDIO GRANDE 5 Y 6 DE OCT. DE 1896

Tres años trágicos, de graves incendios consecutivos golpearon a Guayaquil, entre 1893 y octubre de 1896, años de grandes pérdidas para la ciudad. Los siniestros fueron tan frecuentes que por aquel entonces se habló de la presencia de un incendiario como el causante. El 12 de febrero de 1896, preludio de la gran tragedia de octubre, el fuego redujo a cenizas todas las manzanas comprendidas entre las calles 10 de Agosto, por el norte; Colón, por el sur; Pichincha, por el este; y Chimborazo, por el oeste. Además, aquellas que se encontraban en la acera sur de la calle Colón hasta Luzárraga entre las calles Pichincha y Chile. En la madrugada del 6 de octubre de 1896, se inició el más terrible flagelo que ha sufrido la ciudad, conocido como el **"incendio grande"**. Se inició en la esquina de Aguirre y Malecón, frente a la gobernación, corrió hacia el norte consumiendo las casas que se encontraban entre Malecón y la calle Rocafuerte y luego de quemar todas las de Las Peñas, terminó en la antigua cervecería. En su camino por Aguirre desde el malecón hacia el oeste, volteó por Chile hasta Ballén, continuó hasta Boyacá, se encaminó al norte hasta Luque, por donde dejó todo en cenizas hasta la calle Chanduy, volteó por Zaruma al oeste hasta Morro, y por esta se desplazó al norte. Finalmente lo único que detuvo el fuego fueron las sabanas despobladas en donde se refugió la gente que lo había perdido todo. El periódico "El Grito del Pueblo" del 8 de octubre de

1896 publicó en su primera plana: "CATÁSTROFE: Acaba de realizarse en esta ciudad una de esas catástrofes, página horrorosa en la historia de los pueblos. En cuarenta y ocho horas el fuego ha destruido la zona más importante de la población, donde estaba centralizado el movimiento, la vida comercial y el núcleo de nuestra sociedad mientras las llamas con ira rabiosa destruían los edificios, los habitantes huían despavoridos a salvarse en la pampa desde el centro de la ciudad al norte no se percibe más que vasto campo cubierto de humeantes escombros. La zona incendiada equivale a la mitad de la ciudad en cuanto a extensión; pero en esa mitad existía todo el alto comercio, los edificios de más importancia, el centro de la ciudad donde estaba concentrada la vida de la población".

Entre los incendios de febrero y octubre desaparecieron 1.305 casas, y quedaron arruinados 25.000 guayaquileños. La ciudad tuvo una pérdida total de dieciocho millones de sucres, equivalentes al total de las exportaciones cacaoteras de todo el año del país. La población quedó reducida a 35.000 habitantes, y, los vecinos de los barrios del sur, y de otros sectores que se salvaron, quedaron afectados de tal forma, que bastaba una pequeña columna de humo, para que se produjese una gran alarma. Luego de la hecatombe, la reacción positiva y el ánimo reconstructor no se hicieron esperar. Así como la presencia del fuego había alimentado su solidaridad, los escombros y

el drama humano fueron acicate para el resurgimiento de la ciudad. Tres años apenas habían transcurrido y solo existían huellas en sus almas. Se ampliaron las calles, se eliminaron callejones, y las dos ciudades que se habían formado en 1693, Ciudad Nueva y Ciudad Vieja, quedaron definitivamente enlazadas por un diseño armónico. Esto es en suma el espíritu de Guayaquil, nacido en la lucha, la conquista, el esfuerzo. Sociedad crecida por la voluntad autonómica de sus hijos, no sobre lágrimas, estrecheces ni necesidades ajenas.



FIGURA 1.2 FOTO DEL CENTRO DE GUAYAQUIL ANTIGUO

1.3. Resistencia al fuego de diversos materiales

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

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

Bajo este concepto, los materiales incombustibles y los no inflamables (placas de yeso laminado, perfiles metálicos, lanas de vidrio y de roca) juegan un papel importante según dos aspectos diferentes de comportamiento ante el fuego de los materiales y de los elementos constructivos del edificio.

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

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

- Hay placas de yeso laminado M-0 incombustible, y otras M-1 no inflamables.



- Las lanas minerales son de naturaleza M-0, como material inorgánico.

Hay dos aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar el comportamiento ante el fuego de los materiales: El poder calorífico de los mismos (es decir, su capacidad de recibir y transmitir calor), y la generación de humos (es decir, la capacidad de emitir gases tóxicos).

En este punto es importante destacar el rol importante que juegan las placas de yeso laminado ya que tienen un poder calorífico bajo, es decir, se calientan muy poco en la cara opuesta a la expuesta; y debido a su capacidad de retención de humedad, comienza por desprenderla, con lo cual tarda un tiempo prolongado en acusar el calor. Las placas de yeso laminado, al contener solamente yeso en su alma, son totalmente ecológicas y solamente desprenden vapor de agua retenido en su interior. El yeso no se quema y por lo tanto no desprende humo.

1.3.1. Resistencia al fuego de elementos constructivos

Se consideran dos formas diferenciadas: la capacidad portante de los elementos estructurales para impedir el colapso del edificio en caso de incendio y la capacidad de los elementos de cierre y compartimentación (fachadas, muros

divisórios, etc.) para confinar el incendio e impedir la ignición y propagación de llamas a espacios aledaños.

Para ambos casos la característica principal es el tiempo: cuanto mayor sea el tiempo disponible será más favorable la evacuación de personas o la lucha contra el incendio.

La estabilidad al fuego (EF) de los elementos estructurales depende en buena medida del material de la estructura en cuanto a la reducción de su resistencia mecánica con la temperatura. Así tenemos que:

- El acero alcanza a 538 °C la llamada «temperatura crítica», a la cual ya no le es posible soportar la carga de diseño. El acero es muy buen conductor del calor, lo que representa un aspecto negativo en cuanto a la resistencia al fuego ya que alcanza la «temperatura crítica» en pocos minutos.
- El hormigón soporta mejor la acción del fuego por ser un material poco conductor del calor, y la resistencia estructural sólo depende del tiempo en que las armaduras de acero alcancen su temperatura crítica.
- La utilización de sistemas de yeso laminado con lanas minerales como materiales envolventes de los elementos estructurales, permite aumentar notablemente los tiempos de

Estabilidad al Fuego debido al poder aislante térmico de la lana mineral.

Parecido es el caso de los elementos de cierre y compartimentación caracterizados en este caso por la Resistencia al Fuego (RF), que es una medida expresada en números, que sirve para denotar la cantidad de tiempo en minutos que resistirá el elemento expuesto al fuego.

Las exigencias son muy severas: no sólo se debe impedir el paso de llamas a través del elemento sino también el paso del calor a la cara no expuesta al fuego, ya que si ésta alcanza temperaturas elevadas se permitiría la ignición de materiales en los espacios aledaños, propagándose entonces el incendio.

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

TABLA 1
RESISTENCIA AL FUEGO DE MURO DE FÁBRICA DE BLOQUE DE
HORMIGÓN

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

TABLA 2
RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS DE HORMIGON ARMADO

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

TABLA 3
RESISTENCIA AL FUEGO DE LOSAS MACIZAS DE HORMIGON
ARMADO

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

TABLA 4
RESISTENCIA AL FUEGO DE COLUMNAS DE HORMIGON ARMADO

Dimensión mínima, en cm, de la sección transversal	50	40	30	24	20	15
Recubrimiento, en cm, de la armadura principal	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	1,0
Elemento constructivo Pilar de hormigón armado exento: Sin revestir. Con 1,5 cm de revestimiento de mortero de yeso o cemento sobre malla metálica. Con 1,5 cm de mortero de yeso y vermiculita o perlita sobre malla metálica. Con 1,5 cm de mortero de amianto sobre malla metálica.	RF-240	RF-180 RF-180 RF-180 RF-240	RF-120 RF-120 RF-120 RF-180	RF-90 RF-90 RF-90 RF-120	RF-60 RF-90 RF-90 RF-90	RF-30 RF-30 RF-30 RF-60
Resistencia al fuego, en minutos.						

TABLA 5
RESISTENCIA AL FUEGO DE VIGAS DE HORMIGON
ARMADO

Períodos de resistencia al fuego	RF-30		RF-60		RF-90		RF-120		RF-180		RF-240	
Recubrimiento c, en cm, correspondiente a la dimensión e, en cm, de la sección transversal	e	c	e	c	e	c	e	c	e	c	e	c
Elemento constructivo												
Viga de hormigón armado:												
Sin revestir.												
	80	2,0	120	3,5	150	5,0	200	6,0	240	7,5	280	8,5
	120	1,0	160	3,0	200	4,0	240	5,0	300	6,5	350	7,5
	160	1,0	200	2,5	280	3,5	300	4,5	400	6,0	500	7,0
	200	1,0	300	2,0	400	3,0	500	4,0	600	5,5	700	6,5
Con 1,5 cm de mortero de yeso o cemento sobre malla metálica.												
			80	2,0	120	3,5	150	5,0	200	6,0	240	7,5
			120	1,0	180	3,0	200	4,0	240	5,0	300	6,5
			160	1,0	200	2,5	280	3,5	300	4,5	400	6,0
			200	1,0	300	2,0	400	3,0	350	4,0	600	5,5
Con 1,5 cm de mortero de yeso y vermiculita sobre malla metálica.												
					80	2,0	120	3,5	150	5,0	200	6,0
					120	1,0	180	3,0	200	4,0	240	5,0
					160	1,0	200	2,5	280	3,5	300	4,5
					200	1,0	300	2,0	400	3,0	350	4,0

TABLA 6
RESISTENCIA AL FUEGO DE RECUBRIMIENTOS

Espesor en cm	7	6	5	4	3	2	1
Tipo de recubrimiento							
Mortero de yeso o cemento sobre malla metálica.	RF-120	RF-120	RF-90	RF-90	RF-60	RF-30	
Mortero de yeso y vermiculita o perlita.	RF-180	RF-180	RF-120	RF-120	RF-90	RF-60	RF-30
Mortero de amianto.	RF-240	RF-240	RF-180	RF-120	RF-120	RF-90	RF-60
Resistencia al fuego, en minutos.							
Los tiempos de resistencia ante el fuego aportados por cada tipo de recubrimiento se podrán sumar a los aportados por el elemento constructivo sin recubrir.							

1.4. Clasificación de los materiales de construcción usados en Guayaquil

Podemos clasificar a las construcciones existentes en Guayaquil en cuatro grandes grupos:

- **Viviendas en Zonas Marginales:** este tipo de viviendas están construidas, en su gran mayoría, de materiales de bajo costo y por ende con un alto grado de peligrosidad a inflamarse, están hechas de:

- ✓ Piso de Tablas y/o Tablones
- ✓ Paredes de Caña Guadúa Seca
- ✓ Techo de Planchas de Zinc o Cade Seco

- **Viviendas Económicas:** a diferencia de las anteriores en este tipo de edificaciones ya se pueden encontrar elementos estructurales con más de resistencia al fuego en caso de un siniestro, generalmente están construidas de:

- ✓ Piso de Hormigón
- ✓ Paredes con Bloques de Arcilla sin revestimiento
- ✓ Columnas de Hormigón
- ✓ Vigas de Madera
- ✓ Techo de Planchas de Zinc y Aluminio

- **Viviendas Semi-Económicas y Villas de Lujo:** en este tipo de edificaciones las estructuras están construidas con materiales de buena resistencia y existe una marcada uniformidad en la construcción de este tipo de edificaciones, sus principales características son:
 - ✓ Piso y Contrapiso de Hormigón
 - ✓ Baldosas
 - ✓ Paredes con Bloques de Hormigón con revestimiento
 - ✓ Columnas de Hormigón
 - ✓ Vigas de Hormigón
 - ✓ Cielos falsos
 - ✓ Techo de Losa de hormigón y/o Cubierta de Eternit

- **Fábricas y/o Galpones:** este tipo de construcciones disponen de materiales totalmente diferentes a los que podemos encontrar en los tres grupos anteriores, por los procesos que se lleven dentro de dicha estructura. Sus principales elementos de construcción son:
 - ✓ Piso y Contrapiso de Hormigón
 - ✓ Paredes con Bloques de Hormigón sin revestimiento y/o Paredes con Recubrimientos metálicos
 - ✓ Estructura Metálicas (Columnas y Vigas)
 - ✓ Techo de Planchas de Zin y Aluminio.

CAPITULO 2

2. CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS



CIB-ESPOL

2.1. INTRODUCCION

Dentro de un manual de sistemas contra incendios se debe definir una clasificación correcta del tipo de edificaciones, es por esto que dentro de este capítulo se muestra la clasificación de las construcciones más comunes para nuestro medio.

Se ha utilizado el término uso para explicar que tipo de actividad se desarrolla dentro de cada edificación, debido a que no es posible clasificar de manera precisa cada tipo de construcción, en ciertos casos se puede aplicar las recomendaciones para usos similares.

La clasificación será según la Clase de Riesgo que está relacionada a la Carga de Fuego. El Riesgo puede ser del tipo: Ligero, Ordinario (Grupo 1 y Grupo 2) o Extra (Grupo 1 y Grupo 2). Ver capítulo 4.

La Carga de Fuego mide el calor máximo que producirían todos los materiales combustibles incendiados en una zona dada, la carga de fuego ponderada Q_p de una edificación o almacenamiento se calculará considerando todos los materiales combustibles que formen parte de la construcción, así como aquellos que se prevean como normalmente utilizables en los procesos de fabricación y todas las materias combustibles que puedan ser almacenadas. El cálculo de la carga de fuego ponderada Q_p se establecerá mediante la expresión:

$$Q_p = \frac{\sum P_i H_i C_i}{A} \times R_a \text{ (Mcal / m}^2\text{)}$$

Fórmula 2.1

Siendo:

P_i = peso en kg de cada una de las diferentes materias combustibles.

H_i = poder calorífico de cada una de las diferentes materias en Mcal/kg. Ver tabla 7.

Ci = coeficiente adimensional que refleja la peligrosidad de los productos. Ver tabla 8

A = superficie construida del local, considerada en m².

Ra = coeficiente adimensional que pondera riesgo de activación inherente a la actividad. Ver tabla 9.

TABLA 7

**VALOR CALORIFICO NETO DE LOS COMBUSTIBLES Hi (Mcal/kg)
RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO DE LA CARGA DE FUEGO**

MATERIA	Mcal/kg	MATERIA	Mcal/kg
Acumuladores de auto (batería)	10	Fibras artificiales (seda-rayón)	4
Aceites	9 /10	Fibras naturales (madejas-ovillos-fardos)	4
Acetaldehído	6	Fibras de fafia, heno	4
Acetamida	5	Fósforo	6
Acetato de Amilo	8	Gasoil	10
Acetona	7	Glicerina	4
Acetileno	12	Grasas	10
Acido acético	4	Harina	4
Acido benzoico	6	Heptano	11
Acido cítrico	6	Hametileno	11
Acrolaína	7	Hexano	11
Albúmina vegetal	6	Hulla	8
Alcohol amílico	10	Hidrógeno	34
Alcohol etílico	6	Hidruro de magnesio	4
Algodón	4	Leche en polvo	4
Almidón	4	Lana comprimida	5
Anilina	9	Lignito	5
Antraceno	10	Lino	4
Antracita	8	Libros y carpetas	4
Blanco de ballena	10	Magnesio	6

Bencilo	8	Malta, maíz	4
Bencina	10	Maderas	4.4
Benzol	10	Materiales sintéticos	4
Bobina de cable Por metro	300	Metano	12
Butano	11	Matanol	5
Butanol	8	Monóxido de carbono	2
Cable 4 x 25 m2 Aislamiento	0.8	Nueces, avellanas	4
Cable por metro	1.2	Octano	11
Cacao en polvo	4	Paja	4
Café	4	Paneles de madera	4.4
Calcio	1	Pentano	12
Caucho	10	Papel	4
Carbono	8	Parafina	11
Carburo de alúmina	4	Petróleo	10
Carburo de calcio 80%	4	Pescado seco	3
Cartón	4	Poliamida	7
Cartón impregnado	5	Policarbonato	7
Celuloide	4	Poliéster	6
Cereales	4	Poliétileno	11
Carbón de madera	7	Poliuretano	6
Cloruro de polivinilo P.V.C.	5	Polivinilo acetato	5
Chocolate	6	Propano	11
Corcho	4	P.V.C.	5
Cresol	6	Resinas	6
Cuero	5	Resinas sintéticas	6
Cidoexanol	8	Resina de urea	3
Cicloexano	11	Sodio	2
Dietilamina	10	Seda	5
Dietilcetona	8	Sulfuro de carbono	3
Dipentano	11	Tabaco	4
Difenil	10	Tetranidrobenczol	11
Epocita	8	Te	4
Espíritu de vino	8	Tuluol	10
Etano	12	Turba	6
Estearina	10	Urea	2
Eter amílico	8	Vestimentas	4/5
Eter etilénico	8		
Extracto de malta	8		
Fenil	8		



TABLA 8

**COEFICIENTE ADIMENSIONAL C_i RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO
DE LA CARGA DE FUEGO**

	Grado de peligrosidad		
	Alta	Media	Baja
Descripción de los productos	<ul style="list-style-type: none"> -Cualquier líquido o gas licuado a presión de vapor de 1 kg/cm² y 23 °C. - Materiales criogénicos. - Materiales que pueden formar mezclas explosivas en el aire. - Líquidos cuyo punto de inflamación sea Inferior a 23 °C. - Materias de combustión espontánea en su exposición al aire. - Todos los sólidos capaces de inflamarse por debajo de los 100 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los líquidos cuyo punto de inflamación este comprendida entre los 23 y los 61 °C. - Los sólidos que comienzan su ignición entre los 100 y los 200 °C. - Los sólidos y semisólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Productos sólidos que requieren para comenzar su ignición estar sometidos a una temperatura superior a 200 °C. - Líquidos con punto de inflamación superior a los 61 °C.
Valor C	1,6	1,2	1

TABLA 9

**COEFICIENTE Ra QUE PONDERA RIESGO DE ACTIVACIÓN
INHERENTE A LA ACTIVIDAD**

	Riesgo de activación		
	Alto	Medio	Bajo
Coefficiente Ra	3	1,5	1

A fin de establecer la evaluación del riesgo de activación de cada proceso, conforme a los niveles de Alto (A), Medio (M) o Bajo (B), se facilita el siguiente listado de actividades:

Aceites comestibles – fabricación	M	Embarcaciones - fabricación	M
Almacenes - en general	B	Escobas - fabricación	B
Barnices – fabricación	M	Esterillas - fabricación	B
Barnizados – taller	M	Fertilizantes químicos – fabricación	M
Bebidas - sin alcohol	B	Fibras artificiales - producción	M
Bebidas alcohólicas – preparación	M	Fibras artificiales – manipulación	B
Bebidas carbónicas – fabricación	B	Forjas y Herrerías	B
Betún - preparación	B	Frigoríficos - cámaras	B
Carpintería	M	Fundición de metales	B
Café - torrefacto	M	Galvanoplástica	B
Cartón - fabricación de cajas y elementos	M	Géneros de punto – fabricación	M
Caucho - fabricación de objetos	M	Grasas Comestibles – fabricación	M
Celuloide - fabricación	B	Imprenta	M

Cera - fabricación de artículos		Industrias químicas	A
Cerámica - taller	B	Juguetes - fabricación	M
Cerveza - fabricación	M	Laboratorios eléctricos	B
Chocolate - fabricación	M	Laboratorios físicos y metalúrgicos	B
Colas - fabricación	B	Laboratorios fotográficos	B
Confección - talleres	B	Laboratorios químicos	M
Conservas - fabricación	B	Licores – fabricación	M
Corcho - tratamiento	B	Madera – fabricación contrachapados	M
Cuerdas - fabricación	M	Mampostería - fabricación	B
Cosméticos	B	Mantequilla - fabricación	B
Cuero - tratamiento y objetos	M	Máquinas - fabricación	M
Destilerías - mat. Inflamables	M	Marcos – fabricación	M
Disolventes . Destilación	M	Materiales usados – tratamiento	M
Ebanistería (sin alm. madera)	B	Mecanización de metales	B
Electricista - taller	M	Medias – fabricación	M
Electricidad - fabricación aparatos	B	Medicamentos - laboratorios	B
Electricidad - reparación aparatos	M	Metales - fabricación de artículos	B
Electrónica - fabricación aparatos	B	Muebles – fabricación (madera)	M
Electrónica - reparación aparatos	M	Muebles – fabricación (metal)	B
Motores eléctricos - fabricación	M	Molinos harineros	M
Orfebrería - fabricación	B	Resinas sintéticas – fabricación	M
Panificación - elaboración y hornos de pan	B	Sacos – fabricación	B
Pasamanería - taller	B	Seda artificial - fabricación	M
Papel - fabricación	B	Taller mecánico	B

Pastas alimenticias – fabricación	M	Tapicería	M
Pinturas - talleres	A	Teatro	B
Pinturas y barnices – fabricación	A	Tejidos – fabricas	B
Pinceles y cepillos – fabricación	M	Telefónica – central	B
Pirotecnia - fabricación	A	Tintas de imprenta – fabricación	M
Plancha – taller	B	Tintorerías	B
Placas de resina sintética – fabricación	M	Transformadores – construcción	B
Productos alimenticios – fabricación	B	Vidrio - fabricación de artículos	B
Reparaciones - taller	B	Vulcanización	M
		Zapatos - fabricación	M

Finalmente con el resultado de la fórmula 2.1 de la carga de fuego se puede definir el tipo de riesgo que tiene una fábrica, almacén o bodega, para otras edificaciones se utilizará la Carga de Fuego dada para cada caso en este capítulo.



CIB-ESPOL

TABLA 10

RELACIÓN ENTRE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y TIPO DE RIESGO

CARGA DE FUEGO PONDERADA Q_p EN Mcal/m²	TIPO DE RIESGO
$Q_p < 100$	LIVIANO
$100 < Q_p > 200$	LIVIANO
$200 < Q_p > 500$	ORDINARIO G1
$500 < Q_p > 800$	ORDINARIO G2
$800 < Q_p > 2.400$	EXTRA G1
$2.400 < Q_p > 3.200$	EXTRA G2
$Q_p \geq 3.200$	EXTRA G2

Cabe recalcar que en este capítulo, y en general dentro de todo el proyecto, se clasifica y se trata de manera más detallada sobre la protección activa de un edificio, es decir sistemas de rociadores, bocatomas, etc., mientras que sobre la protección pasiva se hacen solamente referencias y recomendaciones.

2.2. VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Este uso comprende a las edificaciones donde se desarrolle algún tipo de vivienda unifamiliar.

2.2.1. Relación Carga de Fuego vs. Tipo de Riesgo

$$Q_p = 150 \text{ Mcal/m}^2$$

Tipo de Riesgo = Liviano

2.2.2. Protección activa contra incendios

- En viviendas unifamiliares no es obligatorio contar con extintores o con algún tipo de elemento de protección contra incendios. Pero sería recomendable que cada vivienda disponga de por lo menos un extintor

2.2.3. Recomendaciones constructivas

- La principal vía de evacuación en caso de alguna emergencia en las viviendas será la puerta de acceso de cada una que deberá tener un ancho mínimo de 0,90 m.

2.3. EDIFICIOS

Dentro de esta clasificación se encuentran las edificaciones destinadas a Departamentos, Oficinas y Hoteles.

Los edificios de Departamentos se considerarán como uso exclusivo de vivienda multifamiliar.

Los edificios de Oficinas se considerarán como uso donde se desarrollen actividades técnicas o administrativas.

Los Hoteles tendrán un uso que comprende a los edificios destinados a alojamientos temporales y que están dotados de servicios comunes.

2.3.1. Relación Carga de Fuego vs. Tipo de Riesgo

Para edificios de Departamentos:

$$Q_p = 190 \text{ Mcal/m}^2$$

Tipo de Riesgo = Liviano

Para edificios de Oficinas (estándar):

$$Q_p = 101 \text{ Mcal/m}^2$$

Tipo de Riesgo = Liviano

Nota: En caso de que el edificio cuente con un área considerable destinada a archivos esta será considerada

individualmente con una Carga de Fuego que resulte de la aplicación de la fórmula 2.1.

Para los edificios de Hoteles (habitación):

$$Q_p = 80 \text{ Mcal/m}^2$$

Tipo de Riesgo = Liviano

Nota: Los Hoteles por lo general tienen áreas con diferentes cargas de fuego como: cocina, casinos, salas de maquinarias eléctricas y de refrigeración, etc., que deberán ser analizadas individualmente con la fórmula 3.1. También se puede referir a la sección 2.6 del presente capítulo.

2.3.2. Protección activa contra incendios

En edificios de Departamentos:

- Se deberá contar con extintores de fuego en sus áreas comunes. Ver capítulo 5.
- Si estas edificaciones superan las tres plantas altas se exigirá un sistema de protección que incluya Bocatomas de Incendio en cada planta cuyo número estará sujeto al área de cobertura. Ver capítulo 3.
- Si estas edificaciones superan las tres plantas altas se exigirá un sistema de detección y alarma. Ver capítulo 3.

- Si estas edificaciones superan las tres plantas altas se recomienda la instalación de un sistema de rociadores automáticos. Ver capítulo 3.

En edificios de Oficinas:

- Se deberá contar con extintores de fuego en sus áreas comunes. Ver capítulo 5.
- Si estas edificaciones superan las tres plantas altas o la superficie útil sea superior a 2000 m² se exigirá un sistema de protección que incluya Bocatomas de Incendio en cada planta cuyo número estará sujeto al área de cobertura. Ver capítulo 3.
- Que tengan dos o más pisos de altura sobre nivel de la puerta principal de salida, y/o el edificio pueda ser usado por 300 ocupantes o más se deberá contar con sistema de detección y alarma. Ver Capítulo 5.

En Hoteles:

- Se deberán disponer extintores en número suficiente para que el recorrido real desde cualquier vía de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m. El tipo

de extintor que se instale dependerá del área al que este destinado a cubrir. Ver capítulo 5.

- Se deberá contar con sistema de rociadores automáticos en las habitaciones, área de cocina y área de parqueos que no sean al aire libre. Áreas del hotel que tengan acceso al público también deberán disponer de rociadores automáticos. Ver Capítulo 3.
- Se deberá contar con bocatomas de Incendio equipadas que cubran todas las plantas. Ver Capítulo 3.
- Se deberá disponer sistemas de detección y alarma en todo el edificio. Ver Capítulo 5.

2.3.3. Recomendaciones constructivas.-

Para edificios de Departamentos:

- Las vías de evacuación serán las puertas de acceso a cada departamento, que no deberán tener menos de 0.81 m de ancho.
- Ningún departamento deberá tener su único medio de egreso que pase a través de cualquier otra ocupación que no sea residencial dentro del mismo edificio.
- Se deberá contar con alumbrado de emergencia en las vías de evacuación si:

- a) El edificio supera los dos pisos de altura sobre el nivel de la puerta principal de salida.
 - b) El edificio está destinado a ser ocupado por más de 50 personas por encima o por debajo del nivel de la puerta principal de salida.
 - c) El edificio este destinado a ser ocupado por más de 300 personas.
- Ninguna puerta que esté ubicada en una vía de evacuación deberá estar cerrada de manera que impida el egreso mientras el edificio este ocupado.
 - Todas las puertas en el área de escaleras deberán permitir el reingreso al edificio o disponer de un destrabe automático que se active con la alarma de incendios.
 - No se permitirán puertas corredizas horizontales en los corredores.
 - El ancho mínimo de los corredores será de 1.12 m.
 - Deberán existir al menos dos salidas por piso que sean accesibles desde cualquier parte del piso.
 - La distancia del recorrido desde la puerta de un departamento hasta la salida más cercana no puede superar los 30 m.

- Las escaleras de emergencia y las cajas de ascensores deberán ser presurizadas contra el humo manteniendo estas libres de él.

Para edificios de Oficinas:

- Las vías de evacuación serán las puertas de acceso a cada oficina.
- El ancho mínimo de las puertas en los medios de egreso será de 0.81 m.
- Deberán existir al menos dos salidas por piso que sean accesibles desde cualquier parte del piso.
- Las vías de evacuación deben de estar debidamente señalizadas y contar con alumbrado de emergencia en caso de una falla eléctrica general en los edificios que tengan las siguientes condiciones:
 - a) El edificio supere los dos pisos de altura sobre el nivel de la puerta principal de salida.
 - b) El edificio este destinado a ser ocupado por más de 50 personas por encima o por debajo del nivel de la puerta principal de salida.
 - c) El edificio este destinado a ser ocupado por más de 300 personas.



- El ancho mínimo de los corredores será de 1.12 m.
- La distancia del recorrido desde la puerta de una oficina hasta la salida más cercana no puede superar los 60 m.
- Las zonas en las que se desarrollen actividades de imprenta o reproducciones para los edificios de Oficinas deberán disponer de ventilación natural o forzada.
- Las escaleras de emergencia y las cajas de ascensores deberán ser presurizadas contra el humo manteniendo estas libres de él.
- En caso de que el edificio cuente con niveles de parqueo adyacente los muros que los separan deberán tener una resistencia al fuego al menos de 2 horas, a excepción de los estacionamientos que estén protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos.

Para Hoteles:

- La vía normal de evacuación es la entrada principal del hotel que en caso de ser una puerta giratoria o corrediza deberá ir acompañada de otra puerta que se abra en el sentido que se prevea la evacuación.
- Las escaleras de emergencia deberán conducir directamente hacia una salida y no al área de recepción.

- En las vías de evacuación no deberán utilizarse puertas giratorias ni corredizas, estas deben ser herméticas y abrir fácilmente en el sentido de evacuación, se recomienda las barras antipánicos.
- El ancho mínimo de las puertas en los medios de egreso será de 0.81 m.
- Las escaleras de emergencia y las cajas de ascensores deberán ser presurizadas contra el humo manteniendo estas libres de él.
- Cada planta deberá contar con al menos dos escaleras de evacuación por planta de tal manera que desde cualquier punto de una vía de evacuación el recorrido no supere los 35 m.
- El ancho mínimo de los corredores será de 1.12 m.
- Los pasillos de más de 30 m de recorrido deberán dividirse mediante puertas estancas al humo.
- Se debe disponer de alumbrado de emergencia para la señalización de las vías de evacuación en todos los hoteles que tengan más de 25 habitaciones.
- Los sistemas de aire acondicionado deberán contar con dispositivos que interrumpan su funcionamiento cuando se active el detector de humo, si estos atraviesan un

muro corta fuego deberán también disponer de trampillas o compuertas corta fuego que serán activadas por detectores automáticos.

- No se permitirá la construcción de ductos de servicio.
- Los recubrimientos de paredes, techos y suelos deben de tener un índice bajo de propagación de la llama, quiere decir que debe limitarse el uso de madera laqueada, exceso de materiales sintéticos en mobiliarios y ropa de cama, las cortinas y elementos flotantes deberán de ser ignifugados.
- Ningún cuarto que contenga calderas, maquinaria de refrigeración, transformadores u otros equipos sujetos a explosiones deberá estar ubicado directamente debajo de una salida o contigua a esta. Todos estos cuartos deberán ser debidamente aislados del resto del edificio.

2.4. BODEGAS Y ALMACENES.-

Este uso comprende edificios, establecimientos y recintos, no industriales, en los que se realiza la guarda de cualquier tipo de materia para su posterior utilización, distribución o almacenamiento definitivo, y cuya carga de fuego ponderada sea inferior de 720.000 Mcal.

2.4.1. Relación Carga de Fuego vs. Clase de Riesgo.-

DESTINO	Mcal/m2	Clases de Riesgo
Abonos artificiales	40	Liviano
Acumuladores	200	Ordinario (grupo 1)
Aceites en tambores	4500	Extra (grupo 2)
Alimentos	200	Ordinario (grupo 1)
Alquitrán de hulla	800	Extra (grupo 1)
Algodón de fardos	300	Ordinario (grupo 2)
Aparatos eléctricos	40	Liviano
Archivos de documentos	400	Ordinario (grupo 2)
Artículos de odontología	80	Liviano
Artículos de madera	300	Ordinario (grupo 2)
Asfalto	800	Extra (grupo 1)
Autos, partes de	40	Liviano
Azúcar	2000	Extra (grupo 1)
Vendas	200	Ordinario (grupo 1)
Bobinas de madera	120	Liviano
Bolsas de yute	180	Liviano
Bolsas de fibra sintética	6000	Extra (grupo 2)
Bolsas de papel	3000	Extra (grupo 2)
Barnices y afines	600	Ordinario (grupo 2)
Cables en bobinas de madera	150	Liviano
Café	700	Liviano
Caucho en bruto	6800	Extra (grupo 2)
Caucho, espuma de	600	Ordinario (grupo 2)
Caucho, objeto de	1200	Extra (grupo 1)
Cáñamo	300	Ordinario (grupo 2)
Cartón impregnado	500	Ordinario (grupo 2)

Cartón en hojas apiladas	1000	Extra (grupo 1)
Cartón, objeto de	100	Liviano
Cartón ondulado	300	Ordinario (grupo 2)
Celuloide	800	Extra (grupo 1)
Cereales en bolsas	1600	Extra (grupo 1)
Cereales en silos	3200	Extra (grupo 2)
Carbón	2500	Extra (grupo 2)
Chocolate	800	Extra (grupo 1)
Cigarrillos	600	Ordinario (grupo 2)
Ceras	800	Extra (grupo 1)
Ceras para pisos	1200	Extra (grupo 1)
Colas	800	Extra (grupo 1)
Canastos de mimbre	40	Liviano
Cordelería	150	Liviano
Colchones	120	Liviano
Cosmética, artículos de	120	Liviano
Crin animal	150	Liviano
Corcho	200	Ordinario (grupo 1)
Cuero	400	Ordinario (grupo 2)
Cuero, objetos de	150	Liviano
Cuero sintético	400	Ordinario (grupo 2)
Cuero sintético, objetos de	200	Ordinario (grupo 1)
Depósito de mercaderías	100	Liviano
Desechos de madera	600	Ordinario (grupo 2)
Desechos de trapos	800	Extra (grupo 1)
Desechos de papeles en fardos	500	Ordinario (grupo 2)
Desechos textiles	200	Ordinario (grupo 1)
Decorados de teatros	250	Ordinario (grupo 1)

Droguerías	80	Liviano
Dulces	200	Ordinario (grupo 1)
Escobas	100	Liviano
Encajes y puntillas	150	Liviano
Fibras de coco	300	Ordinario (grupo 2)
Fieltro	200	Ordinario (grupo 1)
Forrajes	800	Extra (grupo 1)
Flores artificiales	40	Liviano
Fósforos	200	Ordinario (grupo 1)
Gas licuado en cilindros de acero	1500	Extra (grupo 1)
Grasas	4500	Extra (grupo 2)
Harina en bolsas	2000	Extra (grupo 1)
Harina en silos	3600	Extra (grupo 2)
Heno en gavillas	250	Ordinario (grupo 1)
Hilos uso textil	400	Ordinario (grupo 2)
Huevos	40	Liviano
Impresos en estanterías	400	Ordinario (grupo 2)
Impresos en paletas	2000	Extra (grupo 1)
Juguetes	200	Ordinario (grupo 1)
Lanas	450	Ordinario (grupo 2)
Leche en polvo	2500	Extra (grupo 2)
Lino	300	Ordinario (grupo 2)
Lencería, ropas	150	Liviano
Libros	500	Ordinario (grupo 2)
Madera aplacada	1000	Extra (grupo 1)
Madera en bruto	1500	Extra (grupo 1)
Madera, viruta en silos	500	Ordinario (grupo 2)

Malta en silos	3200	Extra (grupo 2)
Manteca	1000	Extra (grupo 1)
Material de construcción	200	Ordinario (grupo 1)
Material de equipos de oficina	200	Ordinario (grupo 1)
Material eléctrico	80	Liviano
Materias sintéticas en bruto	1400	Extra (grupo 1)
Materias sintéticas en espuma	300	Ordinario (grupo 2)
Materias sintéticas, objetos de	200	Ordinario (grupo 1)
Medicamentos	80	Liviano
Melaza en toneles	1200	Extra (grupo 1)
Muebles	200	Ordinario (grupo 1)
Nitratos	20	Liviano
Nitrocelulosa en toneles	250	Ordinario (grupo 1)
Negro de humo en bolsas	3000	Extra (grupo 2)
Paja	300	Ordinario (grupo 2)
Pieles	300	Ordinario (grupo 2)
Pielines	250	Ordinario (grupo 1)
Papel en hojas apiladas	2000	Extra (grupo 1)
Papel, objetos de	250	Ordinario (grupo 1)
Papel en bobinas apiladas	2400	Extra (grupo 1)
Pastas alimenticias	400	Ordinario (grupo 2)
Placas de madera aglomerada	1600	Extra (grupo 1)
Puertas de madera	420	Ordinario (grupo 2)
Puertas en materia sintética	1000	Extra (grupo 1)
Productos químicos mezclados	200	Ordinario (grupo 1)
Productos de legías	120	Liviano
Radios, aparatos de	50	Liviano

Recipientes de materiales plásticos	170	Liviano
Resinas sintéticas en barriles	1000	Extra (grupo 1)
Resinas sintéticas en placas	800	Extra (grupo 1)
Revestimientos orgánicos de suelos	1600	Extra (grupo 1)
Refrigeradores	80	Liviano
Solventes	800	Extra (grupo 1)
Tabaco en bruto	400	Ordinario (grupo 2)
Tabaco manufacturado	500	Ordinario (grupo 2)
Tapices	500	Ordinario (grupo 2)
Televisores	50	Liviano
Telas y tejidos	250	Ordinario (grupo 1)
Telas de lino	200	Ordinario (grupo 1)
Vestimentas	100	Liviano
Ventanas de madera	80	Liviano
Ventanas de material plástico	80	Liviano

2.4.2. Protección activa contra incendios.-

- Todo almacén o bodega debe de quedar cubierto por extintores. Ver capítulo 5.
- Todo almacén o bodega cuya superficie supere los 1000 m² debe de quedar cubierto por bocatomas equipadas. Ver capítulo 3.
- En almacenes o bodegas que sean de riesgo Extra se deberá instalar un sistema de rociadores automáticos de tal

manera que cubra toda la superficie de almacenamiento.

Ver capítulo 3.

- En almacenes o bodegas que sean de riesgo Liviano y Ordinario y cuya superficie sea mayor a 500 m² en los cuales se realice almacenamiento en altura se deberá instalar un sistema de rociadores automáticos de tal manera que cubra toda la superficie de almacenamiento. Ver capítulo 3.
- Los almacenes o bodegas que queden bajo rasante y cuya superficie útil sea mayor de 500 m² deberá contar con un sistema de rociadores automáticos. Ver capítulo 3.
- Los almacenes o bodegas deberán contar con sistema de detección y alarma con excepción de los que tengan riesgo liviano, ordinario o en caso de que se encuentren cubiertos por un sistema de rociadores automáticos. Ver capítulo 5.
- Los almacenes o bodegas que contengan productos combustibles y cuya superficie útil de almacenamiento sea mayor de 1000 m² deberán contar con hidrantes.



2.4.3. Recomendaciones constructivas.-

- En almacenes o bodegas se considera como vía de evacuación principal la puerta de acceso a cada recinto.

- Todos los almacenes o bodegas deberán contar con al menos dos salidas independientes y lo más separadas entre sí posible.
- Deberá construirse un muro cortafuego en el cuarto de transformador – generador, su construcción debe efectuarse en:
 - a) Mampostería de 15 cm de espesor ó
 - b) de hormigón armado de 7 cm de espesor.
- La puerta de acceso al cuarto de transformadores y generadores debe de ser metálica – antiexplosiva (de transformadores), las dimensiones de acuerdo a las recomendaciones dadas por la Empresa Eléctrica de la localidad.
- El cuarto de transformadores y generadores debe poseer una ventilación adecuada ya sea manual o mecánica.
- El almacenaje de materiales se lo efectuará en estibas, ninguna de las cuales será mayor de 50 m² de superficie y de 4 m de altura.
- Cuando existan varias estibas deberá dejarse caminos de ronda de 1 m entre estibas y de 1 m entre estiba y pared.
- Todos los medios de evacuación con sus respectivos cambios de dirección, serán señalados para facilitar la

orientación de la evacuación, mediante flechas y rotulaciones de salida con letras de 20 cm de alto por 7 cm de ancho y espacio entre letras de 1 cm en carteles de fondo rojo y letras blancas o viceversa, con pintura fosforescente. Estas señalizaciones deben de señalizaciones deben estar iluminadas con luces de emergencia.

- Debe de existir un cartel en cada bodega y generador, con letras indelebles de 20 cm de alto con la leyenda “PROHIBIDO FUMAR” y en el cuarto de transformadores la leyenda “PELIGRO ALTO VOLTAJE”.
- En caso de instalar tumbado falso y decoraciones tales como cortinas, alfombras, papel tapiz, etc., estos deben ser materiales ignífugos o mediante aplicación de productos químicos hacerlos ignífugos.

2.5. CENTROS COMERCIALES.-

Este uso comprende los lugares de reunión pública en los que se puedan encontrar locales comerciales, cines, patio de comidas y supermercados en general.

2.5.1. Relación Carga de Fuego vs. Clase de Riesgo

Qp = 150 Mcal/m²

Tipo de Riesgo = Liviano

Nota: La carga de fuego dada es para el centro comercial en general, la carga de fuego de otros recintos tales como cines, casinos, salas de juego, etc., que podrían formar parte del centro comercial, están dadas dentro de las edificaciones de espectáculos.

2.5.2. Protección activa contra incendios.-

- Todo el centro comercial debe quedar cubierto por extintores. Ver capítulo 5.
- Todo el centro comercial debe contar con bocatomas de incendio de manera que cubran toda la superficie. Ver capítulo 3.
- Las áreas de parqueo que estén cubiertas, bodegas, salas de cine y en general todo espacio en donde se concentre gran cantidad de personas deben quedar cubiertas por un sistema de rociadores automáticos. Ver capítulo 3.
- Todo centro comercial debe de contar con un sistema de detección de alarma. Ver capítulo 5.

2.5.3. Recomendaciones constructivas.-

- Deberá construirse un muro cortafuego en el cuarto de transformadores, generadores y bodegas, su construcción deberá efectuarse en:
 - a) Mampostería de ladrillo de 15 cm de espesor ó
 - b) de hormigón armado de 7 cm de espesor.
 - c) En bodegas las paredes corta fuego tendrán una altura de piso a losa y de piso a techo.
- Cualquier puerta de acceso interior a bodega será del tipo cortafuego.
- La puerta de acceso y revisión a transformadores y generadores debe ser metálica – antiexplosiva (de transformadores), las dimensiones de acuerdo a las recomendadas por la Empresa Eléctrica de la ciudad.
- El cuarto de transformadores y generadores debe poseer una ventilación adecuada, natural o mecánica.
- En las áreas de bodega el almacenaje de materiales, deberá efectuárselo en estibas, ninguna de las cuales será mayor de 50 m² de superficie y 3 m de altura, cuando existan varias estibas deberá dejarse caminos de ronda de 1 m entre estiba y de 1 m entre estiba y pared.

- Todos los medios de evacuación con sus respectivos cambios de dirección, serán señalados para facilitar la orientación de la evacuación, mediante flechas y rotulaciones de salida con letras de 15 cm de alto por 5 cm de ancho y espacio entre letras de 1 cm en carteles de fondo rojo y letras blancas o viceversa, con pintura fosforescente. Estas señalizaciones deben de señalizaciones deben estar iluminadas con luces de emergencia.
- Deberá de existir alumbrado de emergencia en todo el centro comercial con alimentación de energía de pila o batería para que pueda funcionar en caso de que se presente una falla eléctrica.
- Las puertas de escape y salidas de emergencia en cines deberán ser metálicas, cerradura interior y barra antipánico y con abatimiento hacia fuera y que cumpla con las siguientes dimensiones:
Ancho mínimo: 1.80 m (doble hoja).
Alto : 2.00 m
- En caso de instalar tumbado falso y decoraciones tales como cortinas, alfombras, papel tapiz, etc., estos deben

ser materiales ignífugos o mediante aplicación de productos químicos hacerlos ignífugos.

2.6. EDIFICACIONES ESPECIALES.-

Entre las edificaciones especiales se clasificará a los Edificios de Paqueos, Hospitales y Edificaciones para reuniones públicas.

2.6.1. Edificios de Parqueos

Este uso comprende aquellos edificios donde se realiza la guarda y/o estancia de vehículos.

2.6.1.1. Relación Carga de Fuego vs. Clase de Riesgo

$$Q_p = 250 \text{ Mcal/m}^2$$

Tipo de Riesgo = Ordinario Grupo 1

2.6.1.2. Protección activa contra incendios

- Todas las plantas del edificio deben quedar cubiertas por extintores. Ver capítulo 5.
- Todo edificio de parqueos con superficie útil por planta mayor a 500 m^2 debe contar con bocatomas de incendio de manera que en número y situación cubran toda la superficie. Ver capítulo 3.

- Todos los edificios de parqueos cuya superficie útil sea mayor a 500 m² debe disponer de un sistema de detección y alarma. Ver capítulo 5.

2.6.1.3. Recomendaciones constructivas

- Se considera como salida de emergencia todo punto de las calles de circulación que sirven a las plazas de aparcamiento.
- El recorrido de evacuación hasta una salida de escape no puede superar los 50 m.
- Todos los edificios de parqueos cuya superficie útil sea mayor a 200 m² deberán contar con alumbrado de emergencia.
- Todo el edificio deberá contar con una adecuada señalización.
- Los edificios de parqueos que sean cerrados deberán tener ventilación natural o forzada.



2.6.2. Hospitales

Este uso comprende aquellos edificios donde se reciben cuidados médicos en régimen de hospitalización y tratamiento intensivo o quirúrgico.

Si dentro de estas edificaciones se encontraran áreas de consulta médica estas serán tratadas como uso de oficina.

2.6.2.1. Relación Carga de Fuego vs. Clase de Riesgo

$$Q_p = 55 \text{ Mcal/m}^2$$

Tipo de Riesgo = Liviano

Nota: en caso de existir áreas especiales como laboratorios donde se manejen productos combustibles estos tendrán diferente carga de fuego y por lo tanto se tomarán otras medidas de protección.



CIB-ESPOL

2.6.2.2. Protección activa contra incendios

- Todas las edificaciones que se encuentren dentro de este uso deberán contar con un sistema de detección y alarma que cumpla con los siguiente:
 - a) Central de detección y alarma que permita la activación automática y manual de los sistemas de alarma el cual este permanentemente vigilado.
 - b) Activación automática de los sistemas de alarma que pueda graduarse de forma tal que tenga lugar, como máximo, cinco minutos

después de la activación de un detector o un pulsador.

c) Sistema de alerta que permita la transmisión audible de alarmas locales, alarma general y de instrucciones verbales.

Ver capítulo 5.

- Todos los recintos dentro de este tipo de edificación deberán quedar cubiertos por extintores de incendios. Ver capítulo 5
- Se deberán disponer de bocatomas de incendio equipadas en número y situación tales que bajo su acción quede cubierta toda la superficie. Ver capítulo 3.

2.6.2.3. Recomendaciones constructivas

- Las vías principales de evacuación serán todas las puertas de acceso al edificio, mientras que en la zona de hospitalización se considera como vía principal de evacuación la puerta de cada habitación.
- En zonas de hospitalización, tratamiento quirúrgico o tratamiento intensivo, el recorrido a

una salida de emergencia no puede ser mayor de 15 m.

- Las zonas en las que exista hospitalización, tratamiento quirúrgico o intensivo, y las áreas de diagnóstico deberán cumplir con lo siguiente:
 - a) Las puertas deben tener un ancho mínimo de 1,10 m y ancho de hoja de 1,20 m.
 - b) Los pasillos proyectados como vías de evacuación deben tener como ancho mínimo 2 m.
 - c) Las escaleras deben de tener una ancho mínimo de 1,20 m. Las mesetas deben permitir el giro de camillas considerando las dimensiones de estas sean 0,60 cm de ancho y 2,50 cm de largo. En el dimensionado de los peldaños la contrahuella debe de ser como máximo de 17 cm.
- En zonas de hospitalización, tratamiento quirúrgico o tratamiento intensivo, el recorrido a una salida de emergencia no puede ser mayor de 15 m.
- Todo hospital deberá de contar con una correcta señalización y alumbrado de emergencia que se

mantenga por al menos 2 horas en caso de alguna falla eléctrica general.

- Los edificios cuya altura de evacuación sea superior a 15 m deben disponer de al menos un ascensor de emergencia por cada 1.000 m² de superficie útil por planta y con dimensiones mínimas del camerín de 1,20 m por 2,10 m.
- Las puertas que estén ubicadas en un medio de egreso no deberán estar equipadas con pestillos o cerraduras que requieran de llaves o herramientas para abrirlas desde el lado del egreso.
- Se deberán proveer al menos dos salidas separadas entre sí por cada planta o por cada sector de incendio del edificio.
- Al menos una de las salidas deberá ser una de las siguientes:
 - a) Una puerta que conduzca directamente al exterior del edificio.
 - b) Una escalera.
 - c) Un recinto hermético al humo.
 - d) Una rampa.
 - e) Un pasadizo de salida.



CIB-ESPOL

El egreso no deberá requerir regresar a través de la zona donde se originó el incendio.

- Los muros de los corredores deberán formar una barrera para limitar la transferencia de humo. Deberá permitirse que estos muros terminen en el techo si el techo está diseñado para limitar la transferencia de humo.
- Las puertas que protegen las aberturas en los corredores deberán construirse para resistir el paso del humo. Se permitirá una luz de no más de 2,5 cm desde la parte inferior de la puerta al acabado del piso.

2.6.3. Edificaciones para reuniones públicas

Este uso comprende los edificios o establecimientos donde se desarrolle algún tipo de actividad de espectáculo propiamente dicho. Estos pueden ser recintos abiertos o cerrados.

2.6.3.1. Relación Carga de Fuego vs. Clase de Riesgo

La carga de fuego es variable, es por esto que se presenta tan solo la clase de riesgo.

Tipo de Riesgo = Liviano

En caso de lugares como teatros o cines en donde dentro de los escenarios existen otro tipo de materiales inflamables se tomarán como **Riesgo Ordinario grupo 1**.

2.6.3.2. Protección activa contra incendios

- Todo edificio para espectáculos deberá quedar cubierto bajo la acción de extintores. Ver capítulo 5.
- Todo edificio para espectáculos con superficie útil mayor a 300 m² debe contar con bocatomas de incendio de manera que en número y situación cubran toda la superficie. En el sector del escenario debe de tener al menos una bocatoma próxima a la entrada del mismo. Ver capítulo 3.
- Todos los edificios para espectáculos que tengan una ocupación de mas de 300 personas deberán contar con rociadores automáticos instalados de la siguiente manera:

- a) Por todo el piso que incluye las reuniones públicas.
- b) Por todos los pisos por debajo del piso que incluye el de las reuniones públicas.
- c) En caso de que existan pisos por debajo del nivel de descarga de salidas, por todos los pisos intermedios hasta el piso del nivel de salidas, incluyendo el mismo.

En casos de templos o iglesias con asientos fijos, gimnasios, pistas de patinaje, piscinas y estadios, no deberán contar con rociadores automáticos.

- Los escenarios que tengan grandes telares deberán contar con un sistema de rociadores automáticos, que a su vez deberá abarcar los depósitos, talleres, camerinos permanentes y otros espacios adicionales contiguos a dichos escenarios.
- Todo edificio para espectáculos deberán contar con un sistema de detección y alarma en lugares no destinados al público en general. Ver capítulo 5.

2.6.3.3. Recomendaciones constructivas

- La entrada/salida principal deberá ser suficiente para acomodar a la mitad de la carga total de los ocupantes y deberá estar en el mismo nivel de descarga de salidas al exterior o conectada a una escalera o rampa que desemboque directamente en la calle.
- Cada nivel de la edificación deberá tener acceso a la salida principal y deberá ser suficiente para acomodar a la mitad de los ocupantes de dicho nivel.
- El ancho de cualquier corredor de acceso a una salida que sirva a 50 o más personas no deberá ser menor a 1.12 m.
- Las ocupaciones al aire libre cercadas deberán tener al menos dos medios de egreso ampliamente separados para salir del recinto. Si sirven a más de 6000 personas deberán existir al menos 3 medios, y si sirven a más de 9000 personas deberán existir al menos 4 medios.
- Las distancias de recorrido a las salidas no deberán ser mayor de 45 m.



- Se deberá contar con una franja de demarcación contrastantes sobre cada escalón en el vuelo o al borde de entrada para que la ubicación de los escalones sea claramente visible.
- Los espacios localizados debajo de tribunas deberán permanecer libres de elementos inflamables, al menos que estén protegidos con un sistema de rociadores automáticos.

CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.1. INTRODUCCION

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

La Hidráulica de la Protección Contra Incendios, es una parte de la Mecánica de Fluidos, que estudia el flujo de agua que pasa por las tuberías y orificios de descarga, tales como las salidas de los

Gabinetes para Protección Contra Incendio, Hidrantes o Sistema de Rociadores Automáticos.

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

3.2. ABASTECIMIENTO Y USO DEL AGUA

El agua es y ha sido durante mucho tiempo, el agente más corriente en la extinción de Incendios.

3.2.1. Fuente de abastecimiento

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

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

3.2.1.1. Red de uso público

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

3.2.1.2. Fuentes inagotables

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

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

3.2.1.3. Depósitos o Cisternas.-

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

Existen depósitos construidos bajo superficie, sobre superficie, elevados y de presión. Entre estos están de los que se succiona agua por medio de equipos de bombeo, y los que distribuyen el agua por gravedad.



3.3. CALCULO DE LA RESERVA DE AGUA

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

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

Es importante aclarar que la reserva destinada para el uso exclusivo del Sistema Contra Incendio, no deberá de ser utilizada para ningún otro propósito.

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

TABLA 11

ABASTECIMIENTOS DE AGUA PARA CLASES DE RIESGOS

Clasificación del riesgo	Rociadores gpm**	Mangueras Interiores		Combinación de mangueras interiores y exteriores		Duración En minutos
		gpm**	litros/min	gpm**	litros/min	
Ligero	ver	100	380	100	378	30
Ordinario G1	densidad	100	380	250	946	60-90
Ordinario G2	en las	100	380	250	946	60-90
Extra G1	curvas	100	380	500	1.892	90-120
Extra G2		100	380	1000	3.375	120

** 1 gpm = 3,785 l/min

TABLA 12

RESERVAS MINIMAS REQUERIDAS DE AGUA POTABLE

TIPO DE PROTECCIÓN	TIPO DE RIESGO	RIESGO LIGERO	RIESGO ORDINARIO	RIESGO EXTRA
PROTECCIÓN CON BOCATOMAS DE INCENDIO		45 m ³	68 m ³	—
PROTECCIÓN CON ROCIADORES AUTOMÁTICOS		34 m ³	51 m ³	170 m ³
PROTECCIÓN COMBINADA (BOCATOMAS Y ROCIADORES)		80 m ³	120 m ³	250 m ³

3.3.1. Reserva para Bocatomas de Incendio

La mínima reserva calculada para el Sistema Contra Incendios, esta dada a partir de la consideración del número de Bocatomas de Incendio funcionando simultáneamente, es decir, dependiendo del tipo de riesgo en la edificación se determinará el tipo de Bocatomas de Incendio de protección a usar, los cuales están detallados en la sección 4.6 de este capítulo.

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

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

3.3.2. Reserva para Sistema de Rociadores Automáticos

El cálculo de la reserva de agua en caso de que un edificio tenga Protección con un Sistema de Rociadores Automáticos, se llega a determinar asimismo por el tipo de

riesgo asignado a dicha edificación y se determinara en función de una densidad de aplicación la cual relaciona el área a proteger con el sistema de rociadores.

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

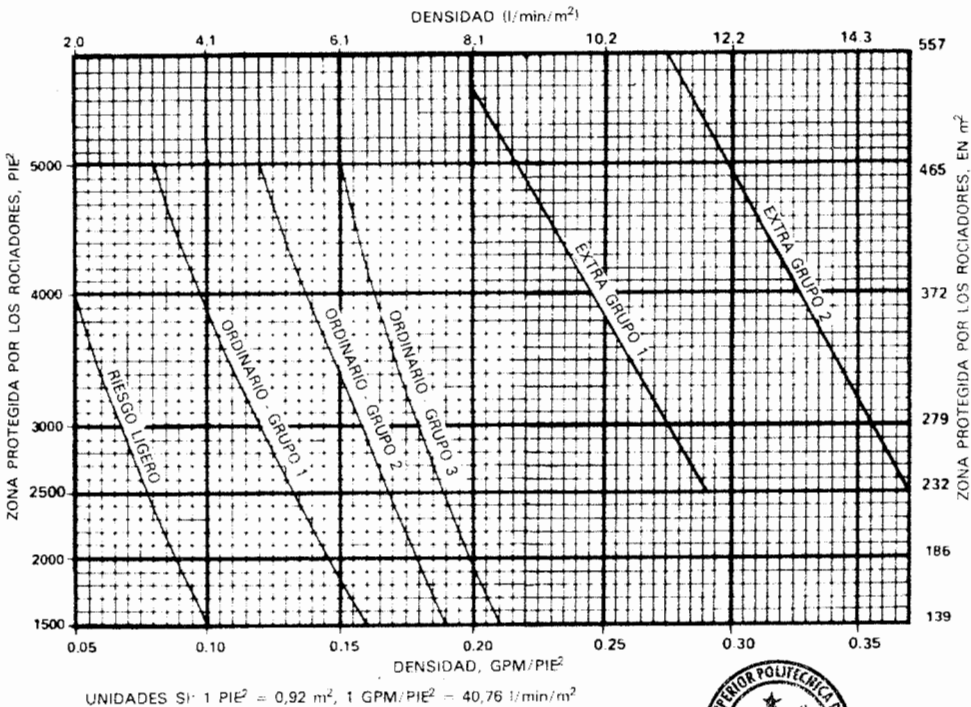


FIG. 5-11C. Curvas de la superficie protegida por rociadores en función de densidad.



CIB-ESPOL

FIGURA 3.1

GRAFICO DE DENSIDADES DE APLICACION SEGÚN SU RIESGO



CIB-ESPOL

Del gráfico se puede observar que si se selecciona un área, sobre la cual estará calculado Sistema de Rociadores Automáticos, se puede obtener un densidad de aplicación la cual viene dada en galones por minuto y por pie cuadrado (gpm/ft²).

El tiempo determinado como mínimo para la reserva de agua esta dado en función del tiempo de respuesta del Cuerpo de Bomberos de la ciudad que será de 60 minutos según las normas internacionales.

En las siguientes secciones se detallarán los Sistemas Automatizados de Rociadores.

3.3.3. Protección con Cortinas de Agua

Para el cálculo de la reserva de agua necesaria para la instalación de un Sistema compuesto por Protección mediante Cortinas de Agua se considerara una descarga de 3 gpm por pie lineal (37 litros por minuto por pie lineal).

El tiempo determinado como mínimo para el cálculo de la reserva de agua para realizar la protección por este método será de 60 minutos según las normas internacionales.

En las siguientes secciones se detallaran los Sistemas Automatizados de Cortinas de Agua.

TABLA 13

**RESERVAS MÍNIMAS DE AGUA POTABLE RECOMENDADAS
PARA DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES**

TIPO DE EDIFICACION	RESERVA MINIMA RECOMENDADA
EDIFICIO PARA HOTEL (Protección con Bocatomas y Rociadores)	120 m ³
EDIFICIO PARA DEPARTAMENTOS (Protección con Bocatomas de Incendio)	45 m ³
EDIFICIO PARA OFICINAS (Protección con Bocatomas y Rociadores)	80 m ³
EDIFICIO PARA EVENTOS PUBLICOS (Protección con Rociadores Automáticos)	68 m ³
CENTROS COMERCIALES (Protección con Bocatomas y Rociadores)	120 m ³
GALPONES PARA BODEGAS (Protección con Bocatomas y Rociadores)	120 m ³
GALPONES PARA FABRICAS (Protección con Bocatomas y Rociadores)	250 m ³
ESTADIOS (Protección con Bocatomas de Incendio)	68 m ³

AEROPUERTOS – TERMINALES DE PASAJEROS (Protección con Bocatomas y Rociadores)	250 m ³
CENTROS DE ABASTO (PLAZAS) (Protección con Bocatomas de Incendio)	45 m ³

3.4. TIPOS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

3.4.1. TUBERÍAS

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

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

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

Necesariamente las tuberías usadas para la instalación del Sistema Contra Incendio deben soportar presiones mínimas

de trabajo de por lo menos 175 PSI, por lo que se recomienda el uso de las siguientes tuberías las cuales tienen su norma de fabricación en la tabla siguiente:

MATERIAL DE LA TUBERÍA	NORMA APLICABLE
Tubería de Hierro Negro (con costura y sin costura)	ASTM A795
Tubería de Acero (con costura y sin costura)	ASTM A53
Tubería de Hierro Dúctil	AWWA C600
Tubería de Hierro Galvanizado	ASTM 120

Las tuberías de hierro y acero, en caso de instalárselas enterradas se corroen a menudo en ciertos suelos, que contienen materias orgánicas.

Los recubrimientos bituminosos son usados ampliamente para la protección contra la corrosión, en especial, el asfalto natural y el asfalto insuflado fabricado a partir de residuos de petróleo y alquitrán de hulla.

El procedimiento de aplicación de tales recubrimientos es muy importante.

Para condiciones corrosivas del suelo excepcionalmente severas, los tubos se los podrían revestir de una caja de hormigón a toda su longitud.

3.4.2. UNIONES

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

3.4.3. ACCESORIOS

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

todos los lugares deseados, teniendo que en su recorrido ir dejando las respectivas tomas de agua.

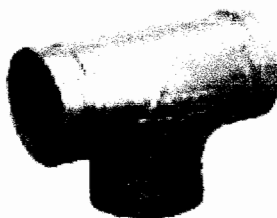
Entre los accesorios más comúnmente utilizados se encuentran:

FIGURA 3.2 ACCESORIOS MAS EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

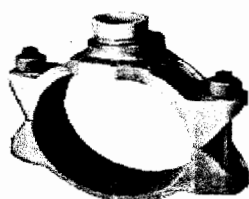
- Codo de 90° - Codo de 45° (ASTM A-536)



- Tee (ASTM A-536)

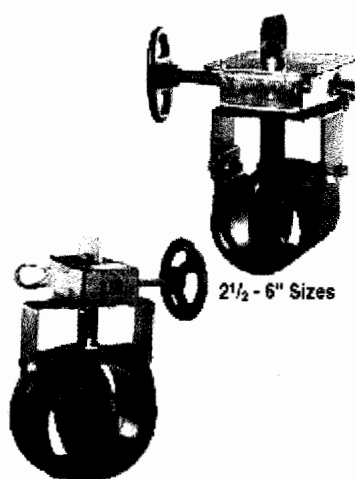


- Tee de Derivación ó Tee Mecánica (ASTM A-536)



Styles 920 and 920N

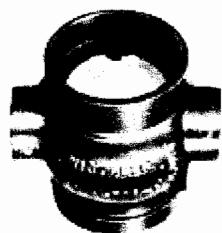
- Válvula de Compuerta (ASTM A-536)



2 1/2 - 6" Sizes

6 - 12" Sizes

- **Válvula de Retención o Válvula Check (ASTM A-536)**



Sizes 2½ - 3"



See Victaulic
publication 10.01
for details.



See Victaulic
publication 10.01
for details.



Sizes 4 - 12"



CIB-ESPOL

3.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES

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

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

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

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

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

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

3.5.1. Requerimientos mínimos

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

Accesorio	Presión Mínima
Rociador Automático K=5.6	7 P.S.I.
Bocatoma de Incendio	60 P.S.I.

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

Accesorio	Caudal Mínimo
Rociador Automático K=5.6	14 G.P.M.
Bocatoma de Incendio	100 G.P.M.

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

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

Accesorio	Diámetro Mínimo
Rociador Automático K=5.6	1"
Bocatoma de Incendio	1½"

3.5.2. Pérdidas de Carga

Las pérdidas de carga producida por la fricción que ejerce el flujo a través de la tubería se encuentran tabuladas (ver apéndice A) y han sido determinadas mediante la fórmula de Hazen-Williams:

$$j = 10.633 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{\emptyset * 2.54}{100} \right)^{-4.87}$$

Fórmula 3.1

Donde:

j = Pérdida de carga en metros

V = Velocidad del flujo (m/seg)

Q = Caudal (m³/seg)

C = Coeficiente de pérdidas por fricción

∅ = Diámetro interior de la tubería (pulgadas)

Para determinar las pérdidas localizadas, para todos los accesorios colocados en el recorrido de la tubería, se considerara la siguiente tabla, la cual nos indica según el

accesorio que dispongamos la cantidad de longitud de tubería equivalente.

TABLA 14
PERDIDAS DE CARGA EQUIVALENTES PARA ACCESORIOS DE
ACERO CEDULA 40

ACCESORIOS Y VÁLVULAS	ACCESORIOS Y VÁLVULAS EXPRESADO EN SU EQUIVALENTE											
	POR PIE DE TUBERÍA											
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
CODO 45°	1	1	1	2	2	3	3	4	7	9	11	13
CODO 90°	2	2	3	4	5	6	7	10	14	15	22	27
CODO DE RADIO LARGO 90°	1	2	2	2	3	4	5	6	9	15	16	18
TE	3	5	6	8	10	12	17	20	30	35	50	60
VÁLVULA DE MARIPOSA	-	-	-	-	6	7	-	12	10	12	19	21
VÁLVULA DE COMPUERTA	-	-	-	-	1	1	1	2	5	4	5	6
VÁLVULA CHECK	-	5	7	9	11	14	16	22	32	45	55	65

3.5.3. Ejemplo Práctico

Cálculo del diámetro de Tubería para una Bocatoma de Incendio

Los requerimientos mínimos para el cálculo de la Bocatoma de Incendio Tipo 1 son 100 gpm @ 60 psi (22.71 m³/Hora @ 60 PSI).

La formula utilizada para el cálculo del diámetro es:



$$\phi = \sqrt{\frac{354 * Q}{v}}$$

Fórmula 3.2

Donde:

ϕ = diámetro en milímetros

Q = caudal en m³/Hora

v = velocidad del flujo en m/seg

De lo se tiene que $\phi = 36.60$ milímetros = 1½ pulgadas; que sería el diámetro ideal para abastecer una Bocatoma de Incendio Tipo 1 con 100 gpm.

Cálculo del diámetro de Tubería para el funcionamiento de un Rociador Automático

Los requerimientos mínimos para el cálculo de un rociador automático con las siguientes características K=5.6 – Riesgo Liviano; son 14 gpm @ 7 PSI (3.18 m³/Hora @ 7 PSI).

Aplicando la fórmula 3.2 para el cálculo del diámetro se tiene que $\phi = 13.69$ milímetros = ½ pulgada pero se sabe de antemano que el diámetro mínimo para abastecer a un rociador automático es de 1 pulgada; que sería el diámetro ideal para un Rociador Automático con esas características.

3.6. Bocatomas, Siamesa e Hidrante

3.6.1. Bocatomas de Incendio

La necesidad de colocar Bocatomas de Incendio para la lucha contra el fuego en edificaciones se hace indispensable, ya que vuelve imperiosa la necesidad de que en caso de algún siniestro, extinguirlo de inmediato.

Desde un sistema confiable y seguro de abastecimiento de agua, se la podrá captar, la cual se deberá de conducir por medio de tuberías a todos los lugares estratégicamente elegidos para la colocación de las Bocatomas de Incendio ayudando así la lucha manual contra el fuego.

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

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

En algunas partes ya no se recomienda la instalación de las Bocatomas de Incendio, ya que no se desea exponer al hombre al contacto con el fuego ni su lucha manual, por lo que cada día más se recomienda la instalación de sistemas automáticos.

A continuación se citan los tres tipos de bocatomas que se emplean en los sistemas contra incendios.

- 1) **TIPO 1.-** Este tipo de Sistemas está compuesto por Bocatomas de Incendio que constan con conexiones para mangueras de 2½", es decir que en su interior tienen una Válvula del Tipo Angular de 2½" de diámetro. Este tipo de Bocatoma deberá de ser capaz de proporcionar un caudal de 150 GPM a una presión mínima de 60 PSI y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ordinario y Extra. Este Sistema consta de una manguera de 1½" de diámetro de 30 metros de largo, con la cual se pueda lograr un primer combate al fuego hasta que el Cuerpo de Bomberos llegue e instale su manguera en la conexión de 2½" de diámetro.

- 2) **TIPO 2.-** Los Sistemas Tipo 2 están compuestos por Bocatomas de Incendio que constan con conexiones para mangueras de 1½". Estos sistemas están pensados para que cualquier ocupante de la edificación pueda dar un primer combate al fuego. Este tipo de Bocatoma deberá de ser capaz de proporcionar un caudal de 100 GPM a una presión mínima de 60 PSI y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ligero. Actualmente no son muy recomendables este tipo de sistemas, ya que lo que se espera en caso de un incendio es que todos evacuen el edificio y que nadie combata el fuego a menos que se encuentre entrenado o forme parte de una brigada contra incendio.
- 3) **TIPO 3.-** Los Sistemas Tipo 3 son una combinación de los dos anteriores, ya que en su interior constan de 2 tomas fijas de agua, es decir, tienen una toma de 1½" conectada a una manguera de 1½" de diámetro de 30 metros de largo y otra toma fija de 2½" de diámetro con la cual se podrán conectar el Cuerpo de Bomberos con sus mangueras. Este tipo de Bocatoma deberá de ser capaz de proporcionar un caudal de 250 GPM a una presión mínima de 60 PSI y son utilizados en

edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ordinario y Extra.

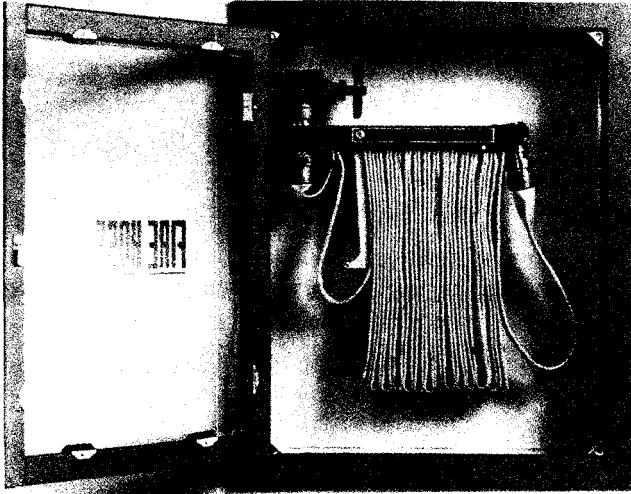


FIG. 5-14H. Armario de manguera.



CIB-ESPOL

FIGURA 3.3 BOCATOMA DE INCENDIOS

Los componentes de una bocATOMA de incendios equipada son:

1. Cajetín Metálico con Puerta de Vidrio colapsable
2. Válvula del Tipo Angular (1½" y/o 2½")
3. Manguera de lona forrada (Longitud = 30 metros)
4. Soporte de Manguera
5. Pitón
6. Lanza
7. Nebulizador

8. Hacha

9. Extintor

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

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

- Accesibilidad y señalización de la totalidad de las bocatomas de incendio equipadas.
- Buen estado, mediante inspección visual de todos los elementos constitutivos, procediendo a desenrollar o desplegar la manguera en toda su extensión.

- Existencia de presión adecuada en la red, mediante lectura del manómetro.

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

- Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado, comprobando el correcto funcionamiento en las diversas posiciones de la boquilla, así como la efectividad del sistema de cierre. Asimismo se comprobará la estanqueidad de la manguera a la presión de trabajo, así como de las juntas de los racores.
- Comparación de la indicación del manómetro con la de otro de referencia acoplado en el racor de conexión de la manguera.
- Cada cinco años la manguera deberá ser sometida a una presión de prueba de 15 kg/cm^2 (1.470 kPa).

3.6.2. Siamesa

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

Bomberos puede bombear agua hacia los sistemas de combate contra el fuego mediante unas Conexiones Especiales para tales casos llamadas Siamesas.

El Cuerpo de Bomberos podrá conectarse desde su carro bomba hasta la conexión siamesa mediante mangueras, ya que la conexión siamesa tiene sus extremos roscados estandarizados con un diámetro de 2½" lo cual hace un fácil empalme entre la conexión y la copla de las mangueras.

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

Este tipo de Conexiones son ubicadas en la Fachada Frontal del edificio, ya que se espera que el Cuerpo de Bomberos llegue y se conecte de manera inmediata a la siamesa.

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

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

3.6.3. Hidrante

En los establecimientos especiales a más de la protección Interna deberá de proyectarse la colocación de Hidrantes exteriores que permitan el combate al fuego desde el exterior de la edificación.

Las características más importantes para llegar a determinar que un hidrante esta apto para el combate contra incendio son las siguientes:

a) El diámetro nominal de la abertura de la válvula inferior debe ser por lo menos de 4 pulgadas para dos bocas de salida de 2½ pulgadas o mayores; de 5 pulgadas para tres de salida de 2½ pulgadas o mayores; y de 6 pulgadas para cuatro bocas de salida de 2½ pulgadas o mayores.

b) Un amplio paso para el agua y pocas pérdidas de fricción. Al descargar el hidrante 250 gpm por cada dos bocas de salida de 2½ pulgadas, las perdidas totales del hidrante por fricción no deberían de exceder los 2 PSI. Un Hidrante deberá de proporcionar 500 GPM a una presión mínima de 100 PSI.

c) La tuerca de maniobra será pentagonal, de dimensión uniforme y debe medir 1½ pulgada de punta a cara en la base de 1 7/16 en la corona. Las caras deberían de quedar

determinadas uniformemente y la tuerca no debería de medir menos de 1 pulgada.

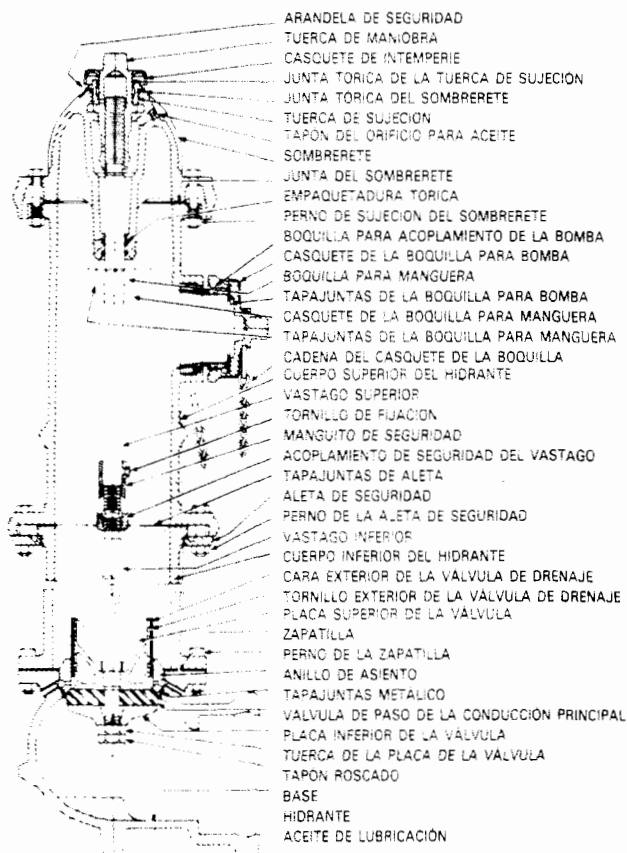


FIG. 5-4R. Hidrante de tipo seco o válvula en la base, con letreros identificativos. Cuando se instala, la válvula queda por debajo de la línea de peligro de heladas. Este tipo de hidrante, también se conoce como "hidrante a prueba de heladas". (Fuente: Mueller Co.).

FIGURA 3.4 HIDRANTE

d) Las distancias entre hidrantes generalmente las estipula el Cuerpo de Bomberos de la ciudad en base de la demanda de

caudal para incendios, tipo de edificaciones, tamaños y densidad de las estructuras.

Pero como regla general establecida por los múltiples ensayos y experiencias, se ha establecido que la separación entre hidrantes no debe de sobrepasar los 250 metros, en zonas de concentración de edificaciones la distancia máxima es de 150 metros, o deberán estar ubicados en las intersecciones de las calles con la finalidad de tener una buena ubicación, fácil acceso y para cumplir las necesidades del área abarcada.

d) Los hidrantes deberán de ser abastecidos por una tubería no inferior a 4" (110 mm) de diámetro para que puedan proporcionar el caudal especificado.

Es necesario que exista un tal numero de hidrantes bien distribuidos con la finalidad de concentrar un caudal para combate contra incendios suficiente para combatirlo sin que ninguna línea de manguera exceda los 150 metros de longitud.

Los hidrantes contra incendios serán inspeccionados una vez al año, comprobando que se mantienen las condiciones

funcionales establecidas en este capítulo y realizando las reparaciones oportunas.

Por lo general los hidrantes instalados en propiedades privadas se los puede pintar de cualquier color según las exigencias del dueño, pero en las zonas públicas deberán ir pintados de rojo.



3.7. Rociadores automáticos

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

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

Este tipo de protección contra incendios se lo comenzó a desarrollar a finales del siglo XIX, pero el desarrollo de los mismos

ha aumentado su eficacia gracias a las experiencias adquiridas y a ensayos de laboratorio.

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

En conclusión los rociadores automáticos son dispositivos para distribuir agua automáticamente sobre un fuego, en cantidades suficientes para dominarlo.

Los principales objetivos de usar rociadores automáticos son:

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

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

Los rociadores automáticos son particularmente efectivos para la seguridad de la vida humana, ya que dan el aviso de la existencia de un fuego al mismo tiempo que liberan agua sobre la zona incendiada.

Es importante acotar que en la mayoría de incendios que se tienen registros (dato aportado por la NFPA) el número de Rociadores Automáticos funcionando simultáneamente ha sido un máximo de 8.

Por lo que para un diseño de cualquier edificación tipo que se tiene en la ciudad de Guayaquil, siempre y cuando no sean clasificadas como de Riesgo Extra, se puede adoptar este dato el cual está muy bien fundamentado y es confiable, ya que con esta cantidad de rociadores funcionando simultáneamente se ha controlado hasta un 80% de los incendios producidos en los últimos años.

Es posible que para algunos casos especiales se disponga de un número mayor de Rociadores Automáticos funcionando

simultáneamente ya que se desea tener un margen mayor de seguridad, por ejemplo en un Aeropuerto Internacional que es una obra de máxima seguridad se consideran como máximo un número de 12 Rociadores Automáticos funcionando simultáneamente para realizar los cálculos hidráulicos.

Un Sistema de Rociadores Automáticos consiste, como dice la palabra, de dispositivos de distribución uniforme del agua sobre el fuego llamados Rociadores Automáticos, los cuales en condiciones normales la descarga del agua es impedida por medio de un dispositivo o válvula el cual esta diseñado para dejar pasar el agua automáticamente cuando detecte algún incremento de temperatura.

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

- Rociadores de enlace fusible
- Rociadores de Ampolla
- Rociadores de discos bimetálicos

El comúnmente usado en la actualidad es el rociador de ampolla el cual tiene un mecanismo bien sencillo que consiste en un bulbo que contiene cierto liquido, pero el bulbo de vidrio no esta totalmente lleno del liquido, dentro queda una burbuja la cual se comprime al expandirse el liquido a causa del calor, y al desaparecer la burbuja la

presión interior aumenta rápidamente hasta que el bulbo de vidrio se rompe y permite el paso del agua.

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

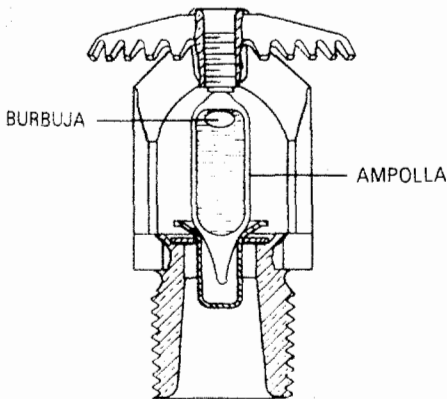


FIGURA 3.5. ROCIADOR AUTOMÁTICO DE AMPOLLA

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

Rociadores Tipo Pendent

Rociadores Tipo Upright

Rociadores Tipo Horizontal

A continuación se presentan varios modelos de rociadores que se pueden encontrar en el mercado.

Rociadores comerciales estándar

Low, even standard hazards receive extraordinary protection. With just two model types—the V27 and V34—we cover the full range of standard commercial sprinkler protection.



V2701
2.8 Imp./4.0 S.I.
Small Orifice
Request Publication 40.40



V2726
K5.6 Imp./8.1 S.I.
Conventional
Request Publication 40.17



V2704
K5.6 Imp./8.1 S.I.
Standard Orifice
Request Publication 40.10



V3405
K8.0 Imp./11.5 S.I.
Large Orifice
Request Publication 40.15



V3409
K8.0 Imp./11.5 S.I.
Large Orifice
Request Publication 40.16



V2710
K5.6 Imp./8.1 S.I.
Standard Orifice
Request Publication 40.14

Rociadores de Cobertura Extendida



V3411
K11.2 Imp./16.2 S.I.*
ECLH
Request Publication 40.30



V3421
K14.0 Imp./20.2 S.I.
ECHO
Request Publication 40.31



V3415
K8.0 Imp./11.5 S.I.
ECLH
Request Publication 40.33

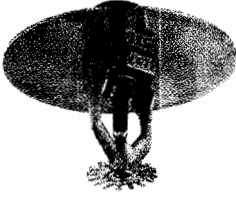


CIB-ESPOL

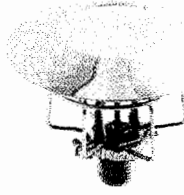
Rociadores usados en bodegas o almacenes



V3403
K11.2 Imp./16,2 S.I.
ELO
Request Publication 40.20



V2724
K5.6 Imp./8,1 S.I.
Intermediate Level
Request Publication 40.22



V3418
K8.0 Imp./11,5 S.I.
Intermediate Level
Request Publication 40.23

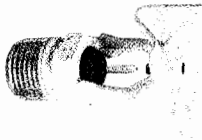


Model K1 (AS1451)
K14.0 Imp./20,2 S.I.
ESFR
Request Publication 40.24

Rociadores de uso Residencial



V27
K4.9 Imp./7,1 S.I.
Pendent and
Recessed Pendent
Request Publication 40.41

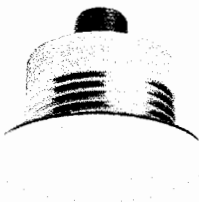


V2738
K4.2 Imp./6,1 S.I.
Horizontal and Recessed
Horizontal Sidewall
Request Publication 40.54

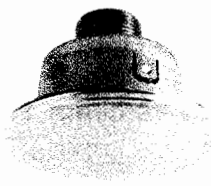


V2902
K4.1 Imp./6,1 S.I.
Flush Pendent
Request Publication 40.44

Rociadores de uso Decorativo



V3801 and V3802
K5.6 Imp./8,1 S.I.
Adjustable Concealed
Request Publication 40.50



V3904
K8.0 Imp./11,5 S.I.
ECLH
Request Publication 40.71

Rociadores con recubrimiento especial



Lead Coated



Wax Coated

Wax-over-lead
CoatedNickel Teflon*
Coated

Rociadores para Ventanas y con boquilla para Espuma



V1001

Request Publication 40.72

WINDOW NOZZLE SPRINKLERS

When you want to provide a water curtain against windows or other openings, the Victaulic V10 sprinklers are ideal.

The V10 features:

- * Solid brass body
- * 180° flat, fan-shaped coverage
- * Wide range of K-factors
- * Choice of manual or automatic operation



V2601

Request Publication 40.73

FOAM NOZZLE SPRINKLERS

To control hydrocarbon-based polar solvents and other flammable-liquid fires, water is not the answer. Our model V26 Open Foam Nozzle delivers the protection you need.

- * Works with various foam compounds - A.F.F.F., fluoro-protein, protein and alcohol-type foam liquids
- * Available in open style for use with deluge systems

FIGURA 3.6. TIPOS DE ROCIADORES COMERCIALES

Cuando se habla de **requerimientos básicos** para un Sistema de Protección Contra Incendios por medio de Rociadores Automáticos, se entiende como las especificaciones mínimas recomendadas para su diseño e instalación.

Principalmente, y porque su importancia así lo amerita, se tiene recomendaciones bien fundamentadas para la elección del tipo de

Rociador Automático a utilizar, el área de cobertura para cada Rociador, las temperaturas de activación de los Rociadores, la presión mínima de trabajo por Rociador, los espaciamientos entre Rociadores, la posición del Rociador con respecto a una pared, la posición del Rociador con respecto al techo o tumbado, ya que debe de cumplir con los mínimos requerimientos un sistema de protección para que funcione correctamente.

3.7.1. Requerimientos Hidráulicos

La **presión mínima** a la cual un Rociador Automático puede funcionar correctamente y obtener una adecuada distribución de agua dentro de toda su área de cobertura es de 7 P.S.I. (0.5 kg/cm²).

La máxima presión de operación de un Rociador normal; excepto cuando se trata de Rociadores Automáticos de altas presiones, es de 175 P.S.I.

El **factor C** conocido como de descarga de los Rociadores Automáticos, para un orificio de Rociador de ½ pulgada de diámetro, esta estipulado con un valor de **c = 0.75**

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

$$Q = 29.83cd^2\sqrt{P}$$

Fórmula 3.3

Se tiene un valor constante para los Rociadores Automáticos con orificio de ½" de 5.6 al que se lo conoce como el **factor K** de los Rociadores Automáticos.

Por lo que la fórmula para el calculo del caudal que pasa por un Rociador Automático va a depender de su factor K y de la presión que necesitemos para que nuestro Rociador Automático trabaje con normalidad en caso de un incendio.

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

Fórmula 3.4



CIB-ESPOL

Por lo general y es común ver diseños en la ciudad de este tipo, a menos que se necesite algún requerimiento de protección especial, el valor de k para el rociador tipo será de 5.6 y la presión mínima de trabajo es de 7 PSI; por lo que el caudal que pasará por un sprinkler tipo será de 14.82 G.P.M., que será el caudal mínimo para un Rociador Automático.

3.7.2. Requerimientos para su instalación

Se puede proteger una cierta área con uno o varios Sistemas de Rociadores Automáticos dependiendo del tipo de Riesgo según la actividad que genera dicha edificación. La **máxima área que un sistema** debe cubrir se indica a continuación:

Tipo de Riesgo	Máxima área de cobertura
• Riesgo Ligero	4800 m ²
• Riesgo Ordinario	4800 m ²
• Riesgo Extra	2300 m ²

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

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

En el mercado actual se tiene bastantes compañías internacionales dedicadas exclusivamente a la elaboración de

suministros para la construcción de Sistema Contra Incendios y por ende la elaboración de Rociadores Automáticos, a su vez todas las compañías han normado la elaboración de los mismos dependiendo del uso que va a tener y a la temperatura que se va a accionar. Ver tabla 15.

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



CIB-ESPOL

TABLA 15

**TEMPERATURAS DE ACCIONAMIENTO DE LOS ROCIADORES
AUTOMÁTICOS**

Máxima Temperatura en el techo (°C)	Rangos de Temperatura (°C)	Clasificación por su Temperatura	Color del Deflector del Sprinkler	Color del Bulbo del Sprinkler
38	57 – 77	Ligero	Sin color o Negra	Anaranjado o Rojo
66	79 – 107	Ordinario	Blanco	Amarillo o Verde
107	121 – 149	Extra	Azul	Azul

Los Rociadores Automáticos deberán cumplir con una **ubicación** de acuerdo a recomendaciones mínimas de diseño, no ubicarlos de tal manera que el área de cobertura por Rociador sea mayor que la permitida, ubicarlos de tal manera que su distribución en una red de rociadores automáticos sea

de tal que no interfieran con los elementos estructurales del edificio y principalmente colocarlos en los lugares en que se amerita y teniendo en consideración los lugares en los que no se debe de instalar estos sistemas.

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

El área de cobertura de un Rociador Automático para un Sistema de Protección Contra Incendios, esta definida por dos longitudes:

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

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

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

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

TABLA 16

ÁREAS DE PROTECCIÓN PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS SEGÚN SU RIESGO

Para Riesgo Ligero:

Tipo de Construcción	Área de Protección	
	pie ²	M ²
No combustible con obstrucción y sin obstrucción y combustible sin obstrucción con elementos de 3 pies o más en el centro	225	20.9
Combustible con obstrucción y con elementos de 3 pies o más en el centro	168	15.6
Combustible con obstrucción y sin obstrucción con miembros de 3 pies o más en el centro	130	12.1

Para Riesgo Ordinario:

Tipo de Construcción	Área de Protección	
	pie ²	m ²
todo tipo	130	12.1

Para Riesgo Extra:

Tipo de Construcción	Tipo de Sistema	Área de Protección	
		pie ²	m ²
todo tipo	Hidráulicamente Calculado con Densidad ≥ 0.25	100	9.3
todo tipo	Hidráulicamente Calculado con Densidad < 0.25	130	12.1

Nota: la tabla 15 muestra datos para rociadores tipo Upright y Pendent

Como regla general se determina que el área máxima a proteger con un Rociador Automático sea cualquiera su clasificación por el riesgo o por el tipo de Rociador a utilizar no deberá de exceder los 21 m², siempre tratando de encontrar una forma cuadrática del área a proteger.

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



TABLA 17

**ESPACIAMIENTOS MÁXIMOS PARA ROCIADORES
AUTOMÁTICOS SEGÚN SU RIESGO**

Para Riesgo Ligero:

Tipo de Construcción	Espaciamiento máximo	
	pie	M
No combustible con obstrucción y sin obstrucción y combustible sin obstrucción con elementos de 3 pies o más en el centro	15	4.6
Combustible con obstrucción y con elementos de 3 pies o más en el centro	15	4.6
Combustible con obstrucción y sin obstrucción con miembros de 3 pies o más en el centro	15	4.6

Para Riesgo Ordinario:

Tipo de Construcción	Espaciamiento máximo	
	pie	m
Todo tipo	15	4.6

Para Riesgo Extra:

Tipo de Construcción	Espaciamiento máximo	
	pie	m
Todo tipo	12	3.7
Todo tipo	15	4.6

Nota: la tabla 16 muestra datos para rociadores tipo Upright y Pendent

Como regla general se determina que la distancia máxima de separación entre Rociadores Automáticos no deberá de exceder los 4,6 metros de longitud para cualquier caso de clasificación según su riesgo o para cualquier tipo de edificación.

La **mínima distancia** permitida entre Rociadores Automáticos cualquiera sea la clasificación por el riesgo de la actividad o por el tipo de construcción que se esta diseñando no deberá de ser menor de 2,4 metros de separación. Esta distancia mínima se debe a que en caso de que se produzca la ignición de un fuego sólo en un determinado punto, se activará por efectos de transmisión de calor un solo Rociador, este a su vez debido al diseño de distribución de agua del Rociador, emitirá agua de tal

manera que se formará una especie de hongo con el agua que sale del dispositivo del Rociador y al estar muy cerca (menor de 2,4 metros), podría el agua emitida por el primer Rociador activado mojar el bulbo del Rociador más cercano y enfriarlo, por lo que no podría entrar en funcionamiento ya que la temperatura en el bulbo disminuiría y no reventaría su dispositivo de activación.

La distancia que existe entre el Rociador y la pared deberá ser de tal manera que no interfiera con el correcto funcionamiento del Rociador y este llegue a cumplir sus objetivos.

En cualquiera de los casos las distancias se tomaran de forma perpendicular entre el Rociador y la pared.

La máxima distancia permitida entre Rociador y pared no deberá de exceder la mitad de la máxima distancia permitida entre Rociadores dependiendo del caso en que se encuentre.

En ningún caso la distancia máxima entre el Rociador y la pared deberá de exceder los 2,3 metros de longitud medidos perpendicularmente.

La distancia mínima recomendada para la ubicación de un Rociador con relación perpendicular a una pared es de 0,30 metros.

La distancia entre el Rociador y el techo deberá ser medida de tal manera que no interfiera el buen comportamiento del Rociador en caso de un siniestro.

Esta distancia será medida perpendicularmente desde el deflector del Rociador hacia el techo, por lo que esta distancia va a ser variable dependiendo el tipo de deflector que se este utilizando y el tipo de construcción que se tenga.

En caso de que se disponga de un techo que no tenga obstrucciones, llámese así a vigas o correas, la distancia mínima entre el deflector y el techo será de 25,4 milímetros y la distancia máxima será de 305 milímetros.

En caso nos encontremos con una losa la cual tenga sus vigas secundarias en forma reticulada, la distancia mínima entre las vigas y un Rociador es de 100 milímetros.

En caso se tenga dispongan de cielos rasos, estas distancias sugeridas no funcionarían, ya que en estos casos se deberá de llegar con el deflector del Rociador hasta la altura del cielo raso para que el Rociador pueda funcionar, ya que de lo contrario en

un flagelo primeramente tendría que incendiarse el cielo raso para que después actúen los Rociadores. Se sugiere por arquitectura que los Rociadores queden ubicados al centro de cada uno de estos modulares de los cielos rasos.

Generalmente las tuberías que forman parte del Sistema Contra Incendio deberán ir de forma aérea por toda la edificación por lo que se necesitara de algún elemento que tenga las suficientes propiedades físicas mecánicas para poder colocar la tubería en ellos. Estos elementos capaces de mantener la tubería del Sistema Contra Incendio de una manera segura y confiable son los denominados **soportes**.

Deberán de ubicarse los soportes de tal manera que alcancen a soportar todo el peso de las tuberías del Sistema Contra Incendio las cuales deberán de colocarse de forma aérea; los soportes en las tuberías matrices (llámese así a las tuberías de mayor diámetro), deberán de ubicarse en los cambios de dirección, en las intersecciones, en las montantes de tubería, en las derivaciones y en todos los demás puntos que se especifique de acuerdo al tipo de espaciamento mínimo que se requiera.



En el mercado existen una infinidad de modelos, marcas y tipos de soportes los cuales generalmente se los escoge por el lugar y posición exacta donde se colocara la tubería la cual no deberá de variar con el pasar del tiempo.

Pero en general existe una buena recomendación para la selección de los soportes:

1. Cualquier soporte que se considera apto para el Sistema Contra Incendio deberá de estar diseñado para soportar en el punto a ser colocado el peso de cinco veces la tubería más el peso del agua que pase por el diámetro de dicha tubería más 250 lb. de presión.
2. Todos los puntos de soportes a colocar deberán de ser capaces de mantener el sistema en un adecuado funcionamiento.
3. Cualquier tipo de soportería a colocar para el Sistema Contra Incendio deberá de ser de hierro, cualquiera sea su composición.

A continuación se detallan una lista y gráficos de los tipos de soportes con sus accesorios más usados para el Sistema Contra Incendios.

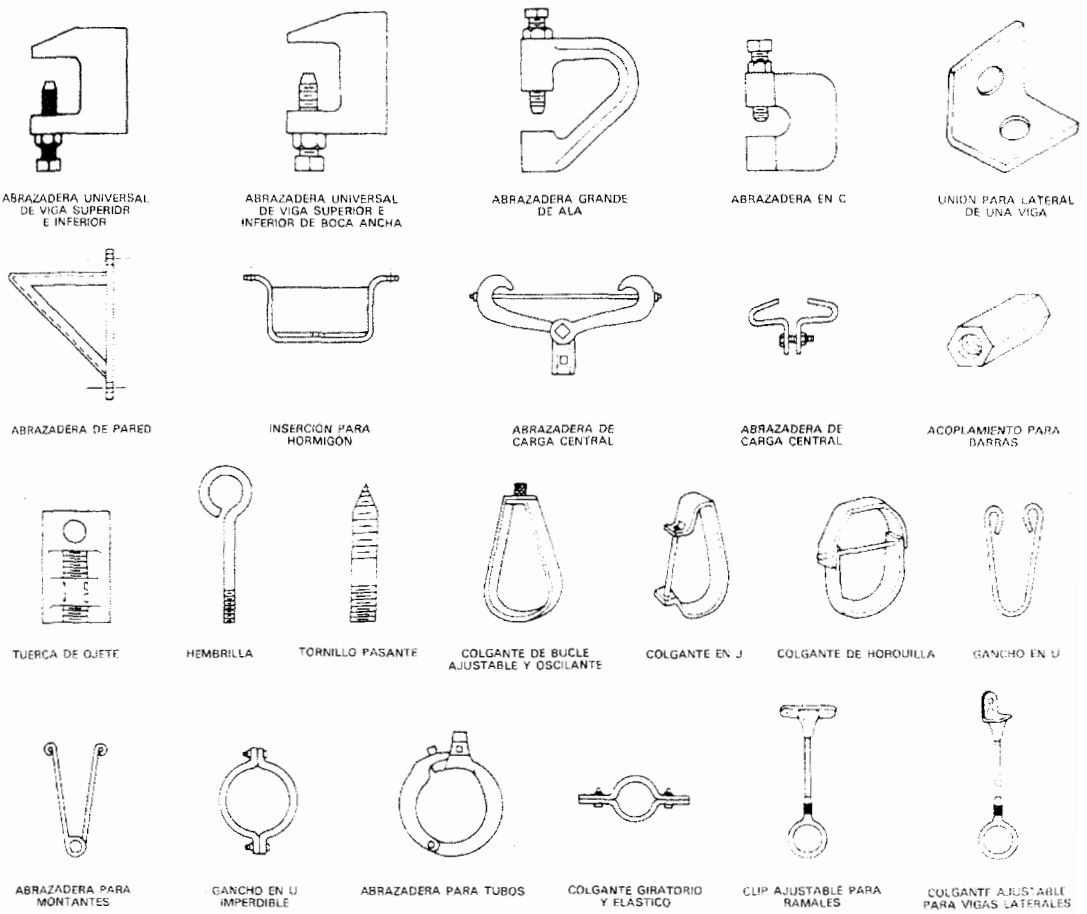


FIGURA 3.7. TIPO SE SOPORTES ACEPTADOS

La máxima distancia recomendada para la colocación de los soportes deberá de estar regida por la siguiente tabla, pero nunca para ningún tipo y/o diámetro de tubería deberá de sobrepasar los 4.60 metros lineales.

TABLA 18**MÁXIMO ESPACIAMIENTO DE SOPORTES EN RED DE TUBERÍAS**

DIÁMETRO DE TUBERÍA	MÁXIMO ESPACIAMIENTO
PULGADAS	METROS
1	3.70
1¼	3.70
1½	4.60
2	4.60
2½	4.60
3	4.60
3½	4.60
4	4.60
5	4.60
6	4.60
8	4.60

Por lo general, al momento de su instalación, se aconseja el dejar los soportes colocados a una distancia constante para que su distribución de fuerzas sea uniforme y no haya complicaciones en lo posterior.

Es importante acotar que por cada Rociador que hallemos en nuestro Sistema Contra Incendio deberemos de colocar un soporte en su codo terminal o en su tee de derivación.

Para el caso que se requiera de soportes sismoresistentes también se dispone de una gran variedad de soportes de este tipo, que se detalla a continuación.

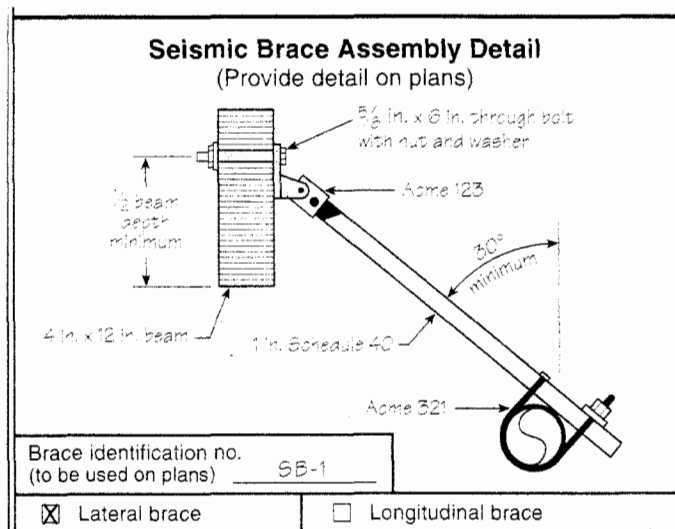


FIGURA 3.8. DETALLE DE ABRAZADERA SISMORESISTENTE

Existen varios tipos de sistemas de abastecimiento para rociadores automáticos de acuerdo a las necesidades de cada obra determinada, pero el objetivo principal de todos los sistemas de rociadores automáticos es el mismo y es de mojar el área que se encuentra amenazada por el fuego, y todos utilizan el mismo concepto que es el transporte del agua mediante tuberías hacia los Rociadores Automáticos para su posterior distribución al área en peligro.

Los principales sistemas de abastecimiento para rociadores automáticos son:

- **Sistema de tubería húmeda.-** en estos sistemas los rociadores automáticos están instalados en tuberías que pasan todo el tiempo llenas de agua a presión.
- **Sistema de tubería seca.-** en estos sistemas los rociadores automáticos están instalados en tuberías que están llenas de aire o nitrógeno a presión y cuando se detecta una baja de presión en el sistema se accionan válvulas para permitir el paso del agua enviado por la bomba.
- **Sistema de acción previa.-** es el mismo sistema usado que para los sistemas con tubería seca a diferencia de que el aire puede o no estar a presión, y cuando se detecta un incendio, mediante un dispositivo, se activarán manualmente, desde una zona protegida, las válvulas para permitir el paso del agua hacia los rociadores.
- **Sistemas de inundación total.-** estos sistemas son similares a los de acción previa a diferencia de que los rociadores automáticos permanecen todo el tiempo abiertos y cuando se produce el flagelo estos actúan de tal forma que producen una inundación total de toda el área que protegen.



Los sistemas de rociadores automáticos más usados son los de tubería húmeda, ya que son los que ofrecen mayor seguridad al momento de que actúen, debido a que siempre permanece agua en este sistema y su respuesta sería de forma inmediata ante un flagelo; pero no son recomendados en lugares en donde existen problemas de congelamiento o de bajas temperaturas.

3.7.3. Métodos para cálculo de caudal para un Sistema de Rociadores Automáticos

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

3.7.3.1. Método Hidráulico

Este método se basa en cálculos hidráulicos, lo que lo hace bastante confiable. Para partir con el cálculo hidráulico se tiene que tener en cuenta consideraciones de diseño ya previamente establecidas como:

- Tipo de Edificación

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

Se parte de la premisa que para el caudal que pasa por un Rociador esta determinado por la fórmula 3.4 citada anteriormente en este capítulo:

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

Q = caudal

K = factor que depende del tipo de sprinkler a utilizar (dato que da el fabricante)

P = presión



CIB-ESPOL

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

Entonces tenemos el caudal de un Rociador Automático, el cual si es multiplicado por el numero de Rociadores Automáticos que nosotros consideremos que van a funcionar simultáneamente tendremos el valor del caudal por Rociadores. Una vez que se dispone de ese caudal se procede a calcular el diámetro de la tubería necesaria para abastecer el caudal de un Rociador, dos, tres, cuatro y así sucesivamente hasta llegar al número de Rociadores Automáticos previamente establecido que funcionaran simultáneamente.

La formula 3.2 citada anteriormente es la utilizada para el cálculo del diámetro. (Ver sección 3.5.3.)

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

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

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

Es muy importante acotar que la geometría de la red de Rociadores Automáticos en un determinado espacio nos dará en un gran porcentaje el diámetro que se utilizara por lo que se recomienda en lo posible siempre mantener figuras homogéneas rectangulares en los diseños geométricos de la red de Rociadores Automáticos.



3.7.3.2. Diseño por medio de tablas

Este diseño al que se le ha denominado diseño por tablas es el mismo diseño basado en cálculos hidráulicos pero que ya se ha calculado con anterioridad y se lo ha tabulado para algunas de las características de los Rociadores Automáticos. Por ejemplo:

Para un factor k del rociador igual a 5.6 y considerando que la actividad a realizar dentro de la edificación se la puede considerar como de riesgo ligero, nos podemos ajustar a la siguiente tabla máxima de Rociadores Automáticos para un determinado diámetro de tubería.

RIESGO LIGERO

TUBERÍA DE ACERO (diámetro en pulgadas)	MÁXIMO NUMERO DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
1"	2
1¼"	3
1½"	5
2"	10
2½"	30
3"	60
4"	Más de 100

Si una determinada área esta provista geométricamente por más de 100 Rociadores Automáticos; entonces se necesitará más de una línea que abastezca la alimentación de agua hacia los Rociadores para que a su vez no se aumente el diámetro de distribución de las líneas matrices o principales.

Si se considera el mismo factor k para los Rociadores Automáticos; pero cambiando el riesgo de la actividad a realizar por una de riesgo ordinario la tabla para determinar el número máximo de Rociadores Automáticos que le podemos cargar a un diámetro de tubería determinado quedaría:

RIESGO ORDINARIO

TUBERÍA DE ACERO (diámetro en pulgadas)	MÁXIMO NUMERO DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
1"	2
1¼"	3
1½"	5
2"	10
2½"	20
3"	40
4"	100
5"	160
6"	275
8"	Más de 275

Si se considera el mismo factor k para los Rociadores Automáticos; pero cambiando el riesgo de la actividad a realizar por una de riesgo extra la tabla para determinar el número máximo de Rociadores Automáticos que le podemos cargar a un diámetro de tubería determinado quedaría:

RIESGO EXTRA

TUBERÍA DE ACERO (diámetro en pulgadas)	MÁXIMO NUMERO DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
1"	1
1¼"	2
1½"	5
2"	8
2½"	15
3"	27
4"	55
5"	90
6"	150

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

CAPITULO 4

EQUIPOS DE BOMBEO PARA UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS



4.1. Introducción

Dentro de un Sistema Contra Incendios es de vital importancia conocer y escoger el equipo de bombeo apropiado. Estos equipos han ido mejorando de acuerdo a las exigencias de los nuevos métodos para protección de incendios que se han ido implementando.

Un equipo de bombeo está compuesto por los siguientes elementos:

- a) Equipo de bombeo principal
- b) Bomba auxiliar
- c) Accesorios complementarios

El **equipo de bombeo principal** será el que suministre el caudal y presión requerida.

La **bomba auxiliar** servirá para mantener la presión en caso de que esta baje dentro de la red a causa de fugas que puedan existir.

Los **accesorios** son las distintas clases de válvulas, instrumentos y panel de control que ayudan al buen funcionamiento de equipo de bombeo.

Las alternativas que se deben adoptar en cuanto a la formación del equipo de bombeo principal son las siguientes:

1.-) Con equipo de bombeo único: este suministra el 100% del caudal requerido, su motor puede ser eléctrico o diesel. En caso de que el motor tenga encendido eléctrico la fuente de energía debe ser provista por la compañía de energía eléctrica pública y por un generador autónomo.

2.-) Con un equipo de bombeo principal: estará compuesto por dos bombas eléctricas que suministren el 50% del caudal cada una. En este caso ambas deberán ser provistas de energía por medio de la compañía pública y una deberá tener la alternativa de un generador autónomo.

3.-) Con equipo de bombeo doble: estará compuesto de una bomba con motor eléctrico y otra bomba con motor diesel. Cada bomba deberá suministrar el 100% del caudal requerido. La bomba de

encendido eléctrico deberá ser provista de energía por la compañía pública.

Para todos los equipos se deberá tener en cuenta que la línea de alimentación eléctrica desde el panel general de distribución sea independiente y con un interruptor exclusivo debidamente señalizado.

A las tres alternativas presentadas anteriormente se le debe añadir una bomba auxiliar con motor eléctrico que deberá tener una capacidad mínima del 5 % de la capacidad de la bomba principal.

4.2. Tipos de Bombas para Sistemas contra Incendios

Las bombas para sistema contra incendio son centrífugas debido a sus características hidráulicas, fiabilidad, fácil mantenimiento y distintas formas de accionamiento.

Existen diversas clasificaciones dependiendo del punto de vista utilizado, por lo tanto se ha tratado de escoger la más apropiada para este caso que es la que se presenta a continuación.

- a) Bombas Centrífugas de eje horizontal
- b) Bombas Centrífugas de eje vertical
- c) Bombas centrífugas de turbina vertical

Bombas centrífugas de eje horizontal o vertical

Se habla de estos dos tipos de bombas dentro de un mismo título debido a que las diferencias entre estas no está en su funcionamiento sino en su forma, se podría decir que la bomba vertical es una bomba de eje horizontal montada verticalmente.

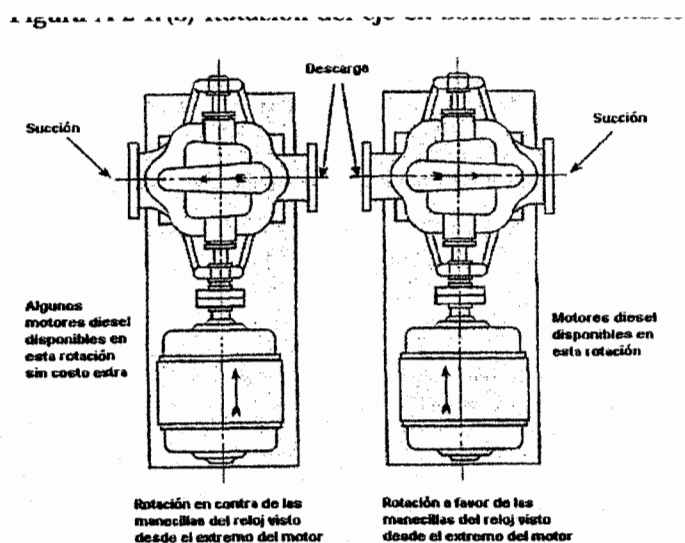


FIGURA 4.1 BOMBAS CENTRÍFUGAS DE EJE HORIZONTAL

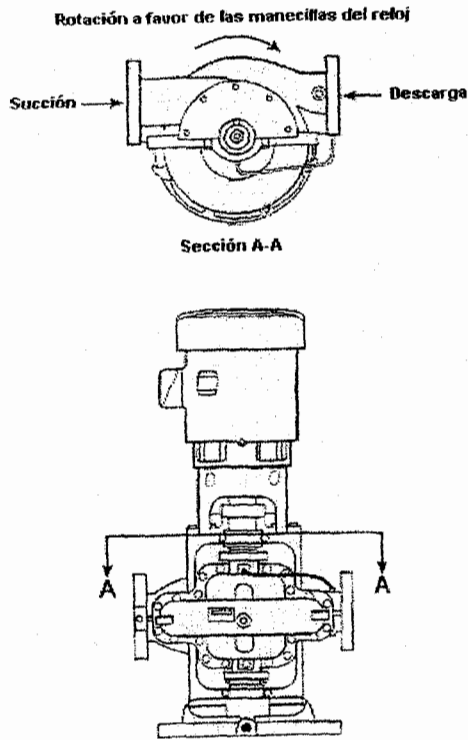


FIGURA 4.2. BOMBA CENTRÍFUGA DE EJE VERTICAL

Un elemento importante en este tipo de bombas es la relación que existe entre caudal y presión a velocidad constante, es decir, cuando se aumenta la presión disminuye el caudal y viceversa.

Se dispone de bombas horizontales y verticales con capacidades de hasta 5.000 GPM (18,93 Lts/seg.), las presiones varían de 40 a 400 PSI (176 a 2758 KPa).

Los dos componentes principales son el impulsor y la caja dentro de la que gira, el principio de su funcionamiento es la conversión de la energía cinética en energía de velocidad y presión.

La energía transmitida al impulsor por acción del motor lo hace girar a gran velocidad transmitiendo energía al líquido bombeado. La caja de la bomba tiene una forma tal que transforma la carga a velocidad a la salida del impulsor, y da presión a la salida de la bomba.

Para obtener mayores presiones pueden montarse dos o más impulsores con sus respectivas cajas unidos a un mismo eje formando una bomba de varias etapas. La descarga de la primera etapa es aspirada por la segunda y así sucesivamente. La capacidad de la bomba respecto al caudal será la que puede mover una sola etapa y la presión será la suma de cada una de las etapas más la pérdida de carga.

Se recomienda que este tipo de bombas sean instaladas solo en caso de que trabajen con succión positiva. En caso de que la succión sea negativa se deberá tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales que se detallarán más adelante dentro de este capítulo o instalar las bombas de turbina vertical.

Bombas centrífugas de turbina vertical

Se recomienda emplear bombas de turbina vertical en el caso de que la estación de bombeo tenga que ser instalada con succión

negativa, también son utilizadas para bombear aguas de pozos, lagos, etc.

Las bombas de este tipo consisten en un cabezal de motor, un tubo vertical y un acoplamiento de descarga, un eje motor a la vista o encerrado, la caja de la bomba que contiene los impulsores y un filtro de succión.

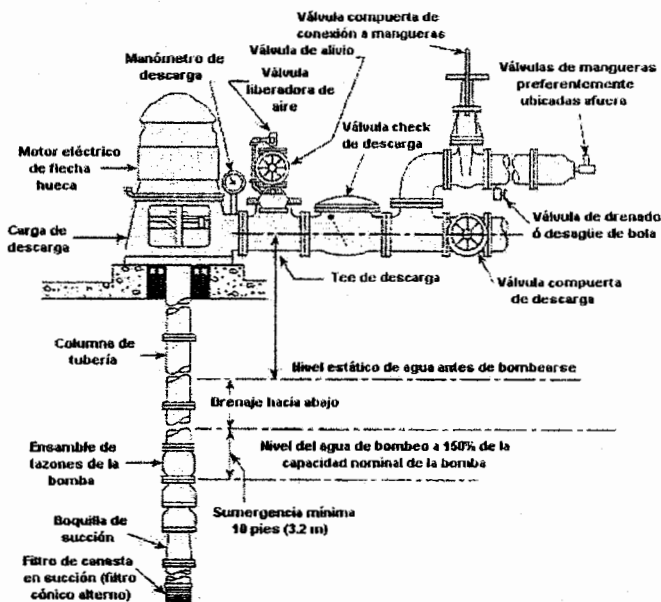


FIGURA 4.3. BOMBA DE TURBINA VERTICAL

Se dispone de bombas verticales tipo turbina con capacidades de hasta 5.000 GPM y presiones que varían de 75 a 500 PSI (517 a 3.448 KPa).

Una de las ventajas que presenta es la capacidad de autocebado mientras que una desventaja es su alto costo, que representa su instalación cuando los pozos son muy profundos, por ejemplo

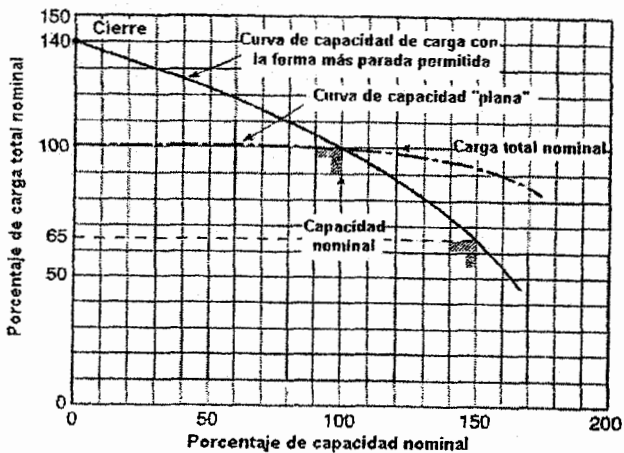
cuando el nivel de bombeo a la capacidad máxima se encontrara a mas de 15 m por debajo del nivel de la superficie (60 m es el nivel máximo).

4.3. Selección del equipo apropiado para el Sistema contra Incendios y sus componentes

4.3.1. Caudal y Presión Nominal

El caudal y presión calculados para un sistema contra incendios debe ofrecer un factor de seguridad del 150% de la capacidad nominal a por lo menos 65% de la presión nominal que provea cierta protección en caso de que se presente una demanda extraordinaria durante un incendio.

Por ejemplo si se ha determinado que el caudal de diseño es de 300 GPM y la presión de diseño es 80 psi, la bomba seleccionada deberá tener capacidad para 450 GPM a una presión de 52 psi.



**FIGURA 4.4. CURVA DE CAUDAL Y PRESIÓN NOMINAL
PARA UNA BOMBA CONTRA INCENDIOS**

4.3.2. Motores y Controles

Los motores que accionan el equipo de bombeo pueden ser eléctricos o diesel.

Se deberá tener en cuenta factores importantes a la hora de escoger el tipo de energía, tal como la fiabilidad de la energía eléctrica proporcionada por la compañía pública, debiéndose revisar el historial de interrupciones del servicio. Se tiene la alternativa de generador autónomo.

Los equipos que funcionen con motor diesel deberán tener una reserva propia de combustible en caso de que se presenten períodos de restricciones.

Motores Eléctricos

Los motores eléctricos deben ser asíncronos, de motor de jaula de ardilla y deberán estar protegidos de acuerdo al lugar donde se encuentren, del polvo, goteo, y otras condiciones adversas que se puedan presentar.

El fabricante será responsable de que el motor tenga capacidad suficiente de modo que no se exponga a sobrecargas que excedan del límite del factor del servicio a la potencia máxima efectiva y a la velocidad nominal.

En el panel de control se incluirán los servicios mínimos siguientes:

- Conmutador de 3 posiciones (manual, automático, fuera de servicio)
- Protección por fusibles o disyuntores magnéticos (no térmicos)
- Alarmas ópticas que indiquen: presencia de tensión, falta de tensión, fallo de arranque, bomba en marcha, disparo de protecciones, bajo nivel de reserva de agua.
- Alarmas acústicas que indiquen: falta de tensión, fallo de arranque, disparo de protecciones, bajo nivel de reserva del agua
- Amperímetro (lectura de consumo)

- Voltímetro con conmutador para comprobar tres fases

La conexión de la fuente de energía se realizará en un punto tal que aunque todos los circuitos eléctricos para otros usos distintos a los de protección contra incendios estén desconectados, el servicio para esta función este asegurado. El interruptor deberá ser correctamente señalizado de la siguiente manera:

**“INTERRUPTOR PARA SISTEMA CONTRA INCENDIOS
NO TOCAR EN CASO DE INCENDIO”**

La transferencia de corriente entre el suministro normal al suministro alterno de la bomba deberá ser automático y sin interrupción alguna.

El motor deberá poder encenderse automática y manualmente y el apagado deberá ser automático.

El **encendido automático** deberá ser accionado por medio de un interruptor de presión, este interruptor será responsable de la presión del agua en el sistema contra incendio, deberá ser capaz de soportar hasta 200 % de la presión de servicio sin perder exactitud.

Deberá hacerse la respectiva conexión para aliviar la presión en caso de pruebas, dentro de esta línea no debe existir amortiguador de presión de ningún tipo.

Cada bomba debe de tener en su línea un medidor de presión individual.

Para el **encendido manual** deberá haber un interruptor de accionado manual en el panel de control de tal manera que haga funcionar al motor continuamente independientemente de cualquier circuito de control eléctrico hasta su apagado. Su funcionamiento no debe de verse afectado por el interruptor de presión.

El **apagado** deberá de ser automático, después de que ha pasado la emergencia deberá utilizarse un temporizador para por lo menos 10 minutos de tiempo de funcionamiento (regulable).

En el caso de apagado manual deberá realizarse por medio de un botón ubicado en el exterior del panel debidamente señalizado.

Motores a Diesel

El motor a diesel contará con un depósito de combustible ubicado a un nivel superior a la bomba, el suministro del



combustible será por gravedad y deberá ser capaz de asegurar el funcionamiento del motor a plena carga durante 6 horas o mínimo el doble de tiempo de autonomía previsto para la fuente de abastecimiento de agua. Deberán de existir tantos depósitos de combustible como motores que estuvieren previstos a funcionar.

La refrigeración del motor se realizará por aire o por agua (en circuito cerrado o abierto), podrá utilizarse el agua que circule por la impulsión cuidando reducir los caudales y presión en la línea de refrigeración.

El motor deberá estar provisto de:

- Tacómetro
- Cuenta-horas
- Termómetro para agua
- Manómetro para aceite

En el panel de control se incluirán los servicios mínimos siguientes:

- Cargador automático de baterías
- Conmutador de 4 posiciones (automático, manual, fuera de servicio y prueba del ciclo de arranque)
- Cuenta-horas

- Alarmas ópticas que indiquen: presencia de tensión, falta de tensión, alta temperatura, baja presión de aceite y bajo nivel de reserva de agua.
- Alarmas acústicas que indiquen: falta de tensión, alta temperatura, baja presión de aceite y bajo nivel de reserva de agua.

El **encendido** deberá ser manual y automático utilizando baterías independientes y en ambos casos serán capaz de soportar 6 ciclos de arranque. Cada intento de arranque será de 15 seg. y seguido de una pausa de 6 seg., alternando cada ciclo de arranque sobre uno y otro juego de baterías.

Si una vez terminada la secuencia el motor no arranca deberá producirse una alarma de señalización óptica y acústica. Una vez que haya arrancado el motor se desacopla el motor de arranque automáticamente a la orden de un interruptor tacométrico de acoplamiento mecánico directo al motor.

El **apagado** será automático cuando alcance su máxima presión y después de un tiempo mínimo de encendido, que puede ser entre 5 y 15 min.

4.4. Normas para Instalación de Equipos de Bombeo

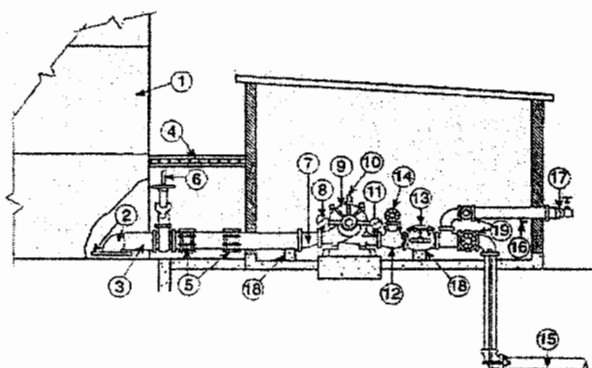
4.4.1. Tubería de succión y accesorios.-

La tubería de succión debe de ser calculada de tal manera que según el caudal nominal la velocidad no debe de ser mayor a 1,8 m/seg para bombas en succión positiva, y no mayor a 1,5 m/seg para bombas en succión negativa.

La tubería de succión debe de ser tal que con la o las bombas funcionando al 150% del caudal nominal la velocidad no sea mayor que 4,57 m/seg.

Entre los accesorios que llevará la tubería de succión deberá constar:

- Una válvula de compuerta
- En donde el suministro de agua se obtenga de una fuente que contenga material que pueda atascar la bomba deberán colocarse mallas o canastillas que impidan el paso de estos materiales, deberán ser removibles y ser instaladas de modo que no dañen la tubería de succión
- Para bombas que tomen succión de un depósito o cisterna se instalará un plato vortex a una distancia de la mitad del diámetro de la tubería de succión (mín. 152 mm). La placa de forma cuadrada tendrá dimensiones por lo menos del doble del diámetro de la tubería de succión. Ver Figura 4.5.



- | | |
|--|--|
| 1. Tanque de succión sobre la tierra | 9. Bomba contra incendio horizontal de carcasa bipartida |
| 2. Codo de entrada y placa vortex cuadrada de acero con dimensiones por lo menos al doble del diámetro de la tubería de succión. La distancia arriba del fondo del tanque es la mitad del diámetro de la tubería de succión con mínimo 6" (152 mm) | 10. Eliminador de aire automático |
| 3. Tubería de succión | 11. Manómetro de descarga |
| 4. Carcasa a prueba de congelación | 12. Tee reductora de descarga |
| 5. Cople flexible para alivio de esfuerzo | 13. Válvula check de descarga |
| 6. Válvula de compuerta OS&Y (ver 2.9.5 y A-2.9.5) | 14. Válvula de alivio (si se requiere) |
| 7. Reductor excéntrico | 15. Tubería de suministro para sistema de protección contra incendio |
| 8. Manómetro de succión | 16. Válvula de drenado |
| | 17. Ramificación de válvulas de mangueras con válvulas |
| | 18. Soportes de tubería |
| | 19. Compuerta indicadora ó válvula de mariposa |

**FIGURA 4.5. DETALLES DE INSTALACIÓN DE BOMBA
CONTRA INCENDIOS BAJO CARGA POSITIVA**

- En donde la tubería de succión no sea de igual diámetro que la brida de la bomba deberá instalarse un reductor excéntrico de tal manera que se eviten bolsas de aire. Ver Figura 4.5.

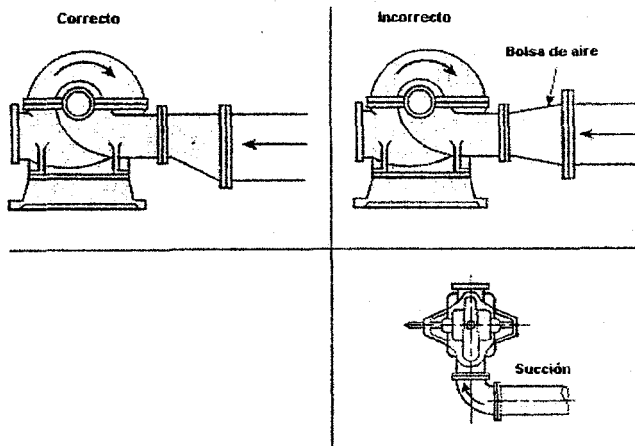


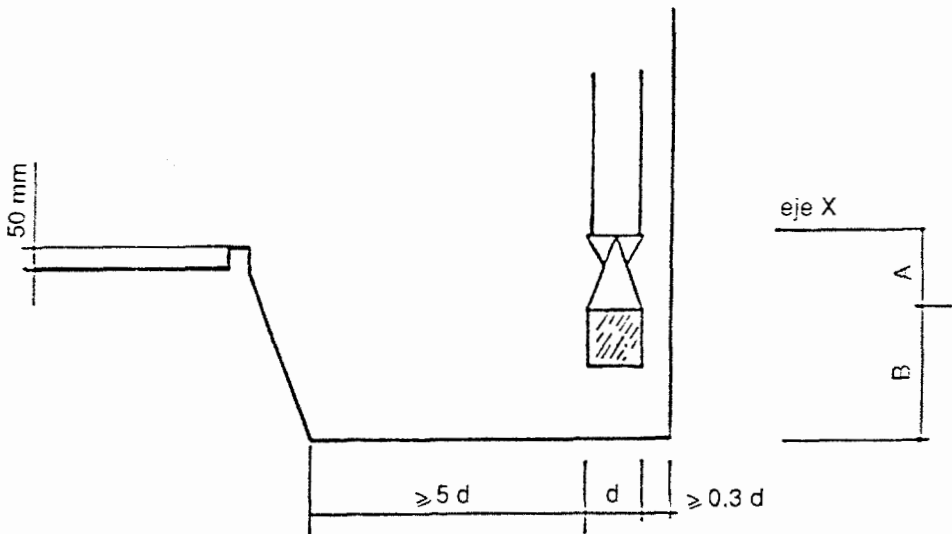
FIGURA 4.6. DETALLE DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE SUCCIÓN

En el caso de tener succión negativa se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Instalar una válvula de pie en el fondo de la succión
- Instalar un sistema de cebado confiable, preferiblemente a gravedad desde un depósito elevado que disponga de acometida con válvula de flotador desde la red pública, conectando su salida a la línea de impulsión de la bomba principal, entre la brida de la bomba y la válvula de retención. Para evitar que se introduzca agua al depósito esta línea estará provista de válvula de retención.
- Alarma óptica y acústica que indique cuando el nivel del depósito esté al 60%.



- La capacidad del depósito será el correspondiente a 2 veces el volumen de agua de la línea de aspiración como mínimo.
- Existen ciertas condiciones que debe cumplir el cárcamo de bombeo en función de su tubería de aspiración que se aprecian mejor en la siguiente figura:



ϕ de aspiración	A	B
40	160	80
50	200	80
65	250	80
80	310	80
100	370	100
150	500	100
200	620	150
250	750	150
300	900	200
350	1050	200
400	1200	250
450	1350	250
500	1500	300

FIGURA 4.7. CONDICIONES EN CÁRCAMO DE BOMBEO

4.4.2. Tubería de impulsión y accesorios

Dentro de la tubería de impulsión se deben instalar:

- Reducción concéntrica
- Válvula de alivio que deberá localizarse entre la bomba y la válvula de retención en la descarga de la misma, y deberá estar conectada de manera de que en caso de que presente fallas pueda ser fácilmente removida sin dañar la tubería. Deberá descargar hacia una tubería abierta o a un cono asegurado a la salida de la válvula, esta debe de ser fácilmente detectable para el operador de la bomba.
- Válvula de retención
- Válvula de cierre normalmente abierta
- Purgador automático en la parte alta de la carcasa de la bomba

Ver Figura 4.5. para más detalles.

4.4.3. Pruebas

- Todas las conexiones eléctricas al motor de la bomba contra incendio, suministro de energía eléctrica de emergencia y bomba auxiliar deberá ser completado y verificado por el contratista eléctrico antes del encendido inicial y de la pruebas.

- La bomba contra incendios deberá funcionar a caudal mínimo, nominal y pico sin sufrir sobrecalentamientos objetables de ninguno de sus accesorios.
- Al momento de realizar las pruebas se deberán contar con la curva característica de la bomba a probar para verificar que esta funcione dentro de los rangos establecidos por el fabricante.
- Las vibraciones del ensamblaje no deberán ser de magnitud tal que impliquen daño potencial a ninguno de los componentes de la bomba.
- Deberá suministrarse el equipo necesario para determinar presiones netas y rango de flujo de la bomba.
- Para empezar el proceso de medición el caudal de la bomba deberá estabilizarse y determinarse, inmediatamente después las condiciones de funcionamiento y el motor deberán medirse.
- La prueba de caudal para la bomba deberá realizarse utilizando un medidor de caudal en el lado de la entrada de la bomba de agua. La lectura del medidor de caudal deberá registrarse y deberá estar de acuerdo con el caudal de funcionamiento suministrado por el fabricante de la bomba.

Los rangos de caudal deberán ser los que se especifican mientras se prueba el sistema a presión de diseño.

4.5. CONCLUSIONES

- El equipo de bombeo se podría decir que es el corazón del sistema contra incendios ya que si este fallara el resto del sistema tampoco funcionará, por esto es muy importante que el diseño del sistema siempre lleve a escoger el equipo de bombeo adecuado, así como también habrá que procurar tomar todas las medidas expuestas en este capítulo para su correcto funcionamiento.
- Se tratará siempre de que el equipo de bombeo funcione con carga positiva, más así como lo vemos en este capítulo se podrá tener equipos de bombeo funcionando eficientemente con carga negativa siempre y cuando se realice la correcta instalación del sistema de cebado.

CAPITULO 5

5. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

5.1. Introducción

Rara es la actividad de la que se pueda afirmar que no tiene riesgo de incendio. En muchas de ellas las consecuencias previsibles, en caso de actualización del riesgo y generalización del incendio, son tan graves que aconsejan la instalación de medios de extinción más eficaces que los extintores manuales. Estos medios se pueden caracterizar por su mayor capacidad de extinción, fundamentalmente porque pueden lanzar sobre el fuego más sustancia extintora en menos tiempo.

Aparte de los sistemas comunes para protección contra incendios se cuenta con un número amplio de diferentes elementos para la protección contra incendios que generalmente se utilizan en

edificaciones especiales en las cuales no es suficiente la protección con agua en caso de un incendio.

5.2. Extintores

Uno de los primeros medios a usar en caso de un fuego son los denominados extintores de fuego, ya que con la aplicación de estos elementos se puede obtener una primera y rápida lucha para evitar que se propague el fuego a otros espacios y poder controlarlo sin necesidad que se activen los sistemas fijos de protección.

Se puede afirmar que casi todos los incendios son pequeños al momento de su inicio, salvo el caso de alguna explosión, por lo que una buena y rápida actuación del personal capacitado con los extintores de fuego puede llegar a ser muy eficaz al momento de la extinción de un probable incendio.

El éxito de la utilización de los extintores como primera arma contra el fuego depende de:

- La buena ubicación.
- Estar en buen estado, no caducado (Deberá ser recargado periódicamente).
- Deberá ser del tipo apropiado para combatir el fuego que se esta presentando.



- Se deberá detectar pronto el fuego como para que el extintor puede ser eficaz.
- El extintor deberá de ser usado por alguna persona que esté capacitada para su uso.
- El extintor deberá de tener una capacidad (Libras o Kilos) de acuerdo al fuego esperado y a la persona que lo manipulará.

Un extintor manual es un elemento con muy poca capacidad de extinción. Normalmente se agota en unos 20 segundos. Puede por tanto apagar sólo pequeños conatos de incendio.

Si el fuego inicial no es apagado o se ha detectado tarde, el fuego sólo podrá ser apagado con medios más eficaces. Si no se disponen de medios fijos de extinción, el personal capacitado de la empresa o los bomberos profesionales necesitarán esos medios de extinción para controlar un fuego, que en muchos casos si no se hiciera así, podría provocar consecuencias desastrosas (edificios de pública concurrencia, industrias y actividades adosadas o en combinación con otros usos, etc.).

Tras los extintores manuales estarían los transportables sobre ruedas de distinta capacidad (25, 50, 100 kg, etc.) y aquellos medios que se pueden llamar semifijos en los cuales se dispone de una reserva de sustancia extintora, que es transportada por canalizaciones fijas e impulsada sobre el fuego a través de una manguera, lanza y boquilla.

5.2.1. Tipos de Extintores

Existe una clasificación internacional muy utilizada de los tipos de fuegos que se pueden presentar, la cual también es adoptada en Ecuador (Ver Capítulo 1.1).

La clara identificación de los extintores y el rápido acceso a ellos son los puntos más importantes a tratar en caso de alguna emergencia ya que de ello depende la propagación del fuego.

Debido a esta clasificación de los fuegos, también se los clasifica a los extintores dependiendo del área que se los va a ubicar para su protección.

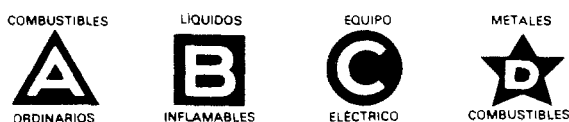


FIGURA 5.1. SÍMBOLOS EXHIBIDOS EN LOS EXTINTORES PARA INDICAR LOS TIPOS DE FUEGO PARA LOS QUE SON APTOS

Los principales tipos de extintores, de acuerdo a su contenido, se los clasifica en seis categorías:

- **EXTINTORES A BASE DE AGUA.-** Contienen agua, anticongelante, espesante, agente humectante, soda-ácido y espuma. Deben emplearse únicamente en fuegos de clase A.
- **EXTINTORES DE ANHÍDRIDO CARBONICO.-** Se emplea el CO₂ como gas comprimido y es empleado en fuegos de clase B y C, aunque puede utilizarse en fuegos de clase A hasta que se disponga de otro agente extintor.
- **EXTINTORES DE AGENTES ALOGENADOS.-** El bromoclorodifluormetano o comúnmente llamado Halón 1211 es similar al CO₂ en cuanto que es un agente limpio y aunque se destina principalmente para fuegos de clase B y C también resulta útil en fuegos de clase A. Aunque en la actualidad esta prohibido su uso por causar graves daños a la capa de ozono.
- **EXTINTORES DE POLVO QUÍMICO SECO.-** El polvo químico ordinario puede emplearse en fuegos de clase B y C e incluye en bicarbonato sódico, bicarbonato potásico y cloruro potásico; en cambio que los fuegos de clase A se los podrá combatir con extintores de polvo químico a base de fosfato amónico.
- **EXTINTORES DE POLVO SECO ESPECIAL.-** Están previstos para empleárselos en fuegos de clase D de metales combustibles con diferentes características. El agente extintor y el método de

aplicación deben seleccionarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

• **EXTINTORES DE ESPUMA FORMADORA DE PELÍCULA ACUOSA AFFF.-** Se forma una espuma mecánica cuando se descarga a través de la boquilla con aspiración de aire y sirve para fuegos de clase A y B.



CIB-ESPOL

TABLA 19 CARACTERÍSTICAS DE LOS EXTINTORES

EXTINTORES DE INCENDIOS: SELECCIÓN, OPERATIVIDAD, DISTRIBUCIÓN E INSPECCIÓN 5-329

TABLA 5-23A. Características de los extintores

Agente extintor	Principio del funcionamiento	Capacidad (litros o kg)	Alcance horizontal del chorro (metros)	Tiempo aproximado de descarga	Protección requerida por debajo de 40 °F (4 °C)	Clasificación UL o ULC (1)
Agua/anticongelante	Presión permanente o cartucho	9,46 l	9 a 12	1 min	Si	2-A
	Depósito de bombeo	9,46 l	9 a 12	1 min	Si	2-A
	Depósito de bombeo	15,14 l	9 a 12	2 min	Si	3-A
	Depósito de bombeo	18,92 l	9 a 12	2-3 min	Si	4-A
Agua (agente humectante)	Presión permanente	5,67 l	6	30 seg	Si	2-A
	Cilindro de CO ₂	94,62 l (con ruedas)	10,5	1½ min	Si	10-A
	Cilindro de CO ₂	170,32 l (con ruedas)	10,5	2 min	Si	30-A
	Cilindro de CO ₂	227,10 l (con ruedas)	10,5	2½ min	Si	40-A
Espesante	Presión permanente o cartucho	9,46 l	9 a 12	1 min	No	2 a 3-A: 1-B
	Cilindro de CO ₂	124,90 l (con ruedas)	15	3 min	No	20-A
AFFF	Presión permanente	9,46 l	6 a 7,5	50 seg	Si	3-A: 20 a 40-B
	Cilindro de nitrógeno	124,90 l	9	1 min	Si	20-A: 160-B
Anhídrido carbónico	Presión propia (2)	1,13 a 2,27 kg	0,9 a 2,4	8 a 30 seg	No	1 a 5-B:C
		4,54 a 6,81 kg	0,9 a 2,4	8 a 30 seg	No	2 a 10-B:C
		9 kg	0,9 a 2,4	10 a 30 seg	No	10-B:C
		22,7 a 45,4 kg (con ruedas)	0,9 a 3	10 a 30 seg	No	10 a 20-B:C
Polvo seco (bicarbonato sódico)	Presión permanente	0,45 a 1,13 kg	1,5 a 2,4	8 a 12 seg	No	2 a 10-B:C
		1,25 a 2,27 kg	1,5 a 6	8 a 20 seg	No	5 a 20-B:C
		2,72 a 13,6 kg	1,5 a 6	10 a 25 seg	No	10 a 160-B:C
		34 a 159 kg (con ruedas)	4,5 a 13,5	20 a 105 seg	No	40 a 320-B:C
Polvo seco (bicarbonato potásico)	Cartucho o presión permanente	0,9 a 2,27 kg	1,5 a 3,6	8 a 10 seg	No	5 a 20-B:C
		7,26 a 13,6 kg	3 a 6	8 a 25 seg	No	40 a 120-B:C
		21,8 kg	6	30 seg	No	120-B:C
		56,7 a 143 kg (con ruedas)	4,5 a 13,5	30 a 80 seg	No	80 a 640-B:C
Polvo seco (cloruro potásico)	Cartucho o presión permanente	0,9 a 2,27 kg	1,5 a 2,4	8 a 10 seg	No	5 a 10-B:C
		2,27 a 4 kg	2,4 a 3,6	10 a 15 seg	No	20 a 40-B:C
		4,3 a 9 kg	3 a 4,5	15 a 20 seg	No	40 a 60-B:C
		8,8 a 13,6 kg	1,5 a 6	10 a 25 seg	No	60 a 870-B:C
Polvo seco (fosfato de amonio)	Presión permanente	56,75 a 91 kg	4,5 a 13,5	30 a 40 seg	No	160-B:C
		0,4 a 2,3 kg	1,5 a 3,6	8 a 10 seg	No	1 a 2-A(3) y 2 a 10-B:C
		1,13 a 3,8 kg	1,5 a 3,6	8 a 15 seg	No	1 a 4-A y 10 a 40-B:C
		4 a 7,71 kg	1,5 a 3,6	10 a 25 seg	No	2 a 20-A y 10 a 80-B:C
Polvo seco (compatible con espuma)	Presión permanente o cartucho	7,7 a 13,6 kg	1,5 a 3,6	10 a 25 seg	No	3 a 20-A y 30 a 120-B:C
		20,43 kg	6	25 seg	No	20-A: 80-B:C
		50 a 143 kg (con ruedas)	4,5 a 13,5	30 a 60 seg	No	20 a 40-A y 60 a 320-B:C
		2,15 a 4 kg	1,5 a 6	8 a 10 seg	No	10 a 20-B:C
Polvo seco (compatible con espuma)	Cartucho o presión permanente	4 a 12,26 kg	1,5 a 6	10 a 25 seg	No	20 a 30-B:C
		8,17 a 13,6 kg	1,5 a 6	10 a 25 seg	No	40 a 60-B:C
		68 a 159 kg	4,5 a 13,5	20 a 150 seg	No	80 a 240-B:C
		68 a 159 kg	4,5 a 13,5	20 a 150 seg	No	80 a 240-B:C

TABLA 5-23A. Características de los extintores (continuación)

Agente extintor	Principio del funcionamiento	Capacidad (litros o kg)	Alcance horizontal del chorro (metros)	Tiempo aproximado de descarga	Protección requerida por debajo de 40 °F (4 °C)	Clasificación UL o ULC (1)
Polvo seco (cloruro potásico)	Cartucho o presión permanente	1,1 a 2,2 kg	1,5 a 3,6	8 a 10 seg	No	10 a 20-B:C
	Cartucho o presión permanente	4,3 a 9 kg	1,5 a 6	8 a 25 seg	No	40 a 60-B:C
	Cartucho o presión permanente	8,8 a 13,6 kg	1,5 a 6	10 a 25 seg	No	60 a 80-B:C
	Presión permanente	56,7 a 91 (con ruedas)	4,5 a 13,5	30 a 40 seg	No	160-B:C
Polvo seco (bicarbonato potásico y urea)	Presión permanente	2,27 a 5 kg	3,3 a 6,6	13 a 18 seg	No	40 a 80-B:C
	Presión permanente	4 a 10,4 kg	4,5 a 9	17 a 33 seg	No	60 a 160-B:C
	Presión permanente	79,45 kg (con ruedas)	21	62 seg	No	480-B:C
Halón 1301 (bromotrifluorometano)	Presión permanente	1,13 kg	1,2 a 1,8	8 a 10 seg	No	2-B:C
Halón 1211 (bromotrifluorometano)	Presión permanente	0,45 kg	1,8 a 3	8 a 10 seg	No	1-B:C
	Presión permanente	0,90 kg	1,8 a 3	8 a 10 seg	No	2-B:C
	Presión permanente	1,13 kg	1,8 a 3	8 a 10 seg	No	5-B:C
	Presión permanente	2,5 a 4 kg	2,7 a 4,5	8 a 15 seg	No	1-A; 10-B:C
	Presión permanente	5,9 a 10 kg	4,2 a 4,8	10 a 18 seg	No	1 a 4-A y 20 a 80-B:C
Halón 1211/1301 (bromoclorodifluorometano; bromotrifluorometano) mezclas	Presión propia	68,10 kg	6 a 9	30 a 35 seg	No	30-A; 160-B:C
	Presión permanente	0,4 a 2,27 kg	0,9 a 3,6	8 a 10 seg	No	1 a 10-B:C
Halón 1211/1301 (bromoclorodifluorometano; bromotrifluorometano) mezclas	Presión propia	4 a 9 kg	3 a 5,4	10 a 22 seg	No	1-A y 10-B:C a 4-A y 80-B:C
	Presión permanente	4 a 9 kg	3 a 5,4	10 a 22 seg	No	1-A y 10-B:C a 4-A y 80-B:C

1) Las clasificaciones UL y ULC son de diciembre de 1983. Revisar los suplementos de estos laboratorios: Underwriters Lab., Inc., o Underwriters Laboratories anad.

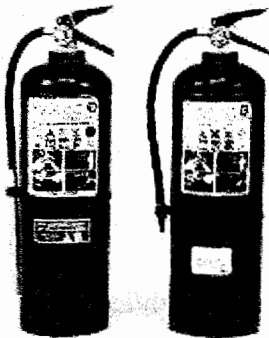
2) Los extintores CO₂ con difusores metálicos no llevan clasificación "C".

3) Algunos pequeños extintores de polvo seco de fosfato amónico no llevan clasificación "A".

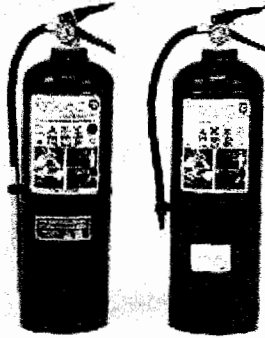
4) Los extintores de líquido vaporizable (tetracloruro de carbono o clorobromometano) no se reconocen en la NFPA 10.

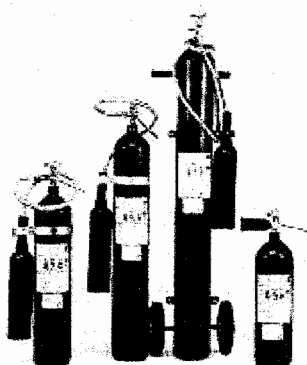
Los tipos de equipos más comúnmente utilizados son los siguientes:

Agua (Tipo A)



Espuma (Tipo AB)



Polvo químico (Tipo ABC)**Halones (Tipo ABC)****Dióxido de carbono (Tipo BC)****FIGURA 5.2 TIPOS DE EXTINTORES****5.2.2. Uso de los Extintores**

Los extintores a base de agua generalmente se los usa para la protección de edificios comunes, es decir hoteles, apartamentos, etc.; sin embargo no solo extintores de esta clase se deben de colocar en edificaciones de este tipo. Por ejemplo en la mayoría de los hoteles que tienen sus restaurantes los elementos combustibles principales son la madera, papel, los tejidos y

principalmente las grasas por lo que se deberá de contar con extintores de polvo químico seco. En los edificios de los hospitales por ejemplo se puede disponer de los extintores a base de agua por los pasillos y zonas de rápido tránsito, pero en las zonas de los laboratorios, cocinas o sala de grupos electrógenos deben de emplearse los extintores de dióxido de carbono.

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



TABLA 20

TIPOS DE EXTINTORES QUE SE DEBEN USAR SEGÚN LA CLASE DE FUEGO

	A Agua	AB Espuma	ABC Polvo Químico	BC Dióxido de carbono	ABC Halón
	SI es eficiente	SI es eficiente	SI es eficiente	Poco eficiente	SI es eficiente
	NO es eficiente	SI es eficiente	SI es eficiente	SI es eficiente	SI es eficiente
	NO debe usarse	NO debe usarse	SI es eficiente	SI es eficiente	SI es eficiente

5.2.3. DIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

Es un gas inerte, sin color, sin olor, eléctricamente no conductivo, disponible para apagar incendios especialmente en riesgos de

equipos u ocupaciones en donde se necesita un medio no conductor o en donde resulte más económico usar este medio de combatir incendios comparado con otros sistemas equivalentes. El anhídrido carbónico posee varias propiedades que lo hacen lo suficientemente útil como para la extinción de incendios como por ejemplo que no es combustible y no reacciona con la mayor parte de las sustancias y como es un gas puede penetrar y repartirse por las zonas que se produzca un incendio.

Dentro de los Sistemas Fijos Automáticos tenemos que mencionar los Sistemas Fijos de Protección con Dióxido de Carbono; que consisten en un sistema de almacenamiento del gas, una red de distribución de las tuberías para conducir el gas a su destino y dispositivos de descarga llamados toberas.

El CO₂ es un efectivo agente de supresión aplicable a un amplio espectro de peligros de incendio. El dióxido de carbono extingue rápidamente, no dejando residuos en el lugar de la descarga. Los sistemas de extinción a través de CO₂ funcionan aprovechando su alta tasa de expansión lo que le permite una rápida respuesta. Cuando se aplica el CO₂ al fuego se produce una inundación total que genera una disminución importante del

oxígeno presente llevándolo a tales niveles que la combustión no se puede producir.

Se puede Aplicar a:

- Almacenamientos de líquidos inflamables
- Salas de Máquinas
- Salas de Turbinas
- Salas Eléctricas
- Colectores de Polvos Combustibles
- Cámaras de pintura



Algunos de los más importantes tipos de riesgos y equipos que el sistema de CO₂ puede satisfactoriamente proteger son:

- Materiales inflamables gaseosos y líquidos.
- Riesgos eléctricos, tales como transformadores, switches neumáticos, breakers y maquinaria rotativa.
- Motores usando gasolina y otros combustibles inflamables.
- Combustibles ordinarios tales como papel, madera, y textiles.
- Combustibles sólidos.

Uno de los principales motivos por los cuales el uso de los Sistemas Fijos de Protección con CO₂ nos es muy recomendable es debido a que la descarga de grandes cantidades de CO₂ pueden crear riesgos a las personas tales como falta de oxígeno y reducción de la visibilidad, por lo que siempre se recomienda

que en caso se detecte un fuego, emitir una señal de alarma y desalojo para que las personas, en caso de haberlas, que se encuentren en el área de activación del sistema tengan el tiempo necesario para poder evacuar y así no producirse la pérdida de vidas humanas.

- **Almacenamiento alta presión**

Indica que el dióxido de carbono está almacenado en cilindros o contenedores presurizados a temperatura atmosférica, a 70°F (21 °C), la presión en este tipo de almacenamiento es de 850 PSI (58.6 bares).

- **Almacenamiento a baja presión**

Indica que el dióxido de carbono está almacenado en contenedores a baja temperatura, a 0°F (-18 °C). La presión en este tipo de almacenamiento es de 300 PSI (20.7 bares).

La descarga de CO₂ líquido es conocido que produce cargas electrostáticas, las cuales en ciertas condiciones podrían crear chispas. El sistema de CO₂, cuando sea instalado para proteger áreas con atmósferas con riesgos de explosión, utilizará toberas metálicas debidamente aterrizadas.

Un sistema de **inundación total** consiste de un suministro fijo de CO₂, normalmente conectado a una tubería fija con un arreglo de tuberías para descargar el CO₂ dentro un espacio cercano o

dentro un cerramiento que limita el riesgo a un volumen determinado. La concentración mínima que se utiliza en estos sistemas de inundación total es del 34% de CO₂ en volumen.

Incluye los aparatos de inyección del CO₂, las válvulas, los controles de la descarga, equipos de supresión y todos los necesarios para mantener el sistema funcionando.

La operación debe ser probada eléctrica, mecánica y neumáticamente. Una adecuada y confiable fuente de energía debe ser usada.

Todos los aparatos deben ser diseñados para este servicio, y no deben volverse inoperativos o ser susceptibles a operaciones accidentales. Deben normalmente estar diseñados para funcionar apropiadamente entre -20°F a 150°F (-29°C a 66°C), o rangos de temperaturas debidamente especificados.

Los aparatos deben ser localizados, instalados y protegidos para que no estén expuestos a daños mecánicos, químicos u otra clase de peligros que los puedan volver inoperativos.

La cantidad de CO₂ en el sistema debe ser por lo menos suficiente para el mayor riesgo protegido o el mayor del grupo de riesgos cuando son protegidos simultáneamente por un solo sistema.

Ambos, la cantidad primaria y la reserva de un almacenaje fijo deben ser permanentemente conectados a la tubería y arreglados para fácil recambio, sin desconectar, excepto donde la autoridad teniendo jurisdicción lo permita.

El CO₂ usado para suministro inicial y para las recargas deben ser de buen grado comercial, libre de agua y otros contaminantes que puedan causar corrosión al contenedor o interferir con la libre descarga a través de las boquillas.

En general, el CO₂ obtenido del proceso de convertir el hielo seco a líquido no será satisfactorio a menos que sea apropiadamente procesado para remover el exceso de agua y aceite.

La fase de vapor de CO₂ debe ser no menor que 99.5 por ciento, sin sabor y olor detectable. El agua contenida en la fase líquida debe ser no mayor que .01 por ciento en peso (-30°F, -34°C, punto de rocío). El aceite contenido no debe ser más de 10 ppm por peso.

El tiempo necesario para obtener CO₂ para recarga para volver el sistema a condiciones de operación debe ser considerado como el mayor factor en determinar el suministro de reserva necesario.

5.3. DETECCIÓN Y ALARMA

Ante la presencia de un fuego en sus momentos iniciales, se producen cambios en el ambiente que rodea una determinada área que ha sido afectada, esto es motivo que se aprovecha para detectar en el menor tiempo posible la presencia de humo, calor, o llama en sus inicios, los dispositivos que se usan para este propósito se denominan detectores de humo, detectores de calor, detectores de llama, etc., estos dispositivos originan una señal de alerta para iniciar un proceso tendiente a apagar el fuego, estos dispositivos envían una señal hacia paneles de control, los que harán sonar una o varias alarmas, o accionarán equipos de combate o inician otro tipo de actividades previamente determinadas.

Se entiende por detección de incendios el hecho de descubrir tempranamente y dar una alarma de incendio en un determinado lugar.

Las características últimas que deben valorar cualquier sistema de detección en su conjunto son la rapidez y la fiabilidad en la detección. De la rapidez dependerá la demora en la puesta en marcha del plan de emergencia y por tanto sus posibilidades de éxito; la confiabilidad es imprescindible para evitar que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema, lo que provocaría



CIB-ESPOL

una pérdida de rapidez en la puesta en marcha del plan de emergencia.

Cuando se declara un incendio en una actividad existen toda una gama de medidas de protección que pueden estar previstas para limitar su propagación y por tanto sus consecuencias.

Estas medidas deben cubrir dos etapas previas que implican un tiempo de retardo en la actuación; estas etapas son la detección y alarma del incendio. Si el tiempo gastado en dichas etapas es excesivo las consecuencias pueden quedar fuera de control y ver impotentes como el fuego consume bienes y medios de protección contra incendios que no se utilizaron, o lesiona a personas.

En el momento en que se produce algún fuego, cualquier acción o reacción ya sea por alguna persona o por algún medio automático ya sea para la detección o para la extinción es de suma importancia para reducir la gravedad del mismo.

Desde el instante en que se inicia el incendio suceden muchos cambios ambientales simplemente susceptibles los cuales pueden ser detectados fácilmente por cualquier elemento de detección.

El ser humano es considerado uno de los mejores y más completos detectores de incendio en caso de producirse ya que lo puede ver, oler, escuchar y sentir.

Cuando se habla de Protección de Incendios siempre se debe de tener en consideración la mayor mitigación de los daños, como en primer lugar la vida humana y en segundo lugar la protección a los bienes materiales y el medio ambiente. De este concepto se parte para la utilización de Sistemas Automatizados de Detección de fuego y humo, ya que es el primer paso para que comience de existir el combate automático o manual de los sistemas fijos de protección de incendios y la activación de sistemas de alarma para la evacuación de las zonas de peligro.

El concepto mejor utilizado cuando se trata de Detección y Alarma es que cuanto más rápida sea la detección de algún evento peligroso menor será el impacto de los efectos producidos por dicho evento.

Para que sea un eficaz sistema de Detección y Alarma Automatizado este deberá de detectar en la menor cantidad de tiempo el evento, notificar de forma inmediata a las personas adecuadas, encontrar el lugar donde se encuentra el evento y mostrarlo, emitir las respectivas notificaciones de alarma para su temprana reacción y generar conjuntamente una serie de tareas para que el evento no se propague o se des controle.



Los principales Sistemas de Detección que se usan en nuestro medio están directamente asociados con la red de Sistema de Protección de Incendios mediante Rociadores Automáticos.

Las exigencias de las instalaciones automáticas de detección se han extendido, a los locales de pública concurrencia, lo cual es lógico por cuanto la detección precoz permite el control rápido del fuego limitando la probabilidad de tener que ordenar la evacuación, en actividades donde inevitablemente surgirían problemas (grandes almacenes, hospitales, aparcamientos de vehículos, etc.), incluso en países desarrollados como Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, son exigidos estos sistemas en las viviendas y edificios habitacionales.

Se considera como instalación mínima la formada por los siguientes elementos:

- Equipo de control y señalización.
- Detectores.
- Canalizaciones.
- Pulsadores Manuales.
- Luces y Sirenas.

5.3.1 Tipos de detecciones

La elección del sistema de detección viene condicionada por:

- Las pérdidas humanas o materiales en juego.
- La posibilidad de vigilancia constante y total por personas.
- La rapidez requerida.
- La fiabilidad requerida.
- Su coherencia con el resto del plan de emergencia.
- Su coste económico, etc.

Hay ocasiones en que los factores de decisión se limitan; en un lugar donde raramente entran personas, o un lugar inaccesible (por ejemplo un almacén paletizado), la detección humana queda descartada y por tanto la decisión queda limitada a instalar detección automática o no disponer de detección.

Se tiene dos tipos de detecciones que se describen a continuación:

1) Detección humana.- La detección queda confiada a las personas. Durante el día, si hay presencia continua de personas en densidad suficiente y en las distintas áreas, la detección rápida del incendio queda asegurada en todas las zonas o áreas visibles (no así en zonas escondidas o no accesibles). Durante la noche la tarea de detección se confía al

servicio de vigilante mediante rondas estratégicas cada cierto tiempo.

Es obvio que la rapidez de detección en este caso es baja, pudiendo alcanzar una demora igual al tiempo entre rondas, por lo que no es muy recomendable este tipo de detección.

2) Detección automática de incendios.- Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática del incendio, así como la puesta en marcha de aquellas secuencias del plan de alarma incorporadas a la central de detección.

En general la rapidez de detección es superior a la detección humana, si bien caben las detecciones erróneas, pero se pueden vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana.

Normalmente la central está supervisada por un vigilante en un puesto de control, si bien puede programarse para actuar automáticamente si no existe esta vigilancia o si el vigilante no actúa correctamente según el plan preestablecido (plan de alarma programable).

El sistema debe poseer seguridad de funcionamiento por lo que necesariamente debe autovigilarse. Además una correcta



instalación debe tener cierta capacidad de adaptación a los cambios.

En la siguiente figura se aprecia un esquema genérico de una instalación automática de detección y de una posible secuencia funcional para la misma. Sus componentes principales son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores manuales.
- Central de señalización y mando a distancia.
- Líneas.
- Aparatos auxiliares: alarma general, teléfono directo a bomberos, accionamiento sistemas extinción, etc.

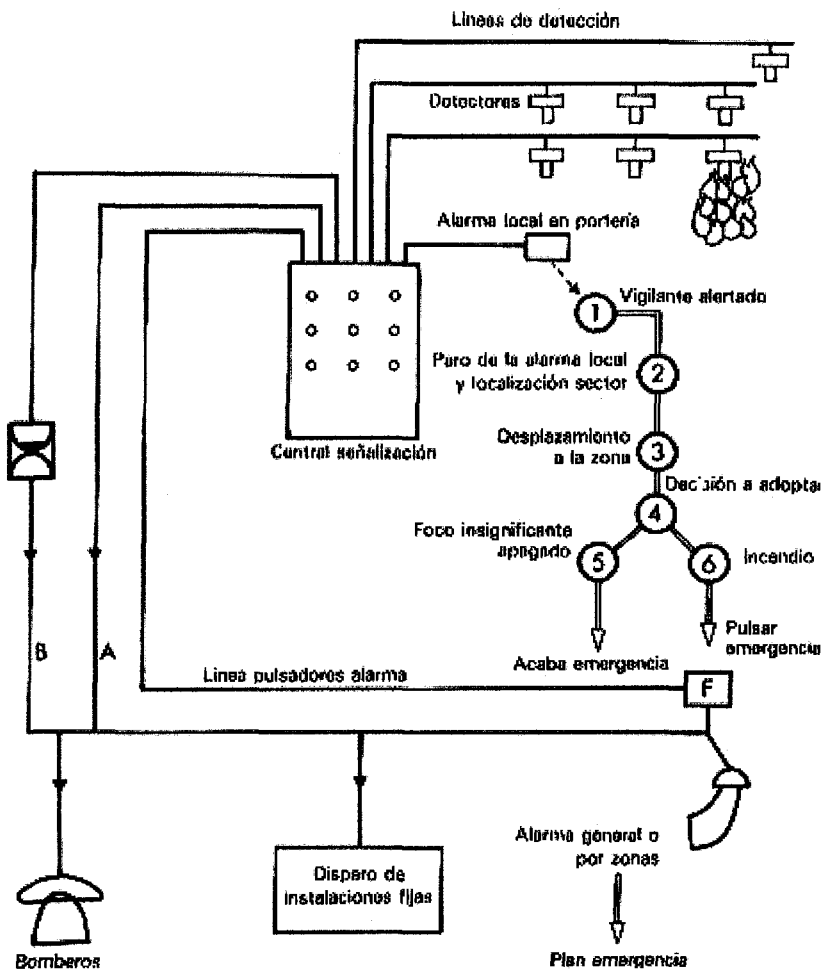


FIGURA 5.3. INSTALACIÓN AUTOMÁTICA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS. COMPONENTES Y FUNCIONES

Dentro de los tipos de detectores automáticos podemos encontrar:

a) Detectores de Flujo de Agua.- Generalmente se utilizan detectores en las redes de los sistemas de rociadores automáticos para:

- Asegurar que siempre se tendrá una presión y caudal óptimos dentro de las redes y que nunca exista un baja en el caudal de lo contrario será detectado por el dispositivo.
- Asegurar y supervisar el correcto funcionamiento de estos sistemas.
- Activación de las alarmas para que el personal comience a actuar ante un posible fuego.

Los detectores de flujo de agua o válvulas de control de flujo de agua, tienen como principal y único objetivo la detección rápida e inmediata del movimiento de agua cuando este se produzca. Esta alarma se encuentra conectada a una central la cual capta el movimiento del agua mediante una señal emitida por el detector y emite una alarma para el conocimiento de que existe un movimiento de agua en ese sector de la red de incendio.

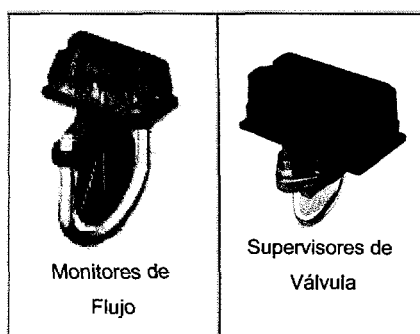


FIGURA 5.4. VÁLVULA Y DETECTOR DE FLUJO PARA SISTEMAS DE DILUVIO.

b) Detectores Térmicos o de Temperatura.- actúan por el estímulo de la elevación de temperatura provocada por el calor del incendio. Estos tipos de detectores de incendio son los mas antiguos y se los usa desde 1980.

Este tipo de detectores se diseñan para emitir una alarma cuando captan una temperatura exterior la cual es igual o mayor a la previamente establecida en dicho detector como temperatura operacional máxima.

Estos tipos de detectores son muy variables, ya que dependen de la zona en las que se los este usando hablando del interior de una edificación, del país o región en la que se los aplique cuando se trata de posición global.

Pero por lo general estos detectores, que cubren una gran y amplia gama de temperaturas, tienen un rango de funcionamiento que comienza desde los 57°C.

En zonas con superficie igual o inferior a 40 m² se instalará como mínimo 1 detector. En zonas con superficie superior a 40 m² se instalará, como mínimo, un detector cada 30 m².

Se colocarán a una altura máxima de 6, 7.5 y 9 m., según su grado de sensibilidad A, B o C, respectivamente.



Se deben colocar en el techo a una distancia no inferior a 100 mm de la pared lateral. También se permite colocarlos sobre las paredes laterales, a una distancia del techo entre 100 y 300 mm.

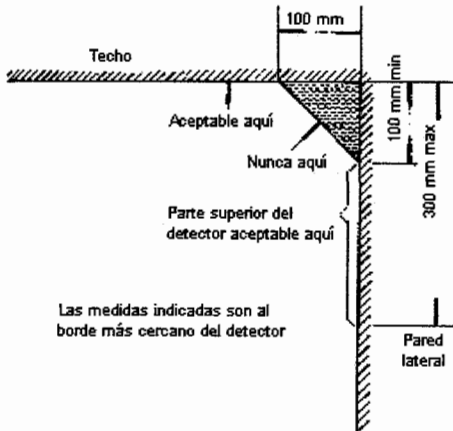


FIGURA 5.5. LOCALIZACIÓN DE DETECTOR DE TEMPERATURA

c) **Detectores de Humo.-** como lo indica su nombre la función principal de estos detectores es la detección de un incendio por medio de la aparición de humo, que es el principal indicador con las llamas de que existe un incendio.

Es importante resaltar que un detector de humo siempre va a actuar más rápido que un detector térmico en caso de un incendio

Existen dos tipos de detectores de humo clasificados según el tipo de detección que se este utilizando que son:

◆ **Detectores de Ionización.**- responden muy bien a fuegos de altas energías (llamas muy altas)

◆ **Detectores Fotoeléctricos.**- responden con mayor rapidez al humo generado por fuegos de baja energía

En zonas con superficie igual o inferior a 80 m^2 se instalará como mínimo 1 detector y a una altura no superior a 12 m. En zonas con superficie superior a 80 m^2 se instalará como mínimo 1 detector cada 60 m^2 si la altura del local es igual o inferior a 6 m. y cada 80 m^2 si su altura está comprendida entre 6 y 12 m.

En pasillos de hasta 3 m. de anchura se dispondrán detectores conforme a los siguientes criterios:

- Detectores térmicos, al menos 1 detector cada 9 m.
- Detectores de humos, al menos un detector cada 11, 5 m.

La instalación de detectores en pasillos con anchura superior a 3 m. se ajustará a los criterios establecidos en los puntos anteriores.

En cada proyecto y en función de la aplicación, deberá justificarse lo adecuado del tipo de detector empleado en la instalación propuesta.



FIGURA 5.6 DETECTOR DE HUMO

d) Detectores de Gas.- este tipo de detectores funcionan con el cambio producido por oxidación o reducción de los gases que generan sus cambios eléctricos, ya que es conocido que se producen muchos cambios en el contenido gaseoso en el ambiente durante un incendio.

e) Detectores de Llamas.- este tipo de detectores reaccionan ante la aparición de la energía radiante visible para el ojo humano (aproximadamente entre 4000 y 7700 ángstrom) o la energía radiante que esta fuera del campo de la visión humana. Debida a su rápida respuesta detectora este tipo de detectores son bastante utilizados en zonas altamente peligrosas como las plataformas de carga de combustible.

Detectan las radiaciones infrarrojas o ultravioletas que acompañan a las llamas. Contienen filtros ópticos, célula captadora y equipo electrónico que amplifica las señales. Son de construcción muy complicada.

Los efectos perturbadores son radiaciones de cualquier tipo: sol, cuerpos incandescentes, soldadura, etc. Se limitan a base de filtros, reduciendo la sensibilidad de la célula y mediante mecanismos retardadores de la alarma para evitar alarmas ante radiaciones de corta duración.

5.3.2. Disposición de los diferentes tipos de detectores según su necesidad

Al planificar un buen y funcional Sistema de detección debe de tenerse a considerar el tipo de detectores que se va a utilizar según sea la necesidad que se tenga. Los detectores deberán de elegirse según sea el tipo de incendio potencial que se puede llegar a producir, el tipo y la cantidad de combustible que se prevea que va a existir en el espacio que se pondrá dicho detector, las condiciones ambientales, la presencia de vidas humanas y la necesidad de proteger los bienes materiales.

Existen ciertos puntos principales a tener en consideración para la correcta elección del más adecuado tipo de detector a usar:

Detectores Térmicos

- Más bajo costo
- Muy poca posibilidad de tener falsas alarmas
- Más lentos de respuesta
- Muy útiles en espacios confinados
- Temperatura de activación generalmente 14°C más que la temperatura ambiente

Detectores de Humo

- Mucho más costosos que los detectores Térmicos
- Responden mucho más rápido ante los incendios
- Muy útiles en espacios abiertos ya que el humo no se disipa con mucha rapidez

Detectores de Llama

- Alta posibilidad de tener falsas alarmas
- Ofrecen una respuesta extremadamente rápida
- Nunca deberán de ser bloqueados ya que estos detectores necesitan “ver” el fuego
- Muy costosos
- Principalmente utilizados en lugares en donde la posibilidad de un incendio siempre esta presente como líquidos o vapores inflamables

5.3.3. Mantenimiento y Control de Funcionamiento de los Detectores Automáticos de Incendio

Los detectores necesitan una limpieza periódica para quitar el polvo y suciedad acumulada. La frecuencia de esta operación dependerá del tipo de detector y de las condiciones ambientales del local. Para cada tipo de detector, la limpieza, verificación, funcionamiento y ajuste de la sensibilidad se deberá hacer sólo después de consultar las instrucciones del fabricante.

Todos los detectores serán puestos en condiciones de servicio lo antes posible después de cada prueba o alarma y se mantendrán en condición normal de funcionamiento. Los detectores que requieran rearme o reposición se deberán rearmar o reponer lo antes posible después de cada prueba o alarma. Todos los detectores que han sido expuestos a un incendio se deberán probar.

La instalación de Detección Automática de Incendios deberá someterse anualmente a las siguientes operaciones de mantenimiento y control de funcionamiento:

- Se procederá a la limpieza de todos los detectores.



- Se activará cada detector al menos una vez cada seis meses, pudiendo sustituirse dicha activación por un análisis visual de su estado, en el caso de detectores no rearmables. En cualquier caso, deberá comprobarse con la misma periodicidad el correcto funcionamiento del resto de los componentes de la instalación. Esta prueba se realizará dos veces, con la instalación alimentada alternativamente por cada una de las dos fuentes de suministro eléctrico de que dicha instalación debe de estar dotada.
- Terminada la prueba se repararán las deficiencias observadas.
- El equipo de control y señalización será objeto diariamente de la puesta en acción de sus dispositivos de prueba, comprobando el encendido de todos los pilotos y el funcionamiento de las señales acústicas.
- Después de un incendio se comprobará el estado de los detectores, reemplazando aquellos elementos o partes que presenten funcionamiento deficiente.



5.3.4. Alarma de Incendios

Uno de estos o ambos dispositivos son usados para indicar la operación o falla del sistema y evitar riesgos del personal. El aparato puede ser audible o visual.



FIGURA 5.7. ALARMA DE ACTIVACIÓN MANUAL

El tipo, número y localización de las alarmas deben ser para cumplir satisfactoriamente su función y se colocarán de acuerdo a las necesidades según sea el caso.

Una alarma o indicador será colocado para mostrar que el sistema está funcionando, que necesita una respuesta del personal y/o que el sistema tiene necesidad de recargarse.

Una alarma será colocada para indicar la operación automática del sistema y servirá para iniciar una acción de respuesta inmediata del personal.

Una alarma será colocada para dar una señal anticipada a una descarga, esto es sobre todo para evitar riesgos para el

personal. Tal alarma evitará que el personal ingrese al área de riesgo hasta que el peligro haya sido reconocido, evaluado y controlado.



FIGURA 5.8. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALARMAS CONTRA INCENDIOS

5.3.5 Conclusiones

- El tipo de material incendiabile condiciona la elección del tipo de detector según se prevean sus efectos de combustión en los primeros momentos.
- Tipo de material: sólido (madera, plástico o metal); líquido (alcohol, grasa, aceite, gasolina, etc.); gas (acetileno, hidrógeno, etc.); instalaciones eléctricas.
- La concentración de valores influye sobre la sensibilidad del detector y su cobertura. Por ejemplo, no es lo mismo proteger

papel moneda que periódicos, un armario eléctrico en una oficina o en un quirófano, un local industrial o un asilo u hospital.

- La altura del techo condiciona el tipo de detector, su sensibilidad y la cobertura.
- De una forma aproximada se puede estimar que la distancia máxima entre detectores es $1,2 \sqrt{S}$ en general y $1,6 \sqrt{S}$ para pasillos, siendo S la superficie en m^2 cubierta por detector.
- Los detectores deben conectarse de manera que puedan vigilarse, es decir, en una línea sin ramificaciones.
- Si el riesgo ocupa mucha superficie, o está muy compartimentado, una alarma fácilmente localizable exigirá muchas líneas.
- La localidad, dotación y tiempo de intervención de las ayudas externas (Cuerpo de Bomberos), el tipo de ocupación a lo largo de las diferentes horas del día y la accesibilidad a los diferentes sectores de incendio, condicionará el plan de alarma confiado a la central y las funciones o mandos que en cada momento debe comandar.
- Señal óptica de alarma que localice la zona de fuego, dirigida al vigilante del puesto de control.

- Proporcionar energía suficiente para el funcionamiento de la instalación aún en caso de fallo de la red eléctrica. Suele conseguirse disponiendo baterías al pie de la central, recargadas y vigiladas por la misma central. El tiempo de autonomía varía según legislación.
- Poder desconectar individualmente cada línea de detectores para efectuar pruebas, sustituciones o mantenimiento sin que se produzcan falsas alarmas.
- Señalización de líneas puestas fuera de servicio voluntariamente.
- Señalización de estado de pruebas. Por ejemplo, en caso de pruebas de detectores, que deben dar señal a la central pero no alarma acústica.
- Transmisión de la alarma a distancia, (bomberos, director de la empresa, etc.).
- Variación de señales y funciones de día o de noche.
- Pulsador de prueba de buen estado de funcionamiento de lámparas.
- Disparos de extinciones fijas.
- Cierre de salidas de aire acondicionado y/o ventilación.

5.4 Sistemas de Espuma

Existen muy marcados casos en los cuales no es suficiente o apropiado el uso del agua como agente extintor para la sofocación y extinción de un incendio por lo que siempre se toman en consideración alternativas las cuales ayudaran a la mejor protección que se desee.

Los Sistemas de Espuma, como su palabra lo indica, utilizan agentes extintores basados en espumas, los cuales consisten en burbujas rellenas de gas las cuales se forman a partir de algunas soluciones acuosas de agentes espumantes, las cuales podemos encontrar de bastantes tipos según sea nuestra necesidad, y ya que estas son mas ligeras que los líquidos inflamables o combustibles en los que se aplica por lo que flota produciendo una capa superior de protección la cual desplaza el aire, impide el ingreso de oxígeno, enfría y detiene el desprendimiento del vapor con la finalidad de sofocar la combustión.

Estos Sistemas de espuma se producen mezclando el agua a presiones altas con la solución espumosa, en una concentración adecuada, la cual se riega por toda la superficie del líquido en combustión.

Principalmente estos sistemas de espuma van dirigidos a la extinción de fuegos causados por derrames de líquidos inflamables o combustibles, o cualquier otro derivado del petróleo, plantas químicas,



solvente polar, alcoholes y cualquier líquido el cual no sería lo más adecuado de extinguir con agua.

5.4.1 Tipos de espuma

Existen varios tipos de espuma los cuales se hacen necesarios de clasificar, ya que debido a esta clasificación podemos obtener un mejor uso de las espumas en los diferentes casos de protección que se presenten.

Generalmente las espumas se clasifican por su reacción de expansión (ver Tabla 20), la cual es la relación del volumen de espuma final en relación con el volumen de la solución de espuma original antes de añadir el aire.

TABLA 21
TIPOS DE ESPUMA EN RELACIÓN A SU EXPANSIÓN

TIPOS DE ESPUMA	RELACIÓN DE EXPANSIÓN
Baja Expansión	20:1
Media Expansión	200:1
Alta Expansión	1000:1

Las espumas de baja expansión son las más comunes en nuestro medio, ya que somos un país petrolero por excelencia, por el que son muy utilizadas en la protección contra derrames de líquidos derivados del petróleo o combustibles.

Las espumas de alta expansión son muy eficaces al momento de llenar de la sustancia algún recinto que se este incendiando, como sótanos o zonas de barcos, hangares o lugares a los cuales resulta difícil llegar al incendio.

Las espumas más comunes son:

- Agentes Espumantes formadores de películas acuosas (AFFF)

Concentraciones finales del 3% o del 6% ya sea con agua dulce o salada

Actúan como barreras superficiales

Útiles en fugas de Clase A y Clase B

Agentes Espumantes fluoroproteínicos (FP)

No se adhieren al combustible

Eficaces combatiendo fuegos en grandes depósitos

Concentraciones finales del 3% o del 6% ya sea con agua dulce o salada

- Agentes fluoroproteínicos que forman película (FFFP)

Rápida propagación y aumento

Concentraciones finales del 3% o del 6% ya sea con agua dulce o salada

- Espumas de "Tipo Alcohol" (AR)

Útiles para sofocar fuegos de alcoholes, esmaltes, lacas, acetona, éter, las aminas y los anhídridos

- Agentes espumantes de alta y media expansión (SYNDET)

Útiles para fuegos de Clase A y algunos de Clase B

Aptos para producir inundaciones en espacios cerrados

Se pueden generar espumas desde 20:1 hasta 1000:1

Cabe acotar que las espumas por contener agua son soluciones conductoras por lo cual no es recomendable su uso para combatir incendios eléctricos.

5.4.2 Aplicación

Los sistemas de espuma son sistemas, diseñados bajo principios hidráulicos, que actúan directa e indirectamente sobre la superficie del flagelo para lograr un efecto de sofocación y enfriamiento a la vez del líquido en combustión.

La espuma tiene que aplicarse mediante cualquier método de la forma mas suave que se pueda ya que mas rápida será la extinción y menos la cantidad total del agente extintor.

Las dosificaciones mas comunes y sugeridas para el agua y el agente espumante se dan en la siguiente tabla:

AGENTE ESPUMANTE (PROPORCION)	AGUA (PROPORCIÓN)
3%	97%
6%	94%
9%	91%

Es importante mencionar que el tiempo de aplicación de la espuma es uno de los factores más preponderantes al momento de evaluar la eficacia de un sistema de espuma, pero también tener en consideración que no se deberá de aplicar mas espuma que la necesaria.

El tiempo máximo de aplicación no deberá de pasar los 15 minutos.

La dosis mínima de aplicación respecto al tiempo de aplicación necesario para la extinción es de 4,1 Lt/min/m², tomando como una densidad máxima apropiada de aplicación la de 9.1 Lt/min/m².

La presión que se suministre a todo el sistema depende de la presión con que llegue el agua a la mezcla, la cual deberá ser de mínimo 100 P.S.I para lograr una buena mezcla.

El método mas sencillo y practico de la aplicación de un sistema de espuma es el que se describe; se cuenta con un sistema de bombeo grande de agua el cual capta el agua y la transporta por tuberías a presión la cual llega a un dosificador el cual capta el agua a presión y por efecto de presiones se produce una combinación, en la proporción que deseemos, con el agente espumante para dar paso a la mezcla, la cual es transportada

mediante tuberías hasta su destino final pero antes de salir pasa por una boquilla o difusor especial es cual genera la espuma en contacto con el aire.

Generalmente lo que se trata de proteger siempre son los depósitos o almacenamiento de los hidrocarburos que por norma deberán de ir en tanques con techo cónico.

Los tanques de techo cónico para almacenamiento de hidrocarburos son diseñados y construidos de acuerdo a las normas del American Petroleum Institute (API), esto incluye un cordón de soldadura débil en la junta de la tapa con las paredes laterales del tanque. En el evento de una explosión, la soldadura fallará y el techo quedará fuera de lugar. Sin embargo las paredes del tanque y su contenido se mantendrán en su lugar, de tal forma que toda la superficie del líquido quedará expuesta a un incendio.

La espuma es suministrada por una tubería metálica que está extendida desde el equipo proporcionador de espuma que está colocado en un lugar seguro y fuera de peligro. Un deflector será colocado en el interior del tanque para dirigir la descarga dentro de este originando una aplicación suave de la espuma sobre la superficie del líquido expuesto.

En la prevención de pequeños incendios, espuma adicional para mangueras de 50 gpm (190 lpm) mín. deben ser colocadas para la protección contra derramamientos. Se considera espuma para 4 mangueras.

5.5. Sistemas de Diluvio

Otro de los tipos de Protección contra Incendios que se debe de tener en consideración al momento de evaluar un riesgo es la de los Sistemas de Diluvio o también conocidos como Sistemas de Inundación Total.

El principal objetivo de estos sistemas es el de proveer tal cantidad de agua sobre una área determinada con la finalidad de inundarlo por completo y así poder extinguir el fuego.

Cabe acotar que la particularidad de estos sistemas depende de que consta de una válvula de preacción la cual es la que manda la señal de activación a los rociadores automáticos.

Se podrá tener dos tipos de estos sistemas dependiendo de si la tubería se encuentra llena de agua o sin ella.

En caso se encuentre sin agua se podrán utilizar los sprinklers del tipo abierto.

Estas válvulas, que actúan empleando mandos termostáticos sensibles que funcionan según el principio de temperatura fija o de



velocidad de incremento de la temperatura, son las que son capaces de enviar la señal de mando y permitir el paso del agua y a través de estos su inundación total.

Estos tipos de sistemas son muy útiles y necesarios en los tipos de riesgos extraordinarios en los cuales se hace necesaria una suficiente cantidad de agua para poder controlar la propagación del fuego.

Cuando se proyectan este tipo de sistemas se hace necesario que los suministros de agua aumenten debido a la cantidad de agua que se necesita para abastecer estos sistemas, pero por lo general y en caso de tener estos sistemas presentes, se tendrá que basarse el calculo hidráulico sobre este, que será el de mayores exigencias, y ya no sobre los sistemas complementarios.

Por lo general, y a diferencia de lo sistemas de rociadores automáticos normales, la separación y ubicación de los rociadores automáticos se hace de tal manera estratégica para lograr la densidad deseada de descarga.

5.6 Seguridad Industrial

La Seguridad Industrial es la encargada del estudio de normas y métodos que tienden a garantizar una producción que contemple el mínimo de riesgos tanto del factor humano como en los elementos (equipo, herramientas, edificaciones, etc.).

Dentro de los elementos de la seguridad industrial hay uno de gran importancia y es aquel relacionado con los riesgos de incendio. En primer lugar hay que recordar que para que se presente un incendio se debe contar con oxígeno, calor y combustible.

A continuación se exponen los puntos principales que se deben considerar dentro de la seguridad industrial:

- Numero suficiente de salidas de emergencia sin obstrucciones, diseño apropiado y acceso conveniente.
- Salidas de evacuación con cerraduras antipánico
- Áreas divididas y una construcción resistente al fuego para proveer áreas de refugio
- Sistemas de alarma
- Alumbrado de emergencia
- Letreros indicativos las salidas de emergencia
- Protección Hidráulica Contra Incendio
- Control Automático de humos
- Detectores de fuego
- Puertas Contra Incendio
- Material de construcción resistente
- Escaleras de seguridad
- Pisos resistentes
- Alarmas por parlante



- Muros contra incendio
- Áreas seguras
- Material interior no combustible

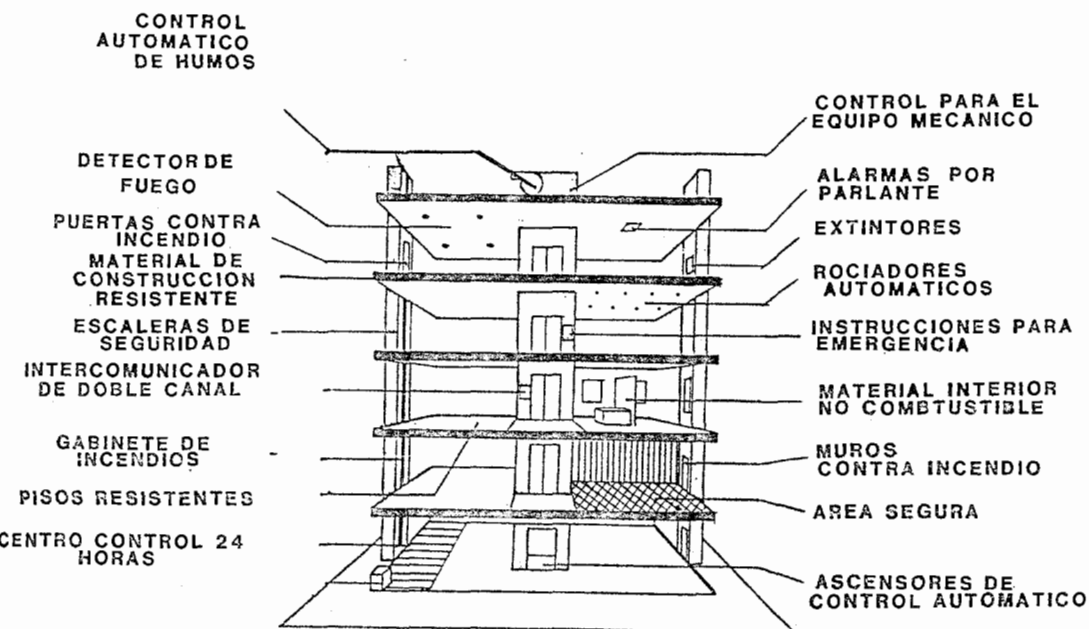


FIGURA 5.9. DIAGRAMA QUE RESALTA PUNTOS PRICIPALES DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

A continuación se dan dos definiciones que forman parte de la seguridad industrial en las edificaciones que ya han sido utilizadas en el capítulo 2.

Salidas de Emergencia.- es un camino continuo que permite la evacuación desde cualquier punto de la edificación hacia el exterior y a nivel del suelo.

Puertas.- son uno de los principales puntos de enfoque en los que se deberá de tener en consideración al momento de la seguridad en una

edificación ya que no serviría de nada el disponer de un excelente Sistema Contra Incendios si las personas que se encuentran en su interior no pueden evacuar el edificio y recordando que el mayor número de víctimas siempre es debido a la asfixia producida por el humo.

Escaleras y Ascensores de emergencia.- son de uso exclusivo para casos de emergencia en este caso un siniestro de incendio, estos deben de estar a su vez presirizados de manera que se impida la entrada de humo.

Es importante proveer a todos los empleados de una institución o cualquier fábrica o compañía de una guía o mapa de la edificación para que de esta manera sepa cuál será la ruta a seguir en caso de cualquier emergencia. Además es importante mantener reuniones en las que se explique al personal sobre los sistemas contra incendios que se encuentran instalados en la edificación para que sepan su funcionamiento o en el caso de que sea necesario puedan hacer uso de alguno de sus elementos.

Finalmente hay que concientizar a todo el personal sobre los peligros en el manejo de ciertos equipos o materiales en el caso de que así lo amerite.

Existen una gran cantidad de conceptos, normas y recomendaciones respecto a la seguridad industrial que no se tocan a fondo en este proyecto debido a que no es uno de sus principales objetivos, pero que deberían ser estudiadas e implantadas en todas las edificaciones.



CAPITULO 6

6. EJEMPLO PRÁCTICO

6.1 SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA UN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS

El edificio de departamentos cuenta con un sótano de parqueos, planta baja, 9 pisos altos y losa de cubierta.

Por lo tanto como medida de protección contra incendios el edificio deberá quedar cubierto en su totalidad por bocatomas equipadas. El área de parqueos además deberá contar con un sistema de rociadores automáticos. Ver capítulo 2.

6.1.1.- Cálculo de la Reserva

Se clasificará primeramente al edificio según la clase de riesgo.

Ver capítulo 2.

Área de Parqueos: **Riesgo Ordinario Grupo 1**

Departamentos: **Riesgo Liviano.**

Según el capítulo 3 sección 3.6 se tiene que las bocatomas a instalar serán de tipo 2 cuyo caudal a considerarse es de:

$$Q \text{ bocatomas} = 200 \text{ gpm}$$

Mientras que por medio de la Figura 3.2 se pueden obtener el área de cobertura por rociador y su densidad de aplicación:

$$0,15 \text{ gpm/ft}^2 \times 1500 \text{ ft}^2 = 225 \text{ gpm}$$

$$Q \text{ rociadores} = 225 \text{ gpm}$$

Entonces se tiene que:

$$Q \text{ bocatomas} + Q \text{ rociadores} = 200 + 225 = 425 \text{ gpm}$$

Según la Tabla 10 se tiene el tiempo que se prevee que estaría funcionando el sistema contra incendios es de:

$$t = 60 \text{ min}$$

entonces :

$$425 \text{ gpm} \times 60 \text{ min} = 25.500 \text{ galones} = 96,39 \text{ m}^3$$



CIB-ESPOL

Se considera una reserva mínima de **100 m³** para uso exclusivo del sistema contra incendios.

6.1.2.- Cálculo de las redes

Para calcular los diámetros de la red que abastecerá el sistema de rociadores se aplica la fórmula 3.2:

$$\phi = \sqrt{\frac{354 \times Q}{v}}$$

Φ = diámetro del tubo dado en mm

v = velocidad de diseño dada en m/seg

Q = caudal por rociador dado en m^3/h

Para calcular la presión requerida por un rociador se aplica la fórmula 3.4:

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

Donde,

K = coeficiente adimensional dado para cada rociador (dado por el fabricante).

Se tiene que la cobertura máxima dada según la clase de riesgo (Tabla 15) es de: $12 m^2 \sim 129 ft^2$

El número máximo de rociadores funcionando simultáneamente esta dado en función de:

$$1500 ft^2 / 129 ft^2 = 11,6 \sim 12 \text{ rociadores}$$

Una vez obtenido el número rociadores se puede obtener el caudal requerido por cada rociador:

$$\frac{Q_{\text{rociadores}}}{\# \text{ rociadores}} = \frac{225 \text{ gpm}}{12} = 18,75 \text{ gpm} \cong 4,26 m^3/h$$

Entonces se tiene que para un $K = 5.6$

$$P = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 = 11,2 \text{ psi}$$

Se considera una presión mínima de 12 psi para un rociador.

Mediante la fórmula 3.2 se obtienen los diámetros de las redes para el sistema de rociadores automáticos que se presentan a continuación:



CIB-ESPOL

# de rociadores en la red	Q (m3/h)	Φ (pulgadas)	
1	4,26	0,62	1"
2	8,52	0,88	1"
3	12,78	1,08	1"
4	17,04	1,25	1 1/2"
5	21,3	1,40	1 1/2"
6	25,56	1,53	1 1/2"
7	29,82	1,65	2"
8	34,08	1,77	2"
9	38,34	1,87	2"
10	42,6	1,97	2"
11	46,86	2,07	2 1/2"
12	51,12	2,16	2 1/2"

Para calcular los diámetros de la red que abastecerá a las bocatomas se toma el caudal de dos bocatomas funcionando simultáneamente (Ver capítulo 3):

$$Q \text{ bocatomas} = 200 \text{ gpm}$$

Aplicando la fórmula 3.2 se tienen los diámetros mostrados en la siguiente tabla:

# de bocatomas en la red	Q (m3/h)	Φ (pulgadas)	
1	22,71	1,44	1 1/2"
2	45,42	2,04	2"

El diámetro de la columna de distribución cuando el número de bocatomas sea mayor de 2 hasta las 11 bocatomas consideradas en este proyecto se cambiará a 4" para aceptar el caudal que pudiera ingresar de la toma siamesa (500 gpm). De esta manera también se evita pérdidas de carga mayores para el cálculo de la bomba. Las pérdidas por fricción de las tuberías se encuentran en el apéndice A.

Se considera una presión mínima de 60 psi para una bocatoma. Por la toma siamesa se proveerá un caudal de 500 gpm, por lo tanto el diámetro de la tubería que llegará hasta la toma será de 4". Ver capítulo 3.

6.1.3.- Cálculo del equipo de bombeo

El equipo de bombeo estará compuesto de una bomba principal y una bomba auxiliar. Debido a que el equipo de bombeo tendrá carga negativa deberá tomarse en cuenta las recomendaciones dadas en el capítulo 4.

Los parámetros de diseño para a ser tomados en cuenta para el diseño del equipo de bombeo son Caudal (Q) y Presión (P).

Los caudales requeridos para el sistema ya han sido calculados anteriormente, entonces tenemos que:

$$Q_{\text{bomba principal}} = Q_{\text{rociadores}} + Q_{\text{bocatomas}}$$

$$Q_{\text{bomba principal}} = 225 \text{ gpm} + 100 \text{ gpm}$$

$$Q_{\text{bomba principal}} = 325 \text{ gpm}$$

La presión a la que la bomba principal deberá de funcionar está dada por:

$$P_{\text{bomba principal}} = P_{\text{estática}} + P_{\text{fricción}} + P_{\text{bocatoma}}$$

$$P_{\text{bomba principal}} = 50 \text{ psi} + 5 \text{ psi} + 60 \text{ psi}$$

$$P_{\text{bomba principal}} = 115 \text{ psi}$$

Para la bomba auxiliar se requiere el caudal y la presión siguientes (ver capítulo 4):

$$Q_{\text{auxiliar}} = Q_{\text{bomba principal}} \times 0,07$$

$$Q_{\text{auxiliar}} = 25 \text{ gpm}$$

$$P_{\text{auxiliar}} = P_{\text{bomba principal}} + 10 \text{ psi}$$

$$P_{\text{auxiliar}} = 125 \text{ psi}$$



En el apéndice B se encuentran los planos con el diseño del sistema contra incendios para este edificio.

6.2. Sistema Contra Incendios para un Galpón de Bodegas

El proyecto a diseñar está destinado al almacenamiento de artículos de vestir, de cuero sintético y lino, guardados en cajas de cartón. El proyecto cuenta también con un área administrativa de dos plantas, por lo tanto el proyecto deberá contar con un sistema de rociadores automáticos y de bocatomas equipadas que cubran toda su superficie.

6.2.1.- Cálculo de la Reserva

Se clasificará primeramente a la bodega según la clase de riesgo. Ver capítulo 2.

Área de Bodegas: **Riesgo Ordinario Grupo 2**

Área de Recepción y oficinas: **Riesgo Liviano**

Según el capítulo 3 sección 3.6 se tiene que las bocatomas a instalar serán de tipo 2 cuyo caudal a considerarse es de:

$$Q \text{ bocatomas} = 200 \text{ gpm}$$

Mientras que por medio del gráfico 4.2 se pueden obtener el área de cobertura por rociador y su densidad de aplicación:

$$0,20 \text{ gpm/ft}^2 \times 1500 \text{ ft}^2 = 300 \text{ gpm}$$

$$Q \text{ rociadores} = 300 \text{ gpm}$$



CIB-ESPOL

Entonces se tiene que:

$$Q \text{ bocatomas} + Q \text{ rociadores} = 200 + 300 = 500 \text{ gpm}$$

Según tabla 10 se tiene el tiempo que se prevee que estaría funcionando el sistema contra incendios es de:

$$t = 60 \text{ min}$$

por lo tanto :

$$500 \text{ gpm} \times 60 \text{ min} = 30.000 \text{ galones} = 113.4 \text{ m}^3$$

Se considera una reserva mínima de **120 m³** (ver la tabla 11) para uso exclusivo del sistema contra incendios.

6.2.2. Cálculo de las redes

Para calcular los diámetros de la red que abastecerá el sistema de rociadores se aplica la fórmula 3.2:

$$\phi = \sqrt{\frac{354 \times Q}{v}}$$

Φ = diámetro del tubo dado en mm

v = velocidad de diseño dada en m/seg

Q = caudal por rociador dado en m³/h

Para calcular la presión requerida por un rociador se aplica la fórmula 3.4.:

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

Donde,

K = coeficiente adimensional dado para cada rociador (dato dado por el fabricante).

Se tiene que la cobertura máxima dada según la clase de riesgo (ver capítulo 3 sección 3.7) es de: 9 m²~96 ft² para Riesgo Ordinario y de 12 m²~129 ft² para Riesgo Liviano.

El número máximo de rociadores funcionando simultáneamente será de 12 rociadores ya que la probabilidad de que funcionen un número mayor de estos es casi nula. Ver capítulo 3.

Los caudales requeridos para los rociadores a instalar serán:

En área de administración y oficinas:

$$\frac{Q_{\text{rociadores}}}{\# \text{rociadores}} = \frac{225 \text{ gpm}}{12} = 18.75 \text{ gpm} \cong 4,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

En área de bodegas:

$$\frac{Q_{\text{rociadores}}}{\# \text{rociadores}} = \frac{300 \text{ gpm}}{12} = 25 \text{ gpm} \cong 5,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para los rociadores que irán instalados en el área de administración y oficinas se escoge un $K = 5.6$ por lo tanto se tiene que:

$$P = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 = 11,2 \text{ psi}$$

Para los rociadores que irán instalados en el área de bodegas se escoge un $K = 11$ por lo tanto se tiene que:

$$P = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 = 5,16 \text{ psi}$$

Se considera una presión mínima de 7 psi para un rociador.

Mediante la fórmula 3.2 se obtienen los diámetros de las redes para el sistema de rociadores automáticos que se presentan a continuación:

Para la red en el área administrativa y oficinas:

# de rociadores en la red	Q (m ³ /h)	Φ (pulgadas)	
1	4,26	0,62	1"
2	8,52	0,88	1"
3	12,78	1,08	1"
4	17,04	1,25	1 1/2"
5	21,3	1,40	1 1/2"
6	25,56	1,53	1 1/2"
7	29,82	1,65	2"
8	34,08	1,77	2"
9	38,34	1,87	2"
10	42,6	1,97	2"
11	46,86	2,07	2 1/2"
12	51,12	2,16	2 1/2"

Para la red en el área de bodegas:

# de rociadores en la red	Q (m ³ /h)	Φ (pulgadas)	
1	5,67	0,72	1"
2	11,34	1,02	1 1/2"
3	17,01	1,25	1 1/2"
4	22,68	1,44	2"
5	28,35	1,61	2"
6	34,02	1,76	2"
7	39,69	1,91	2"
8	45,36	2,04	2 1/2"
9	51,03	2,16	2 1/2"
10	56,7	2,28	2 1/2"
11	62,37	2,39	3"
12	68,04	2,49	3"

Para calcular los diámetros de la red que abastecerá a las bocatomas se toma el caudal de dos bocatomas funcionando simultáneamente:

Q bocatomas = 200 gpm

Aplicando la fórmula 3.2 se tienen los diámetros mostrados en la siguiente tabla:

# de bocatomas en la red	Q (m ³ /h)	Φ (pulgadas)	
1	22,71	1,44	1 1/2"
2	45,42	2,04	2"

Las pérdidas por fricción de las tuberías se encuentran en el apéndice A.

Se considera una presión mínima de 60 psi para una bocATOMA.

Por la toma siamesa se proveerá un caudal de 500 gpm, por lo tanto el diámetro de la tubería que llegará hasta la toma será de 4". Ver capítulo 3.

6.1.3.- Cálculo del equipo de bombeo

El equipo de bombeo estará compuesto de una bomba principal y una bomba auxiliar. Ver capítulo 4.

Los parámetros de diseño para a ser tomados en cuenta para el diseño del equipo de bombeo son Caudal (Q) y Presión (P).

Los caudales requeridos para el sistema ya han sido calculados anteriormente, entonces tenemos que:

$$Q_{\text{bomba principal}} = Q_{\text{rociadores}} + Q_{\text{bocatomas}}$$

$$Q_{\text{bomba principal}} = 300 \text{ gpm} + 100 \text{ gpm}$$

$$Q_{\text{bomba principal}} = 400 \text{ gpm}$$

La presión a la que la bomba principal deberá de funcionar está dada por:

$$P_{\text{bomba principal}} = P_{\text{estática}} + P_{\text{fricción}} + P_{\text{bocatoma}}$$

$$P_{\text{bomba principal}} = 10 \text{ psi} + 5 \text{ psi} + 60 \text{ psi}$$

$$P_{\text{bomba principal}} = 75 \text{ psi}$$

Para la bomba auxiliar se requiere el caudal y la presión siguientes (ver capítulo 4):

$$Q_{\text{auxiliar}} = Q_{\text{bomba principal}} \times 0,07$$

$$Q_{\text{auxiliar}} = 28 \text{ gpm}$$

$$P_{\text{auxiliar}} = P_{\text{bomba principal}} + 10 \text{ psi}$$

$$P_{\text{auxiliar}} = 85 \text{ psi}$$

En el apéndice C se encuentran los planos con el diseño del sistema contra incendios para este ejemplo.



CIB-ESPOL

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- En la ciudad de Guayaquil es aún poco el conocimiento y aplicación correcta que se tiene sobre los sistemas contra incendios es por esto que con este trabajo se quiere dar a conocer importantes conceptos sobre estos sistemas.

2.- La institución encargada de emitir permisos de aprobación de estos sistemas es el Benemérito Cuerpo de Bomberos a quienes se quiere dar una guía con recomendaciones para uniformar criterios técnicos en esta materia.

3.- El presente documento contiene información importante que debería ser analizada y considerada no solo por el Cuerpo de Bomberos sino también por los Jefes de Obra, Fiscalizadores y profesionales que trabajen dentro del campo de la construcción, para que en futuros proyectos que se construyan en la ciudad de Guayaquil se puedan evitar catástrofes como las que se han dado en algunos países de sudamérica.

4.- Este trabajo contiene una amplia investigación, entre estas podemos resaltar las de normas Norteamericanas como la NFPA y normas Europeas a las que se ha tratado de asimilar a la realidad que se vive en la Ciudad de Guayaquil por medio de la experiencia de Ingenieros que han aportado con

sus conocimientos a fin de tratar de no implementar sistemas tan costosos pero que a su vez sean seguros y eficientes.

5.- Del presente trabajo podemos concluir que para la realización de un buen proyecto se debe de seguir los siguientes pasos:

- a) Determinación del tipo de riesgo (evaluación)
- b) Densidades de aplicación y agente extintor
- c) Diseño
- d) Cálculos hidráulicos
- e) Especificaciones Técnicas
- f) Instalación
- g) Capacitación
- h) Mantenimiento

).- Se recomienda emplear los criterios expuestos con responsabilidad y ante todo recordando que lo más importante es salvaguardar vidas humanas.

APÉNDICES

	2,05	1,51	0,92					Q(l/s)	1,982	0,00198	31,46
	0,1982 2,16	0,0936 1,59	0,0277 0,96					Q(l/s)	lts/seg 2,082	m³/seg 0,00208	GPM 33,05
	0,2162 2,26	0,1020 1,66	0,0302 1,01					Q(l/s)	lts/seg 2,182	m³/seg 0,00218	GPM 34,63
	0,2349 2,36	0,1109 1,74	0,0328 1,05	0,0138 0,74				Q(l/s)	lts/seg 2,282	m³/seg 0,00228	GPM 36,22
	0,2543 2,47	0,1200 1,81	0,0356 1,10	0,0150 0,77				Q(l/s)	lts/seg 2,382	m³/seg 0,00238	GPM 37,81
	0,2744 2,57	0,1295 1,89	0,0384 1,15	0,0161 0,80				Q(l/s)	lts/seg 2,482	m³/seg 0,00248	GPM 39,40
	0,1840 2,07	0,0868 1,52	0,0257 0,92	0,0108 0,65				Q(l/s)	lts/seg 2	m³/seg 0,002	GPM 31,75
	0,2014 2,18	0,0951 1,60	0,0282 0,97	0,0118 0,68				Q(l/s)	lts/seg 2,1	m³/seg 0,0021	GPM 33,33
	0,2195 2,28	0,1036 1,67	0,0307 1,02	0,0129 0,71				Q(l/s)	lts/seg 2,2	m³/seg 0,0022	GPM 34,92
	0,2383 2,38	0,1125 1,75	0,0333 1,06	0,0140 0,74				Q(l/s)	lts/seg 2,3	m³/seg 0,0023	GPM 36,51
	0,2579 2,49	0,1217 1,83	0,0361 1,11	0,0152 0,78				Q(l/s)	lts/seg 2,4	m³/seg 0,0024	GPM 38,10
	0,2781 2,59	0,1313 1,90	0,0389 1,15	0,0164 0,81				Q(l/s)	lts/seg 2,5	m³/seg 0,0025	GPM 39,68
		0,1412 1,98	0,0418 1,20	0,0176 0,84				Q(l/s)	lts/seg 2,6	m³/seg 0,0026	GPM 41,27
		0,1514 2,06	0,0448 1,25	0,0189 0,87				Q(l/s)	lts/seg 2,7	m³/seg 0,0027	GPM 42,86
		0,1619 2,13	0,0480 1,29	0,0202 0,91	0,0070 0,59			Q(l/s)	lts/seg 2,8	m³/seg 0,0028	GPM 44,44
		0,1728	0,0512	0,0215	0,0075				lts/seg	m³/seg	GPM



CIB-ESPOL

	2,21	1,34	0,94	0,61			Q(l/s)	2,9	0,0029	46,03
	0,1840	0,0545	0,0229	0,0080				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,28	1,39	0,97	0,63			Q(l/s)	3	0,003	47,62
	0,1955	0,0579	0,0244	0,0085				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,36	1,43	1,00	0,65			Q(l/s)	3,1	0,0031	49,21
	0,2074	0,0614	0,0258	0,0090				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,44	1,48	1,04	0,67			Q(l/s)	3,2	0,0032	50,79
	0,2195	0,0650	0,0274	0,0095				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,51	1,52	1,07	0,69			Q(l/s)	3,3	0,0033	52,38
	0,2320	0,0687	0,0289	0,0100				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,59	1,57	1,10	0,71			Q(l/s)	3,4	0,0034	53,97
	0,2448	0,0725	0,0305	0,0106				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,66	1,62	1,13	0,73			Q(l/s)	3,5	0,0035	55,56
	0,2579	0,0764	0,0321	0,0112				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,74	1,66	1,17	0,75			Q(l/s)	3,6	0,0036	57,14
	0,2714	0,0804	0,0338	0,0117				lts/seg	m³/seg	GPM
	2,82	1,71	1,20	0,78			Q(l/s)	3,7	0,0037	58,73
		0,0844	0,0355	0,0123				lts/seg	m³/seg	GPM
		1,76	1,23	0,80			Q(l/s)	3,8	0,0038	60,32
		0,0886	0,0373	0,0129				lts/seg	m³/seg	GPM
		1,80	1,26	0,82			Q(l/s)	3,9	0,0039	61,90
		0,0928	0,0391	0,0136				lts/seg	m³/seg	GPM
		1,85	1,29	0,84			Q(l/s)	4	0,004	63,49
		0,0972	0,0409	0,0142				lts/seg	m³/seg	GPM
		1,89	1,33	0,86			Q(l/s)	4,1	0,0041	65,08
		0,1016	0,0428	0,0149				lts/seg	m³/seg	GPM
		1,94	1,36	0,88			Q(l/s)	4,2	0,0042	66,67
		0,1062	0,0447	0,0155				lts/seg	m³/seg	GPM
		1,99	1,39	0,90			Q(l/s)	4,3	0,0043	68,25
		0,1108	0,0466	0,0162				lts/seg	m³/seg	GPM

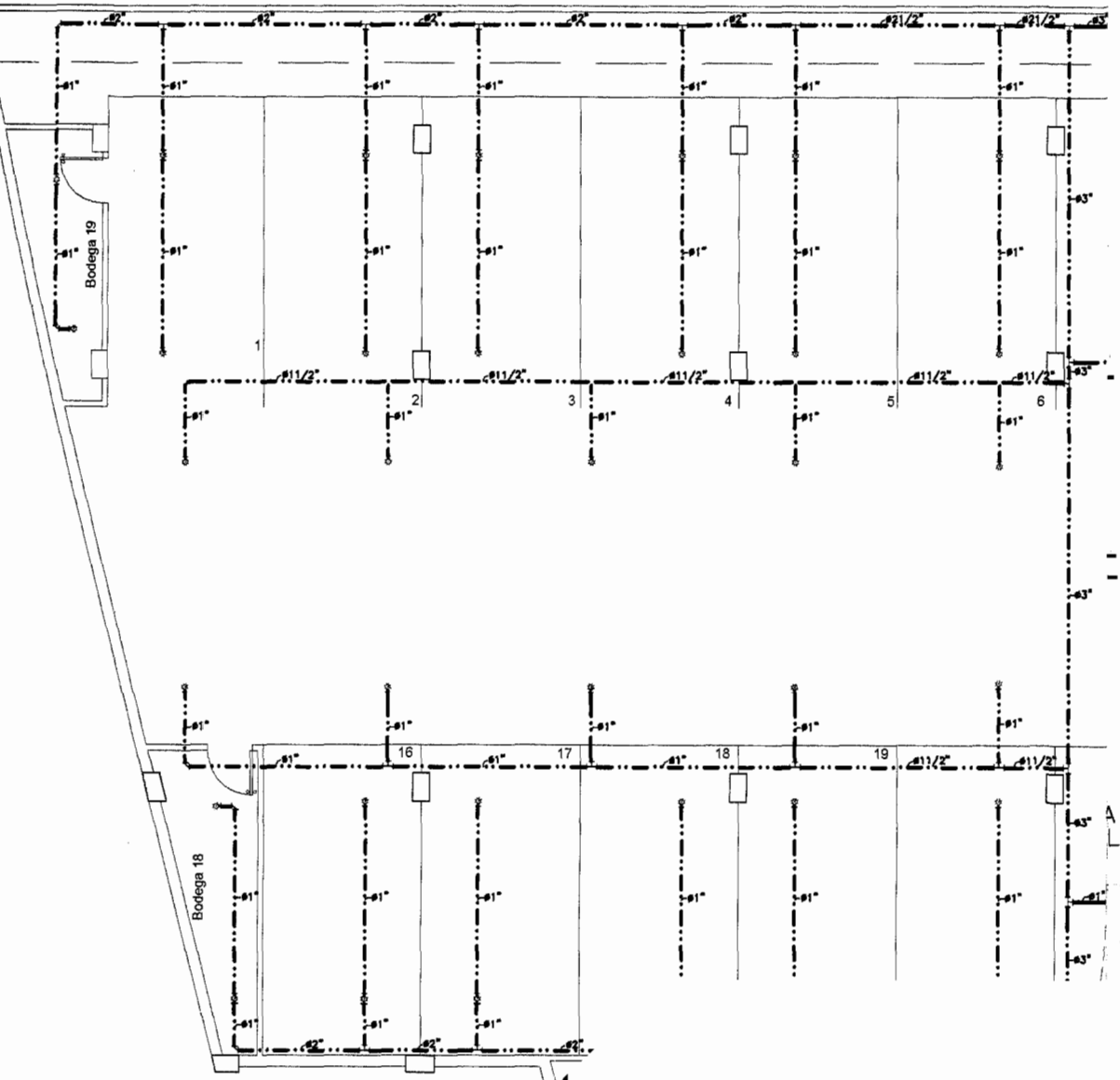
			2,03	1,42	0,92			Q(l/s)	4,4	0,0044	69,84
			0,1155	0,0486	0,0169				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,08	1,46	0,94			Q(l/s)	4,5	0,0045	71,43
			0,1203	0,0506	0,0176				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,12	1,49	0,96			Q(l/s)	4,6	0,0046	73,02
			0,1252	0,0527	0,0183				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,17	1,52	0,99			Q(l/s)	4,7	0,0047	74,60
			0,1301	0,0548	0,0190				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,22	1,55	1,01			Q(l/s)	4,8	0,0048	76,19
			0,1352	0,0569	0,0198				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,26	1,59	1,03			Q(l/s)	4,9	0,0049	77,78
			0,1404	0,0591	0,0205				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,31	1,62	1,05			Q(l/s)	5	0,005	79,37
			0,1456	0,0613	0,0213				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,36	1,65	1,07			Q(l/s)	5,1	0,0051	80,95
			0,1509	0,0635	0,0221				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,40	1,68	1,09			Q(l/s)	5,2	0,0052	82,54
			0,1564	0,0658	0,0228				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,45	1,72	1,11			Q(l/s)	5,3	0,0053	84,13
			0,1619	0,0681	0,0237				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,49	1,75	1,13			Q(l/s)	5,4	0,0054	85,71
			0,1675	0,0705	0,0245				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,54	1,78	1,15			Q(l/s)	5,5	0,0055	87,30
			0,1731	0,0729	0,0253				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,59	1,81	1,17			Q(l/s)	5,6	0,0056	88,89
			0,1789	0,0753	0,0261				lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,63	1,85	1,20			Q(l/s)	5,7	0,0057	90,48
			0,1848	0,0778	0,0270	0,0072			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,68	1,88	1,22	0,71		Q(l/s)	5,8	0,0058	92,06
			0,1907	0,0803	0,0279	0,0074			lts/seg	m ³ /seg	GPM

			2,73	1,91	1,24	0,72		Q(l/s)	5,9	0,0059	93,65
			0,1967	0,0828	0,0287	0,0077			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,77	1,94	1,26	0,73		Q(l/s)	6	0,006	95,24
			0,2029	0,0854	0,0296	0,0079			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,82	1,97	1,28	0,74		Q(l/s)	6,1	0,0061	96,83
			0,2091	0,0880	0,0305	0,0081			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,86	2,01	1,30	0,75		Q(l/s)	6,2	0,0062	98,41
			0,2153	0,0906	0,0315	0,0084			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,91	2,04	1,32	0,77		Q(l/s)	6,3	0,0063	100,00
			0,2217	0,0933	0,0324	0,0086			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			2,96	2,07	1,34	0,78		Q(l/s)	6,4	0,0064	101,59
			0,2282	0,0960	0,0333	0,0089			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			3,00	2,10	1,36	0,79		Q(l/s)	6,5	0,0065	103,17
			0,2347	0,0988	0,0343	0,0091			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			3,05	2,14	1,38	0,80		Q(l/s)	6,6	0,0066	104,76
			0,2414	0,1016	0,0353	0,0094			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			3,09	2,17	1,40	0,82		Q(l/s)	6,7	0,0067	106,35
			0,2481	0,1044	0,0362	0,0097			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			3,14	2,20	1,43	0,83		Q(l/s)	6,8	0,0068	107,94
			0,2549	0,1073	0,0372	0,0099			lts/seg	m ³ /seg	GPM
			3,19	2,23	1,45	0,84		Q(l/s)	6,9	0,0069	109,52
				0,1102	0,0382	0,0102			lts/seg	m ³ /seg	GPM
				2,27	1,47	0,85		Q(l/s)	7	0,007	111,11
				0,1411	0,0490	0,0130			lts/seg	m ³ /seg	GPM
				2,59	1,68	0,97		Q(l/s)	8	0,008	126,98
				0,1754	0,0609	0,0162			lts/seg	m ³ /seg	GPM
				2,91	1,89	1,10		Q(l/s)	9	0,009	142,86
				0,2133	0,0740	0,0197			lts/seg	m ³ /seg	GPM
				3,24	2,10	1,22		Q(l/s)	10	0,01	158,73
				0,2989	0,1038	0,0276			lts/seg	m ³ /seg	GPM



CIB-ESPOL

				3,88	2,52	1,46		Q(l/s)	12	0,012	190,48
					0,1381 2,94	0,0368 1,70		Q(l/s)	14	lts/seg m³/seg 0,014	GPM 222,22
					0,1768 3,35	0,0471 1,95		Q(l/s)	16	lts/seg m³/seg 0,016	GPM 253,97
					0,2199 3,77	0,0585 2,19		Q(l/s)	18	lts/seg m³/seg 0,018	GPM 285,71
					0,2673 4,19	0,0712 2,44	0,0099 1,08	Q(l/s)	20	lts/seg m³/seg 0,02	GPM 317,46
						0,0849 2,68	0,0118 1,19	Q(l/s)	22	lts/seg m³/seg 0,022	GPM 349,21
						0,0997 2,92	0,0138 1,30	Q(l/s)	24	lts/seg m³/seg 0,024	GPM 380,95
						0,1157 3,17	0,0160 1,41	Q(l/s)	26	lts/seg m³/seg 0,026	GPM 412,70
						0,1327 3,41	0,0184 1,51	Q(l/s)	28	lts/seg m³/seg 0,028	GPM 444,44
						0,1508 3,65	0,0209 1,62	Q(l/s)	30	lts/seg m³/seg 0,03	GPM 476,19
						0,1699 3,90	0,0235 1,73	Q(l/s)	32	lts/seg m³/seg 0,032	GPM 507,94
						0,1901 4,14	0,0263 1,84	Q(l/s)	34	lts/seg m³/seg 0,034	GPM 539,68
							0,0293 1,95	Q(l/s)	36	lts/seg m³/seg 0,036	GPM 571,43
							0,0324 2,05	Q(l/s)	38	lts/seg m³/seg 0,038	GPM 603,17
							0,0356 2,16	Q(l/s)	40	lts/seg m³/seg 0,04	GPM 634,92



PLANTA SOTANO
TEMA SPRINKLERS ESC'



CIB-ESPOL

COLUA

BIBLIOGRAFÍA

1. MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, Editorial Mapfre, decimoséptima edición, 1991, España.
2. REGLAMENTO DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS, 2003, Madrid – España
3. <http://www.miliarium.com/Marcos/Bibliografia.htm>
4. <http://www.lea.com.ar>
5. <http://www.mcyt.es/asp/publicaciones/pdf/RIEI.pdf>.
6. NFPA 10 “Norma para extintores portátiles de incendios”, 2002
7. NFPA 12 “Norma sobre sistemas de extinción de dióxido de carbono”
8. NFPA 13 “Normas para la instalación de sistemas de rociadores”
9. NFPA 30 “Códigos de líquidos combustibles inflamables”
10. NFPA 14 “Normas para la instalación de mangueras y tomas fijas de agua”

11. NFPA 20 “Normas para la instalación de bombas centrífugas contra incendios”
12. JOURNAL LATINOAMERICANO, “La elección correcta de detección de humos en ambientes complejos y críticos”, Septiembre 2005, Argentina.
13. NFPA 101 “Código de Seguridad Humana”, edición 2000.
14. MANUAL DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y EMERGENCIAS EN CENTROS HOSPITALARIOS, Coronel Guillermo Flores Rodríguez, Guayaquil – Ecuador.
15. MANUAL DEL BOMBERO, Coronel Guillermo Flores Rodríguez, Guayaquil – Ecuador.
16. REGLA TÉCNICA PARA LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA CONTRA INCENDIOS, Comité Europeo de Seguros, Editorial CEPREVEN, 1990, Madrid – España.
17. NFPA 72 “Código Nacional de Alarmas de Incendios”, edición 2000.