



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE UN
SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO CON HFC-23
PARA UN CENTRO DE INFORMÁTICA”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL
P R E S E N T A
DIONISIO CASTRO ROJAS

ASESOR: ING. JORGE URIARTE GARCÍA

AGOSTO 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

<i>CONTENIDO</i>	<i>PAGINA</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	
<i>CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN HFC-23</i>	<i>1</i>
1.1.0 Definición y mecanismo de los incendios	2
1.2.0 Características del sistema HFC-23	5
1.3.0 Los riesgos a los seres humanos y los factores ambientales	9
1.3.1 Los riesgos a los seres humanos	9
1.4.0 Requerimientos de las estructuras ante el fuego	14
1.4.1 Resistencia al fuego en estructuras de acero, concreto y madera	16
1.4.2 Previsiones contra incendio	20
<i>CAPITULO 2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO HFC-23</i>	<i>25</i>
2.1.0 Sistema de supresión de fuego	26
2.1.2 Ubicación de los cilindros de almacenamiento del agente limpio	28
2.1.3 Bastidor	28
2.2.0 Tubería metálica y accesorios	29
2.2.1 Los requerimientos mínimos de la tubería para los sistemas del agente limpio	29
2.2.2 Accesorios	32
2.3.0 Localización y elección de la boquilla de descarga	34
2.4.0 Señalización (letreros de identificación)	36
2.5.0 Instrumentación	36
2.5.1 Dispositivos de identificación	36
2.5.2 Detectores de humo (h)	37
2.5.2.1 Localización del detector de humo	39
2.5.2.2 La sensibilidad del detector de humo	39
2.5.2.3 Simbología y nomenclatura de detectores	39
2.5.2.4 Equipos de control	40
2.6.0 Requerimientos establecidos dentro de las normas técnicas complementarias	46
2.6.1 Elementos de comunicación y circulaciones	46
2.6.2 Puertas	46
2.6.3 Pasillos	47
2.6.4 Escalera	47
2.6.5 Rutas de evacuación y salidas de emergencia	48
2.6.6 Control de ruido y audición	50
2.6.7 Previsiones contra incendio	50
2.6.8 Grado de riesgo de incendio en las edificaciones	51
2.6.9 Resistencia al fuego	51
2.6.10 Confinación del fuego	53
2.6.11 Áreas de resguardo	55
2.6.12 Dispositivos para prevenir y combatir incendios	56
2.6.13 Extintores	57
2.6.14 Detectores de incendio	58
2.6.15 Señalización de equipos	61

ÍNDICE

<i>CONTENIDO</i>	<i>PAGINA</i>
<i>CAPITULO 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO HFC-23</i>	<i>63</i>
3.1.0 Cantidad de agente limpio	64
3.2.0 Calculo del volumen a proteger	64
3.3.0 El cercado	65
3.4.0 Concentración de diseño	65
3.5.0 Cálculo de la cantidad del agente limpio	65
3.6.0 Ajuste de la presión	66
3.7.0 Duración de la protección	67
3.8.0 Sistema de distribución del agente limpio	67
3.8.1 Velocidad de aplicación	67
3.8.2 Tiempo de descarga del agente limpio	68
3.8.3 Descarga extendida	68
3.9.0 Localización y elección de la boquilla de descarga	68
<i>CAPITULO 4. APLICACIÓN, CÁLCULO Y COSTO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO HFC-23</i>	<i>70</i>
4.1.0 Aplicación del sistema de supresión de fuego HFC-23	71
4.1.1 Características del centro de informática	71
4.2.0 Diseño del sistema de supresión HFC-23	77
4.3.0 Costo del sistema de supresión HFC-23	83
<i>ANEXOS</i>	<i>85</i>
No.1 Instalación del cilindro de almacenaje del agente limpio	86
No.2 Instalación del bastidor en el cilindro de almacenaje	87
No.3 Tubería con conexión roscada con la presión máxima permisible	88
No.4 presión máxima permisible en tubería bridada o conexiones soldadas	89
No.5 Área de cobertura de la boquilla	91
No.6 Instalación típica de una boquilla	92
No.6a Instalación típica de dos boquillas	93
No.6b Instalación de la boquilla de descarga del agente limpio	94
No.6c Instalación de la boquilla de descarga del agente limpio	95
No.7 Letreros de identificación	96
No.8 Instalación de detectores de humo(H) arriba falso plafón	97
No.8a Instalación de detectores de humo(tipo interior)	98
No.9 Instalación de la estación manual de disparo remoto	99
No.10 Instalación de alarmas visibles	100
<i>GLOSARIO</i>	<i>101</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>105</i>
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	<i>107</i>

INTRODUCCIÓN

El fuego se ha convertido en un factor de alto riesgo en las edificaciones, especialmente en aquellas cuya estructura principal está basada en elementos construidos a base de concreto hidráulico, madera y acero. En el mundo se han presentado grandes tragedias debido a los daños que el fuego ha causado en edificios altos.

Desdichadamente no sólo los daños se limitan a edificios de cierto tamaño, ya que el fuego se puede producir en cualquier tipo de obra, tales como viviendas, apartamentos, condominios, bodegas y otros.

En nuestro país, la gran mayoría de los incidentes de este tipo se producen en viviendas unifamiliares, producto generalmente de deficiencias en las instalaciones eléctricas o por descuido de parte de los propietarios.

No se debe dejar de lado que actualmente existen muchos proyectos que son diseñados a base de elementos de metal, especialmente locales de comidas rápidas y edificios de mediana altura, con el sistema de marcos formados por vigas o columnas, o grandes naves de acero que son utilizadas primordialmente con fines comerciales, razón por la cual reviste gran importancia la protección de los elementos estructurales contra el fuego.

La necesidad de seguir las normas y reglamentación acerca de la seguridad dentro de construcciones realizadas por los ingenieros civiles da como necesidad que todas personas encargadas del desarrollo de un proyectos partiendo de la planeación, diseño, hasta su construcción, y en donde van a existir la presencia seres humanos, inmuebles e información o documentación de gran importancia, trae consigo que existan diferentes métodos para combatir los incendio los cuales utilizan sustancias como: agua, agentes halogenados(HFC-23), bióxido de carbono y polvo químico seco, los cuales deberán de ser implementados de índole preventivo y no correctivo y considerados desde el inicio como parte del proyecto.

Para conocer su funcionamiento y características se enfocó en un ejemplo explicativo para un centro de cómputo del organismo público descentralizado A.P.A.S.T donde se encontraran: Computadoras, radios de comunicación, teléfonos, documentación en forma magnética e impresa, mobiliario de madera, y lo más importante la presencia de seres humanos.

Dentro del contenido que se describe a continuación referente al sistema contra incendio podemos mencionar inicialmente lo siguiente:

En el capítulo primero se describen las características principales del sistema de supresión de fuego, así como conceptos básicos para su entendimiento.

En el capítulo segundo conoceremos los elementos que conforman el sistema de supresión de fuego para pueda implementarse como tal.

En el capítulo tercero y basado en la aplicación de las normas, se enuncian los elementos necesarios para su diseño.

Y finalmente en el capítulo cuarto mostramos un ejemplo explicativo que nos dará una mejor visión y entendimiento de este tipo sistema contra incendio.

Nota: El uso de los números superíndice hacen referencia a la fuente de la información y se encuentran al final de cada capítulo.

CAPITULO I
DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE
SUPRESIÓN DE FUEGO HFC-23

1.1.0 DEFINICIÓN Y MECANISMO DE LOS INCENDIOS ^{1, 2, 3, 4, 11}

a) DEFINICIONES

Iniciaremos dando una serie de definiciones de fuego y del concepto de incendio, para comprender claramente los términos antes mencionados.

Fuego: Combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humo, llamas o ambos ¹

Fuego: Es la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimientos de luz y calor ²

Fuego: Es la consecuencia del calor y la luz que se producen durante las reacciones químicas denominadas de combustión basándose en su mayoría en la reacción del oxígeno del aire con algún material inflamable tal como la madera, ropas, papel, petróleo o los solventes ³

Fuego: Reacción química que consiste en la oxidación violenta de la materia combustible, se manifiesta con desprendimiento de luz, calor, humos y gases en grandes cantidades ¹¹

Incendio: Fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita, gradual o instantánea, al que le siguen daños materiales que pueden interrumpir el proceso de producción, ocasionar lesiones o pérdidas humanas y deterioro ambiental, en la mayoría de los casos el factor humano participa como elemento causal de los incendios.

Incendio: Es un fuego que inicio como conato y que sale fuera de control ya sea parcial o total ¹¹

Incendio: Es el fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio

b) EL TRIANGULO DEL FUEGO

Se requiere tres elementos básicos para crear fuego si faltara alguno de ellos es prácticamente imposible iniciar fuego. Todas las técnicas para extinción del fuego están enfocadas a la eliminación de uno de estos factores.



c) CLASIFICACIÓN DEL FUEGO ^{4, 5, 10}

Los diferentes tipos de fuego son clasificados de la siguiente manera:

- **FUEGO CLASE “A”**

Los fuegos en materiales combustibles sólidos ordinarios tal como: madera, tela, ropa, caucho, goma, diversos plásticos, heno, lana, carbón, paja, cuero, etc.

Para su extinción necesitan los efectos de enfriamiento o absorción de calor que proporciona el agua, las soluciones acuosas o los efectos protectores de ciertos polvos que retardan la combustión.

- **FUEGO CLASE “B”**

Fuegos en líquidos combustibles o inflamables, gases, grasas y materiales similares como alcohol, gasolina, kerosina, crudo, aceites, grasas, hidrógeno, metano, etano, etc.

La extinción se logra eliminando el aire (oxígeno) inhibiendo la emisión de vapores combustibles e interrumpiendo la cadena de reacción de la combustión.

- **FUEGOS CLASE “C”**

Fuegos en los que intervienen equipos eléctricos energizados en donde es de importancia la no conductividad eléctrica del agente extintor. Cuando el equipo eléctrico no tenga carga, los extintores para clase A y B pueden utilizarse con seguridad.

- **FUEGO CLASE “D”**

Son fuegos de ciertos metales combustibles como: Magnesio, sodio, Potasio y Zirconio. Que requieren un medio extintor que absorba el calor, sofoque y que no reaccione con los metales incendiados.

Dentro de Normas técnicas complementarias para el proyecto arquitectónico, del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, se establece la siguiente clasificación:

- **FUEGO CLASE “A”**

Fuegos de materiales sólidos de naturaleza orgánica tales como trapos, viruta, papel, madera, basura, y en general, materiales sólidos que al quemarse se agrietan, producen cenizas y brasas.

- **FUEGO CLASE “B”**

Fuegos que se producen como resultado de la mezcla de un gas (butano, propano, etc.) o de los vapores que desprenden los líquidos inflamables (gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.) con el aire y flama abierta.

- **FUEGOS CLASE “C”**

Fuegos que se generan en sistemas y equipos eléctricos “energizados”.

- **FUEGO CLASE “D”**

Fuegos que se presentan en metales combustibles en polvo o a granel a base de magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, zinc u otros elementos químicos.

d) CLASIFICACIÓN DE LOS INCENDIOS

- **Conato**

El Conato de incendio es un fuego que se inicia y puede ser controlado sin mayores dificultades, no representa gran peligro si se le maneja a tiempo mediante el uso de extintores portátiles, acción que puede ser realizado aun sin personal especializado.

- **Incendio parcial**

Es un fuego que abarca parcialmente una instalación o un área geográficamente determinada, tiene la posibilidad de salirse de control y causar victimas o mayores daños. Los extintores portátiles frecuentemente son útiles para sofocar estos incendios y se requiere la participación de personal especialmente entrenado y equipado.

- **Incendio Total**

Es un incendio completamente fuera de control y de alta destructividad, afecta a toda una instalación o área difícil de combatir directamente, en consecuencia deben protegerse vidas y bienes de los alrededores, e incluso evacuar la zona.

e) FUENTES DE IGNICIÓN

La fuente de ignición ocurre cuando el calor producido es suficiente para causar la combustión al tener temperatura, tiempo de exposición y energía necesaria para provocar el fuego. Las diferentes fuentes de ignición se presentan a continuación:

- Reacciones químicas: Producen calor, este calor puede encender las sustancias producidas, que son productos de la reacción química o materiales cercanos.
- **Arco eléctrico**, también llamado arco voltaico, tipo de descarga eléctrica continua que genera luz y calor intensos, formada entre dos electrodos dentro de una atmósfera de gas a baja presión o al aire libre.
- Rayo: Es la descarga de una carga eléctrica en una nube hasta la oposición de la carga en otra nube o en tierra. El alumbrado desarrolla muy alta temperatura en algunos materiales de alta resistencia en su trayectoria.
- Chispa eléctrica estática: Dos objetos en contacto físico y separados. Los objetos sometidos al contacto se cargan eléctricamente a través de la fricción o inducción. Estos objetos acumulan suficiente carga eléctrica para que pueda ocurrir la descarga de una chispa. La chispa eléctrica estática son de muy corta duración y no producen suficiente calor para encender materiales combustibles ordinarios, tal como papel, sin embargo son capaces de encender vapores inflamables y gases.
- Llama: Zona de combustión en fase gaseosa con emisión de luz y calor.
- Las superficies calientes son una fuente de ignición.
- El calor de compresión: Una mezcla inflamable es comprimida rápidamente, el calor generado por la acción de la compresión, es suficiente para elevar la temperatura del vapor hasta el punto de ignición.

1.2.0 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA HFC-23^{4, 5}

El sistema de supresión de fuego a base del trifluorometano (HFC-23) es basado en la inundación total del área de riesgo, el cual no provoca un choque térmico y cuenta con un compartimiento adecuado para alojar la cantidad necesaria de cilindros para el almacenamiento, así como todos los accesorios para su activación y distribución.

a) CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE LIMPIO.

Es una sustancia eléctricamente no conductora, volátil o gas extinguidor, que no deja un residuo al evaporarse y no causa daños a los seres humanos, ni choque térmico grave.

Características del agente limpio:

- a) Limpio
- b) Efectivo
- c) Seguro
- d) Ambientalmente aceptable
- e) Bajo punto de ebullición

Los agentes limpios se clasifican de dos formas dependiendo de los componentes primarios que los constituyen.

- a) Agente limpio halocarbonado
- b) Agente limpio de gas inerte

De la clasificación anterior nos va a interesar solo los agentes limpios halocarbonado por ser el HFC-23 uno de ellos y no los de gas inerte como el de nitrógeno o argón por ser elementos que desplaza el oxígeno.

b) AGENTE LIMPIO HALOCARBONADO

Un agente limpio es aquel contiene como primaria uno o mas compuestos orgánicos, constituyéndose uno o más elementos fluor, cloro, bromo o yodo. Ejemplo de estos esta agentes limpios son los hydrofluorocarbonos (HFCs), hydroclorofluorocarbonos (HCFCs), parafluorocarbonos (PFCs o FCs), y fluoriodocarbonos (FICs); que se muestran en la tabla no.1

Tabla no. 1 Los agentes limpios

FC-3-1-10	Perfluorobutano	C_4F_{10}
HCFC-Blend A	Diclorotrifluoroetano HCFC-123 (4.75%)	$CHCl_2CF_3$
	Clorodifluorometano HCFC-22 (82%)	$CHClF_2$
	Clorotetrafluorometano HCFC-124 (9.5%)	$CHClFCF_3$
	Isopropenil-1-metilciclohexano (3.75%)	
HCFC-124	Clorotetrafluoroetano	$CHClFCF_3$
HFC-125	Pentafluoroetano	CHF_2CF_3
HFC-227ea	Heptafluoropropano	CF_3CHFCF_3
HFC-23	Trifluorometano	CHF_3
HFC-236fa	Hexafluoropropano	$CF_3CH_2CF_3$
FIC-1311	Trifluoroiodometano	CF_3I

c) PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGENTE LIMPIO HFC-23 SE MUESTRA A CONTINUACIÓN:

- a) Peso molecular 70.01
- b) Punto de ebullición a 760 mmHg -82.1 °C
- c) Punto de congelamiento -155.2 °C
- d) Temperatura crítica 25.9 °C
- e) Presión crítica 4836 Kpa
- f) Volumen crítico 133 cc/mol
- g) Densidad crítica 525 Kg/m³
- h) Calor específico 1.549 KJ/Kg°C
- i) Calor específico vapor a presión constante (1 atm.) y 25 °C 0.737 KJ/Kg°C
- j) Calor de vaporización a punto de ebullición a 25°C 239.6 KJ/Kg
- k) Conductividad térmica del líquido a 25°C 0.0779 W/m°C
- l) Viscosidad líquido a 25°C 0.083 Centipoise
- m) Solubilidad del agente limpio en agua a 21 °C 500 ppm

d) FUNDAMENTO DEL EXTINGUIMIENTO DEL FUEGO CON AGENTE LIMPIO

El agente limpio al encontrarse en los cilindros de almacenaje se encuentra en estado líquido debido a la presurización este agente al salir del cilindro se distribuye por la red de tuberías hasta las boquillas de descarga; y la fase líquida del agente limpio al salir de la boquilla se vaporiza rápidamente, cuando es mezclado con el aire, las moléculas del agente limpio se dirigen hacia una fuente de calor, que para poderse evaporar absorben el calor de la flama del fuego (como una esponja absorbe un líquido) hasta que la atmósfera no logra soportar la combustión por la temperatura de enfriamiento.

Las moléculas del aire (oxígeno) al disminuir la temperatura del área cercada por el agente limpio extinguidor causa que estas moléculas tarden en llegar a la fuente del fuego disminuyendo la combustión y provocando posteriormente la extinción del fuego.

e) APLICACIONES Y LIMITACIONES DEL AGENTE LIMPIO

El sistema de supresión de fuego con agente limpio es diseñado para la supresión de fuego de las clases "A", "B" y "C".

El agente limpio posee mínimos riesgos a los seres humanos debido a la baja toxicidad, es utilizado extensivamente donde el área de riesgo es ocupada normalmente por personas, ejemplos de estos sistemas donde se aplican el agente limpio son los siguientes:

- a) Plataforma costeras de petróleo
- b) Procesamiento de gas y petróleo
- c) Turbinas cercadas
- d) Áreas de control de las refinerías
- e) Espacios industriales con techo altos
- f) Espacios requeridos para almacenar
- g) Las estaciones de bombeo
- h) Áreas de telecomunicaciones
- i) Riesgos eléctricos y electrónicos
- j) Líquidos inflamables y gases combustibles

El sistema de supresión de fuego con agente limpio, no agota los componentes del ozono y rápidamente se evapora sin dejar algún residuo.

f) LIMITACIONES DEL AGENTE LIMPIO

Los agentes limpios no deben ser utilizados en los fuegos que implican los siguientes materiales:

- En ciertos químicos o mezcla de químicas, tales como es el nitrato de celulosa y pólvora que se sujeta a la rápida oxidación.
- Materiales reactivos tal como es el litio, potasio, magnesio, titanio, zirconio, uranio y plutonio
- Hidruro de metales
- Los químicos capaces de experimentar la descomposición autotérmica, tal es en cierto peróxido orgánicos e hidracinas.
- Los químicos pirotécnicos que ellos contienen el propio suministro de oxígeno

El sistema de supresión de fuego con agente limpio no debe ser usado en áreas abiertas.

1.3.0 LOS RIESGOS A LOS SERES HUMANOS Y LOS FACTORES AMBIENTALES ⁴

1.3.1 LOS RIESGOS A LOS SERES HUMANOS

Los efectos adverso fisiológicos o toxicológicos adversos para el agente limpio halogenado y el gas inerte en los seres humanos en áreas normalmente ocupadas son:

a) TOXICIDAD.

La exposición innecesaria a todos los tipos de agente limpio halogenados y a los productos de la descomposición que resultan de la exposición del agente limpio halogenado al fuego o las superficies calientes, deben evitarse.

En la tabla no. 2. Proporciona información de los efectos toxicológicos y fisiológicos de la exposición del agente limpio.

TABLA no. 2. Información de toxicidad

AGENTE LIMPIO HALOGENADO	LC ₅₀ O ALC	(NOAEL)	(LOAEL).
HFC-23	> 65 %	50 %	> 50 %
HALON 1301	> 80 %	5 %	7.5 %

Donde:

El **LC₅₀** es la concentración letal para el 50 % de una población de ratas durante una exposición de cuatro horas.

El **ALC** es la concentración letal para las personas aproximadas.

NOAEL (no observable adverse effect level), es la concentración suficiente para el diseño que es permitida para uso en áreas normalmente ocupadas por personas y la concentración mayor que NOAEL no se permite para uso en áreas normalmente ocupadas por personal.

LOAEL (lowest observable adverse effect) es la concentración al nivel más inferior donde los efectos adversos son observados, en los seres humanos.

b) PRUEBA DE TOXICIDAD:

El **LC₅₀** es una prueba de toxicidad aguda para valorar la toxicidad de los agentes limpios de extinción de fuego. Las pruebas en animales (ratas) consisten en exponerlo a inhalar (olfatear) una concentración determinada de los químicos existentes en la prueba durante cuatro horas de exposición; se registra el número de la población de ratas muertas. Esta prueba se realiza a diferentes concentraciones.

c) PRUEBA CARDIOTOXICOLÓGICA.

NOAEL/LOAEL Es una prueba cardiotoxicológica, la cuál es una medida de la concentración que señala el ataque cardiotoxicológico en los seres humanos en una atmósfera que contiene el agente limpio. Se manifiesta por un incremento en el nivel de la adrenalina en el flujo de sangre causado por la tensión en una situación de fuego, la cuál causa irregularidades al palpar el corazón (arritmias).

La prueba en animales consiste en la inhalación (olfatear) una atmósfera que contiene agente limpio durante un periodo de 30 minutos y entonces es administrada una inyección de adrenalina (que un humano genera, en una situación de fuego) y los animales son monitoreados en las palpitations del corazón, son observados los efectos adversos, son registrados y clasificados.

d) ASFIXIA.

Se debe mantener la concentración de oxígeno arriba del 16 por ciento, en este punto al cual ocurre el principio del deterioro funcional de los seres humanos. El agente limpio halogenado debe usarse

en una área normalmente ocupada de grandes concentraciones de personas de 24 por ciento de oxígeno. Como se muestra en la siguiente tabla no. 3

Tabla no. 3 Efectos de dilución del oxígeno.

CONCENTRACIÓN DE OXIGENO (% EN VOLUMEN).	EFFECTOS FISIOLÓGICOS
20.9 — 15	No hay efectos.
15 — 12	Pérdida de rendimiento, creciente confusión y defectuoso juicio, y fatiga.
12 — 10	Rápida fatiga, empeoramiento en la coordinación neuromuscular, empeoramiento en el proceso mental y disturbios en la respiración.
10 — 6	Rápido colapso principal hasta la inconciencia.
< 6	Inconciencia en menos de 60 segundos, provoca la muerte a menos que sea removido a la atmósfera.

e) LOS EFECTOS DEL BIÓXIDO DE CARBONO.

Los efectos fisiológicos y farmacológicos del bióxido de carbono en el cuerpo humano se muestran en la tabla 4

Tabla 4. Efectos fisiológicos del bióxido de carbono.

CONCENTRACION DE CO ₂ , (% EN VOLUMEN)	EFFECTOS FISIOLÓGICOS.
3	Medida de respiración doblada. Exposición límite (10 minutos).
4	Medida de respiración triplicada, aumentando la medida y la forma de las contracciones cardiacas.
5	Respiración cuadruplicada.
7-10	Dyspea, dolor de cabeza, debilidad, confusión y deterioro mental.
10	La concentración registrada más baja, causando fatalidad en el humano (después de 1 minuto).
15	Inconciencia, rigidez muscular y temblor.
20 ó Más	Convulsiones y cesación de la respiración.

Cuando la concentración de CO₂ es de 3-4% los efectos de inhalar CO₂ es el incremento de las contracciones del corazón y la disminución del pH en la sangre (al hacerla más ácida); y esto aumenta la concentración de las hormonas "catecholamine" (adrenalina) circulante en la sangre, con efectos tales como la dilatación de los vasos sanguíneos.

Las concentraciones menores al 3% de CO₂ no causan efectos significativos en el cuerpo humano. La concentración de CO₂ arriba del 10% causa fatalidad en el ser humano a una exposición de 1 minuto. Para el nitrógeno y el argón esta concentración no causa daño en el ser humano.

f) RUIDO.

La descarga del agente limpio halogenado por las boquillas causa fuertes ruidos, que provocan insuficiencia al oír y hasta lesiones graves.

Los niveles de ruido admisibles con respecto al tiempo de exposición son mostrados en la tabla no. 5, cuyas directivas requieren un ambiente acústicamente seguro para los seres humanos; la tabla muestra la exposición prohibida a un nivel superior a 115 decibeles acústicos.

Tabla no. 5. Máxima duración permitida de la exposición a los niveles de ruido.

DURACION/DIA, EN HORAS.	NIVEL DE SONIDO EN DECIBELES ACUSTICOS.
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ O MENOS	115

g) TEMPERATURA FRÍA.

El contacto directo con los líquidos vaporizados existentes en la descarga del sistema de supresión, tiene un efecto violento de enfriamiento en los objetos y puede causar las quemaduras en la piel y provocar dolor.

h) TURBULENCIA.

La descarga a alta velocidad del agente limpio halogenado por las boquillas, es suficiente para mover objetos inseguros, como papel y objetos altos, debido a la turbulencia generada en la cercanía.

i) PRODUCTOS RESULTANTES DURANTE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS AGENTES LIMPIOS.

La mayoría de los agentes limpios contienen "fluorine", que con la presencia del hidrogeno que esta presente dentro del vapor de agua o como resultado de la combustión del mismo agente y a la exposición de altas temperaturas dentro del área de riesgo da como resultado el hidrogeno fluoride (HF), ácidos halogenados (HCl, HBr y Br₂) y pequeñas cantidades de COF₂.

Los productos resultantes de la descomposición tienen un olor amargo y sus concentraciones uníformemente son de pocas partes por millón.

Al mismo tiempo crea una atmósfera nociva e irritante para aquellas personas que deben entrar al área de riesgo, seguido de incendio.

Por lo que para evitar la descomposición de los agentes limpios, se deberá de descargar la cantidad total del agente limpio por los menos en 10 segundos, con lo que se minimiza el agotamiento de oxigeno y la generación de CO y CO₂ y se mantiene una atmósfera a un nivel aceptable.

j) FACTORES AMBIENTALES.

Al seleccionar un agente limpio para proteger un área de riesgo, deben considerarse, los factores ambientales. En la selección del agente limpio apropiado, debe considerarse lo siguiente:

- a) El efecto ambiental potencial de un fuego en el área protegida
- b) El efecto ambiental de varios agentes limpios que deben usarse.

Todos los agentes limpios de supresión de fuego deben usarse de manera que capaz de eliminar o minimizar el impacto ambiental potencial, éste lo rige las normas internacionales que piden minimizar estos impactos y concluyen en lo siguiente:

- a) No funcionar innecesariamente la descarga de prueba.
- b) Considerar el agotamiento del ozono y el impacto al calentamiento global de la atmósfera.
- c) Reciclar el agente limpio, hasta donde sea posible; y
- d) En todas las fases de diseño, instalación, pruebas y mantenimiento de los sistemas usados, estos agentes limpios no deben generar emisiones al ambiente.

1.4.0 REQUERIMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS ANTE EL FUEGO ^{6, 7, 11,12}

a) PROTECCION CONTRA EL FUEGO

La protección contra incendios se divide en dos aspectos primordiales:

- La protección activa contra incendios. Esta tiene como objetivo señalar un comienzo de incendio (detectores de humo, de calor y otros) o controlar y poner en marcha medios de lucha (sistemas de aspersión, extintores automáticos y otros).
- La protección pasiva contra incendios. Consiste en cortar la transmisión del fuego y retardar sus efectos mediante el refuerzo de la resistencia de ciertos elementos estructurales al calor de los incendios, para garantizar su estabilidad mecánica durante un cierto tiempo. También la transmisión del fuego se puede evitar a través del diseño de compartimentos en la edificación, que eviten la propagación del mismo.

Por tanto, a efectos de minimizar los daños en una edificación, los principales materiales a proteger son el acero, el concreto y la madera en cuanto a la estructura se refiere, y los conductos de ventilación o de extracción de humos ya que se convierten en medios muy eficientes de propagación del fuego.

b) PRODUCTOS Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA PROTECCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Existen varios productos y soluciones constructivas que ayudan a la protección de elementos estructurales contra el fuego:

- El fibrocemento. Fabricado a partir de una mezcla de cemento y fibras, usualmente es empleado en las obras en paredes, entrepisos, cielos, fachadas y precintas, debido a su facilidad, rapidez de instalación y bajo peso.
- Poliestireno expandido. Está compuesto por una estructura de poliestireno expandido cubierto con una malla de acero galvanizada de acero electrosoldada, a la cual se le aplica un mortero como recubrimiento.
- Revestimientos intumescentes. A partir de mediados de 1990 se introducen al mercado los primeros productos intumescentes los cuales son capaces de proteger contra el fuego elementos estructurales de acero. Probablemente sean estos los primeros en dar un cambio radical en el uso de productos alternativos a los ya conocidos para proteger estructuras metálicas.

- Productos ignífugos. Se utilizan para retardar el inicio de la combustión de productos combustibles, tales como madera y textiles cuando estos se someten a la acción de una llama incipiente.
- Mortero lanzado. Este producto, constituido principalmente por fibras y aditivos a base de cemento de aspecto rugoso, se ha incorporado últimamente como una solución contra el fuego en estructuras metálicas de acero.
- Láminas de fibrosilicato. Producto de última generación, consiste en láminas de silicato cálcico hidratado, sometidas a autoclave y reforzadas con fibras especiales que las hacen excepcionalmente estables ante el fuego y otras condiciones extremas. Su particular característica de pertenecer a la familia de los refractarios les permite trabajar a temperaturas de 1200°C.
- Concreto celular. El concreto celular autoclavado es un producto de última generación compuesto principalmente por arena, cal, cemento, yeso, agentes expansivos y agua, capaz de entregar buenas propiedades de resistencia al fuego en soluciones de paredes.
- Selladores intumescentes. Productos intumescentes de gran aplicación en el sellado de ductos eléctricos, paso de tuberías de PVC, tuberías metálicas, tratamientos de juntas de dilatación y todo tipo de aberturas dejadas en losas o muros. Estos productos son capaces de mantener compartimentos aislantes con resistencias al fuego de hasta 180 minutos o más

Se pueden encontrar algunas características comunes que permiten su clasificación y análisis, las cuales son de gran utilidad para el constructor, que no debe perderse de vista que el fuego puede “construir” verdaderos hornos de alta temperatura que destruyen la capacidad portante de la estructura.

Tres factores importantes para su desarrollo:

- Los materiales combustibles: mobiliario, revestimientos, equipo electrónico conectado a instalaciones eléctricas sobrecargadas o materiales inflamables descuidadamente almacenados.
- La ventilación: Dependiendo de la cantidad de aire disponible, determina la viveza del fuego y una lenta o rápida combustión.

- La disipación del calor: Este es el factor más peligroso; si el calor no se disipa rápidamente por una adecuada ventilación, la temperatura puede debilitar la estructura y ocasionar derrumbes.

1.4.1 RESISTENCIA AL FUEGO EN ESTRUCTURAS DE ACERO, CONCRETO Y MADERA

a) TEMPERATURAS ORDINARIAS DE SERVICIO

En condiciones de exposición a la intemperie, las temperaturas ordinarias de servicio del concreto pueden ser variables, pues dependen de las características climatológicas del lugar. Considerando situaciones geográficas y climas opuestos.

Los límites inmediatos que producen en el concreto las variaciones de temperatura dentro de los límites operativos ordinarios, corresponden a los cambios de volumen de origen térmico que se manifiestan como expansiones cuando la estructura se calienta y como contracciones cuando se enfría.

b) EFECTOS DE LAS ALTAS TEMPERATURAS EN EL CONCRETO

El concreto es un material incombustible, pero cuando es sometido a temperaturas que exceden el límite ordinario de servicio, se afectan sus propiedades; esto significa que después de sufrir un calentamiento a elevadas temperaturas, el concreto puede conservar su apariencia pero no así sus características y propiedades originales. Durante el calentamiento del concreto, sus componentes se dilatan en función de sus respectivos coeficientes de expansión térmica; de este modo, al exceder una temperatura del orden de 60 a 70° C, la incipiente vaporización del agua libre del concreto origina expansiones diferenciales que aunadas a las producidas por el gradiente térmico, generan presiones internas que microfisuran el concreto. Al rebasar los 100° C, en que prácticamente toda el agua evaporada se elimina, el concreto ya seco continua expandiéndose de una manera sensiblemente proporcional con la temperatura hasta alcanzar un nivel de 300° C, a partir del cual se producen alteraciones intrínsecas que incrementan desproporcionadamente su dilatación y pueden ocasionar su completa ruptura y desintegración si la temperatura continua incrementándose.

c) PROTECCIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO

La estabilidad al fuego, de las estructuras de concreto reforzado, se obtiene mediante la limitación de la elevación de temperatura de los aceros y armaduras incluidos en el concreto. Usualmente durante un incendio el concreto puede presentar cambios volumétricos, pérdida de las capas exteriores, reducción de la resistencia, del módulo de elasticidad y de conductividad térmica.

En una prueba típica de fuego de dos horas de duración en elementos estructurales de concretos, se observará una temperatura superior a los 300°C solamente en los 50 milímetros exteriores del

concreto (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1990). Debido a que en la práctica en la mayoría de las obras los aceros están recubiertos por tan sólo 25 milímetros de concreto, es altamente conveniente proveer de una adecuada protección contra incendios a los elementos de concreto, para compensar la pérdida de resistencia creada por aceros más superficiales.

La Tabla 6 muestra un resumen de los efectos que produce el fuego en el concreto.

Tabla 6 Efectos que produce el fuego en el concreto				
Color	Gris Sin cambio	Rosa a rojo	Gris Rojizo	Amarillo claro
Temperatura	200-300°C	600°C	900°C	1000°C
Resistencia residual (%)	100-80	80-40	40-20	20-0
Características	Disminuye el contenido de humedad. Pérdida de agua evaporable. Tensiones en concreto debido a la expansión del agua.	Remoción del agua combinada químicamente. Aparición de fisuras. Descenso irreversible de la resistencia. Esfuerzos diferenciales.	Pérdida casi total de la resistencia del concreto.	Pérdida total de la resistencia del concreto.

Las vigas de concreto reforzado pueden recibir una protección pasiva contra incendios mediante un revestimiento cortafuego fibroso (lana mineral proyectada), un mortero (producto pastoso a base de vermiculita, por ejemplo) o una pintura intumescente.

Las columnas de concreto reforzado tienen además el requerimiento de una protección mecánica de las partes expuestas a los choques y al roce a fin de preservar la integridad del producto cortafuego. En efecto, cualquier daño sufrido por el producto cortafuego tendría como consecuencia una elevación más rápida de la temperatura en el elemento estructural.

En general se tiene que los revestimientos fibrosos son los más débiles y frágiles y que los morteros pastosos tienen una mejor resistencia mecánica, pero también necesitan una protección contra el movimiento de elementos estructurales. Igualmente las pinturas y los barnices intumescentes se tienen que proteger contra los movimientos.

d) EFECTOS DE LAS ALTAS TEMPERATURAS EN EL ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo también sufre afectación de sus propiedades al ser sometido a elevadas temperaturas.

El acero de refuerzo al llegar a una temperatura del orden de 600 ° C ve reducido su límite de fluencia a una tercera parte de su valor original, aproximadamente, en cuyo caso puede esperarse la falla estructural del elemento de concreto que refuerza, o por lo menos que se produzca en éste una importante deformación permanente.

Debido a la relativamente baja conductividad térmica del concreto, el acero de refuerzo recibe protección del concreto que lo recubre contra los incrementos de temperatura que se generan en el exterior de la estructura.

e) PROTECCIÓN DE ELEMENTOS DE METAL

La estabilidad al fuego de las estructuras metálicas de acero se consigue mediante la limitación de la subida en temperatura de los elementos estructurales. Aunque el acero tiene una alta capacidad de carga, es sumamente vulnerable al fuego, viéndose afectada su ductilidad, la resistencia a la tensión, la dureza, la conductividad térmica y el módulo de elasticidad.

La composición de la aleación del acero es importante para predecir el comportamiento de la estructura. Generalmente elementos de acero sujetos a temperaturas entre 470°C y 550°C presentan problemas de una resistencia insuficiente, lo cual en caso de un incendio, se puede presentar en menos de 10 minutos.

La protección pasiva contra incendios puede consistir en la aplicación sobre el acero de un revestimiento aislante, de tipo fibroso (lana mineral) o pastoso (mortero de vermiculita) o en algunos casos de tipo intumescente (pintura, barniz). El revestimiento aislante provee mayor protección que el de tipo intumescente.

En general se busca que la aplicación del producto contra fuego sea homogénea y en ningún caso su espesor debe ser menor al especificado para el grado de protección buscado.

La aplicación de pinturas intumescentes usualmente se usa cuando se requiere dejar elementos arquitectónicos visibles.

Las columnas (ver figuras 2 y 3) tienen además el requerimiento de una protección mecánica de las partes expuestas a los choques y al roce, a fin de preservar la integridad del producto cortafuego.

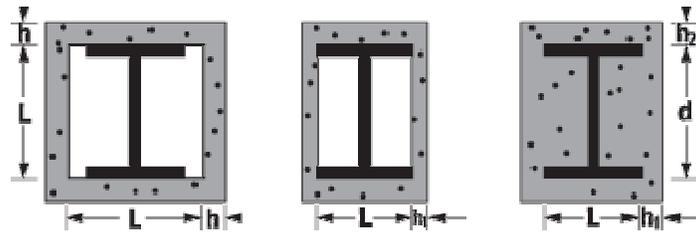


Figura 2
Opciones para proteger columnas de acero con concreto.

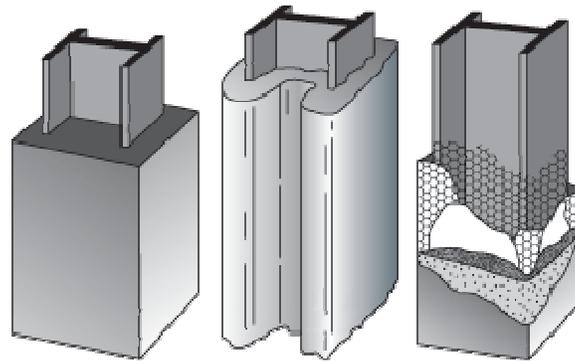


Figura 3
Columnas de acero protegidas con concreto.

f) PROTECCIÓN DE ELEMENTOS DE MADERA

La resistencia al fuego de la madera está afectada por su densidad, los defectos naturales y su contenido de humedad. La estabilidad al fuego de las estructuras de madera se consigue limitando la subida de temperatura de la misma. De hecho, la madera empieza a emitir sustancias inflamables a partir de temperaturas del orden de 300°C . Esa temperatura está considerada como el límite que se pueda admitir para estructuras de madera.

Los productos retardantes de fuego (pinturas y barnices) que se aplican en la madera generalmente se clasifican en tres categorías:

- Aquellos que se incorporan directamente a productos compuestos de madera durante su fabricación.

- Los que se impregnan a través de medios a base de presión en madera contrachapada, madera sólida y otros tipos de productos.
- Los que se aplican sobre la superficie de la madera después de que ésta sea instalada.

g) DAÑOS DE LAS ESTRUCTURAS POR EL FUEGO

Existen diversos factores que influyen en el comportamiento de una estructura de concreto al ser expuesto a las elevadas temperaturas de un incendio, entre los cuales cabe destacar:

- 1) El proceso térmico a que se expone la estructura, definido por la velocidad, duración y temperatura máxima de calentamiento
- 2) El nivel de esfuerzo a que se encuentra sometido el concreto durante la acción del proceso térmico
- 3) La naturaleza y porosidad de los materiales
- 4) El estado de humedad del concreto previo al calentamiento.

A estos factores deben de añadirse otros que son propios de cada estructura en lo individual, tales como las dimensiones, condiciones de refuerzo, espesores de recubrimientos y restricciones para el cambio de volumen de los elementos estructurales

1.4.2 PREVISIONES CONTRA INCENDIO ¹⁰

Dado que la seguridad de una estructura contra un incendio es tan importante como su diseño contra los distintos factores como sismos, viento, etc, por lo que se contempla dentro del reglamento de construcciones del Distrito Federal en los siguientes artículos:

ARTÍCULO 90.-

Para efectos de este Capítulo, las edificaciones se clasifican en función al grado de riesgo de incendio de acuerdo con sus dimensiones, uso y ocupación, en: riesgos bajo, medio y alto, de conformidad con lo que se establece en las Normas.

ARTÍCULO 91.-

Para garantizar tanto el acceso como la pronta evacuación de los usuarios en situaciones de operación normal o de emergencia en las edificaciones, éstas contarán con un sistema de puertas,

ventilaciones y circulaciones horizontales y verticales con las dimensiones mínimas y características para este propósito, incluyendo los requerimientos de accesibilidad para personas con discapacidad que se establecen en este Capítulo y en las Normas.

En las edificaciones de riesgos bajo y medio a que se refiere el artículo anterior, el sistema normal de acceso y salida se considerará también como ruta de evacuación con las características de señalización y dispositivos que establecen las Normas.

En las edificaciones de riesgo alto a que se refiere el artículo anterior, el sistema normal de acceso y salida será incrementado con otro u otros sistema complementario de pasillos y circulaciones verticales de salida de emergencia. En ambos sistemas de circulación, el normal y el de salida de emergencia, se considerarán rutas de evacuación y contarán con las características de señalización y dispositivos que se establecen en las Normas.

La existencia de circulaciones horizontales o verticales mecanizadas tales como bandas transportadoras, escaleras eléctricas, elevadores y montacargas se considerará adicional al sistema normal de uso cotidiano o de emergencia formado por vestíbulos, pasillos, rampas y escaleras de acceso o de salida.

ARTÍCULO 92.-

La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, a una circulación horizontal o vertical que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o al vestíbulo de acceso de la edificación, medidas a lo largo de la línea de recorrido, será de cincuenta metros como máximo en edificaciones de riesgo alto y de sesenta metros como máximo en edificaciones de riesgos medio y bajo.

ARTÍCULO 99.-

Salida de emergencia es el sistema de circulaciones que permite el desalojo total de los ocupantes de una edificación en un tiempo mínimo en caso de sismo, incendio u otras contingencias y que cumple con lo que se establece en las Normas; comprenderá la ruta de evacuación y las puertas correspondientes, debe estar debidamente señalizado y cumplir con las siguientes disposiciones:

- I. En los edificios de riesgo bajo y medio se debe asegurar que todas las circulaciones de uso normal permitan este desalojo previendo los casos en que cada una de ellas o todas resulten bloqueadas. En los edificios de riesgo alto se exigirá una ruta adicional específica para este fin;
- II. Las edificaciones de más de 25 m. de altura requieren escalera de emergencia, y
- III. En edificaciones de riesgo alto hasta de 25 m. de altura cuya escalera de uso normal desembarque en espacios cerrados en planta baja, se requiere escalera de emergencia.

ARTÍCULO 109.-

Las edificaciones deben contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendio deben mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento, para lo cual deben ser revisados y probados periódicamente.

En las obras que requieran Visto Bueno de Seguridad y Operación según el artículo 69 de este Reglamento, el propietario o poseedor del inmueble llevará un libro de bitácora donde el Director Responsable de Obra registrará los resultados de estas pruebas, debiendo mostrarlo a las autoridades competentes cuando éstas lo requieran.

Para cumplir con el dictamen de prevención de incendios a que se refiere la Ley del H. Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal, se deben aplicar con las disposiciones de esta Sección y con lo establecido en las Normas.

ARTÍCULO 69.-

Requieren el Visto Bueno de Seguridad y Operación las edificaciones e instalaciones que a continuación se mencionan:

- I. Escuelas públicas o privadas y cualquier otra edificación destinadas a la enseñanza;
- II. Centros de reunión, tales como cines, teatros, salas de conciertos, salas de conferencias, auditorios, cabarets, discotecas, peñas, bares, restaurantes, salones de baile, de fiesta o similares, museos, estadios, arenas, hipódromos, plazas de toros, hoteles, tiendas de autoservicio y cualquier otro con una capacidad de ocupación superior a las 50 personas;
- III. Instalaciones deportivas o recreativas que sean objeto de explotación mercantil, tales como canchas de tenis, frontenis, squash, karate, gimnasia rítmica, boliches, albercas, locales para billares o juegos de salón y cualquier otro con una capacidad de ocupación superior a las 50 personas;
- IV. Ferias con aparatos mecánicos, circos, carpas y cualesquier otro con usos semejantes. En estos casos la renovación se hará además, cada vez que cambie su ubicación, y
- V. Ascensores para personas, montacargas, escaleras mecánicas o cualquier otro mecanismo de transporte electromecánico.

ARTÍCULO 110.-

Las características que deben tener los elementos constructivos y arquitectónicos para resistir al fuego, así como los espacios y circulaciones previstos para el resguardo o el desalojo de personas

en caso de siniestro y los dispositivos para prevenir y combatir incendios se establecen en las Normas.

ARTÍCULO 111.-

Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra deben tomarse las precauciones necesarias para evitar incendios, y en su caso, para combatirlos mediante el equipo de extinción adecuado de acuerdo con las Normas y demás disposiciones aplicables.

Esta protección debe proporcionarse en el predio, en el área ocupada por la obra y sus construcciones provisionales.

Los equipos de extinción deben ubicarse en lugares de fácil acceso y se identificarán mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

ARTÍCULO 139.-

Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

I. Grupo A: Edificaciones cuya falla estructural podría constituir un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, depósitos de sustancias flamables o tóxicas, museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, y otras edificaciones a juicio de la Secretaría de Obras y Servicios.

II. Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen en:

a) Subgrupo B1: Edificaciones de más de 30 m. de altura o con más de 6,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 de este Reglamento, y construcciones de más de 15 m. de altura o más de 3,000 m² de área total construida, en zona III; en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo: acceso y escaleras, incluyendo las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje;

b) Edificios que tengan locales de reunión que puedan alojar más de 200 personas, templos, salas de espectáculos, así como anuncios autosoportados, anuncios de azotea y estaciones repetidoras de comunicación celular y/o inalámbrica, y

c) Subgrupo B2: Las demás de este grupo.

Referencias:

- 1.- NMX-S-044-1987 Seguridad-tecnología del fuego-terminología.
- 2.- NOM-002-STPS-2000 Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- 3.-NOM-105-STPS-1994 Seguridad-tecnología del fuego-terminología.
4. - Standard of the national fire protection association No. 2001 "Clean agent fire extinguishing systems " (NFPA-2001).
- 5.- NRF-019-PEMEX-2001 Protección contra incendio en cuartos de control que contienen equipo electrónico.
- 6.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (Publicado en la gaceta oficial del Distrito Federal el 29 de enero del 2004).
- 7.- José de Jesús carrillo Becerril, "Instalaciones Complementarias". Escuela de arquitectura, México, 1997.
- 8.- KIDDE FE-13 "Clean Agent Systems"
- 9- Manual SPCO GIP Pemex
- 10.- Gaceta oficial del distrito Federal, "Normas técnicas complementarias". México, 2004
- 11.- asesores en Emergencias y desastres S.de R.L. de C.V.(www.Asemde.com)
- 12.- WWW. IMCYC.COM.MX

CAPITULO 2
COMPONENTES DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE
FUEGO HFC-23

2.1.0 SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO ^{4,5}

El sistema de supresión de fuego deberá estar constituido por lo siguientes elementos y dispositivos:

- Banco de cilindros con agente limpio y bastidor para cilindros
- Tubería metálica y accesorios
- boquillas de descarga
- Señalización (letreros de identificación)
- Instrumentación: detectores de humo, equipos de control, alarmas visibles y audibles
- Extintores portátiles (equipo contra incendio complementario)

2.1.1 BANCO DE CILINDROS CON AGENTE LIMPIO Y BASTIDOR PARA CILINDROS

El suministro del agente limpio al sistema contra incendio se realiza a través de cilindros de almacenaje diseñados para cada tipo de agente limpio.

Los cilindros de almacenaje no deberán de sobrepasar las características marcadas dentro de la tabla no.7. Debido a que los agentes limpios son considerados como gases “licuados”, al encontrarse comprimidos a una temperatura de 70°F (21°C), la presión interna, es significativamente afectada por la densidad del llenado y por la temperatura. A mayores temperaturas, la presión se incrementa rápidamente y con ello, aumenta el riesgo para el personal y la propiedad. Por eso es muy importante respetar lo especificado para la máxima densidad de llenado.

Cada cilindro debe tener un indicador de presión (manómetro) para indicar la presión interna del cilindro y la característica que tendrá es de tres áreas claramente distinguible para señalar:

- a) El rango de presión en que se requiere recarga
- b) El rango de presión para operación normal
- c) El rango de sobrepresión del contenido del cilindro

Tabla no. 7. Características de los cilindros de almacenamiento para el agente limpio HFC-23

El agente limpio.	Máxima densidad de llenado para las condiciones listadas más adelante	Presión mínima de diseño del cilindro, igual a la presión de trabajo (Psig).	Presión total igual a 70° F (21° c)
HFC-23	54.0 lb/ft ³ (865 kg/m3)	500 Psig (3448Kpa)	608.9 Psig (4199 Kpa)

Además el cilindro contara con válvulas de descarga y tendrá un dispositivo de seguridad (relevo) para prevenir el exceso de presión arriba del 10% de la presión de trabajo máxima permisible. Se contara con tapones roscados para cubrir la descarga y el puerto de actuación de cada cilindro para cuando no estén conectados a su respectivo sistema contra incendio.

Cada cilindro contara con una placa de identificación resistente al maltrato y a la corrosión para indicar:

- a) Nombre del agente limpio contenido.
- b) Peso y/o volumen del agente limpio contenido.
- c) Presión y temperatura normal, dentro del cilindro.
- d) Número de serie, modelo y marca del fabricante.

La presión máxima de operación del sistema de supresión de fuego nunca deberá exceder a lo indicado en la tabla no.8. a condiciones ambientales para evitar problemas tales como: elongaciones, latigues y fracturas.

Los cilindros de almacenamiento del agente limpio son de las siguientes capacidades:

- 65 lb (29.4 Kg).
- 112 lb (50.8 Kg).

En la tabla 8. Se muestra las capacidades y condiciones de los cilindros de almacenaje del agente limpio HFC-23

Tabla no.8. Capacidades y condiciones de los cilindros de almacenaje del agente limpio.

PESO BRUTO.									
DIMENSIONES DE LOS CILINDROS.		RANGO DE LLENADO.		PESO VACIO.		LLENADO MINIMO.		LENADO MAXIMO.	
Lb.	Kg.	Lb.	Kg.	Lb.	Kg.	Lb.	Kg.	Lb.	Kg.
65	29.4	43-65	19.5-29.4	115	52.2	158	71.7	180	81.6
112	50.8	60-112	27.2-50.8	188	85.3	248	112.5	300	136.1

Los cilindros de almacenaje del agente limpio son fabricado de acero y la temperatura de almacenaje recomendada de los cilindros es de:

-40°F hasta 130° F (-40°C hasta 55°C)

En la tabla no. 9 y Anexo No. 1. Son mostradas las dimensiones de los cilindros de almacenaje del agente limpio HFC-23.

Tabla no.9 Las dimensiones de los cilindros de almacenaje

DIMENSIONES DE LOS CILINDROS.	ALTURA.		DIAMETRO.		VOLUMEN.	
	PULGADAS	MM.	PULGADAS	MM.	PIES ³	M ³
65 lb (29.5 Kg.)	51	1295	9	229	1.53	0.043
112 lb (50.8 Kg.)	58	1473	10.5	267	2.36	0.067

En la tabla no.10 se muestra la cantidad de cilindros que son permitidos para utilizarse, así como el número de boquillas permisibles para tales capacidades de agente limpio.

Tabla no.10 Las capacidades de cilindros permisibles, el llenado con agente limpio y las cantidades de boquillas.

Cilindro por cantidad	Cantidad mínima de agente limpio	Cantidad máxima de agente limpio	1 boquilla	2 boquilla
65x1	43 lbs.(19.50 kg)	65 lbs.(29.40 kg)	X	
112x1	66 lbs.(30.00 kg)	112 lbs.(50.80 kg)	X	
112x2	120 lbs.(54.50 kg)	224 lbs.(10.60 kg)		X
112x3	225 lbs.(102.0 kg)	336 lbs.(152.40 kg)		X

2.1.2 UBICACIÓN DE LOS CILINDROS DE ALMACENAMIENTO DEL AGENTE LIMPIO

El cilindro de almacenaje del agente limpio debe ser localizado tan cerca como sea posible hasta o dentro del área de riesgo o las áreas de riesgo que sean protegidos con agente limpio.

El cilindro deberá estar ubicado en el área más segura y de fácil acceso par evitar la posibilidad de que sea expuesto al fuego, provocando en el cilindro una sobre presión, además de las severas condiciones atmosféricas o los daños provocados por causas mecánicas, químicas o otras causas. Además esta ubicación permite que el sistema sea operado manualmente por las personas y se pueda cambiar los cilindros vacíos con facilidad.

2.1.3 BASTIDOR ⁷

El bastidor permite colocar a cada uno de los cilindros de almacenamiento de agente limpio para fijarlo en forma segura, así mismo la válvula cabezal de control, tubo flexible, cabezal de descarga y demás componentes del banco de cilindros.

Cada bastidor debe tener un letrero resistente al maltrato y a la corrosión en el que se indica:

- El nombre del agente limpio contenido
- El nombre del área protegida
- El procedimiento par el diseño manual del banco de cilindros
- El procedimiento del mantenimiento del equipo que forma este paquete.

Para ver características del bastidor (Anexo No.2)

2.2.0 TUBERÍA METÁLICA Y ACCESORIOS ^{4,5, 7}

La tubería en el sistema de distribución del agente limpio de los cilindros de almacenamiento al área de inundación total, debe ser lo más corta posible y con el menor número de quiebres para evitar la pérdida de presión y el aumento del tiempo de descarga hasta el área de inundación total.

La tubería debe ser de un material no combustible que tenga características físicas y químicas, que resistan la tensión, corrosión y atmósferas severamente corrosivas.

La presión interna usada para el cálculo del diámetro y el espesor del tubo debe ser la máxima presión en el cilindro a la máxima temperatura de almacenaje de no menos que 130 °F (55°C) usando la máxima densidad de llenado permisible; no obstante en ningún caso debe ser usado el valor de la presión menor que la siguiente:

Para HFC-23 usa una presión interna de 2250 psig(15,514 Kpa) a 130°F(55°C), La tubería de acero usada en el sistema HFC-23 debe de cumplir los siguientes requerimientos:

La tubería de acero negro o galvanizado debe cumplir lo siguiente:

- Tubo de 1/8" hasta 3/4" cedula 40
- Tubo de 1" hasta 4" cedula 80
- Tubo ASTM A-106 sin costura grado A, B, C
- Tubo ASTM A-56 sin costura grado A, B, C
- Tubo soldado eléctrico grado A o B

Para características de la tubería ver anexo no. 3 y no.4

No debe usarse tubo ASTM-120, ASTM A-53 clase F soldada en horno y tubo de metal hierro y no metálico

2.2.1 LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA TUBERÍA PARA LOS SISTEMAS DEL AGENTE LIMPIO ⁴

1) Las limitaciones en la tubería para poder ser usadas por los sistemas de agente limpio(o algún flujo presurizado) serán determinadas por:

- a) La presión máxima esperada dentro del tubo
- b) El material de construcción del tubo, la resistencia a la tensión del material, la fabricación, producción de materiales resistentes y las limitaciones del material a la temperatura.
- c) Los métodos de unión de la tubería (roscado, soldado, bridado, etc.)
- d) El método de construcción del tubo (sin costura, ERW (soldado con resistencia eléctrica, etc)).

- e) Diámetro del tubo; y
- f) Espesor de la pared del tubo.

2) Los cálculos son basados en lo siguiente:

- a) El cálculo contenido aquí, solo aplica para tubo de acero conforme al ASTM A-53 o ASTM A-106.

3) La ecuación básica para determinar el mínimo espesor de pared para la tubería bajo presión interna es:

$$t = (P D / 2 SE) + A \text{ ----- Ecuación No.1}$$

Donde:

t = Espesor de la pared requerido (pulgada)

D = Diámetro exterior del tubo (pulgada)

P = Presión máxima permisible (Psi)

SE = Tensión máxima permisible (incluyéndose la eficiencia de la junta)(Psi)

A = Asignación para la junta (unión) roscarse y bridarse, etc. (pulgada)

Para estos cálculos:

A = Profundidad de la rosca para la conexión roscada

A = Profundidad de la brida para conexión para el corte de la brida

El termino SE es definido como ¼ de la resistencia a la tensión del material o 2/3 de la resistencia producida (cualquiera que sea menor) multiplicada por el factor de la eficiencia de la junta (unión).

Los factores de la eficiencia de la junta (unión) son:

- a) 1.00 para junta sin costura
- b) 0.85 para ERW(soldado con resistencia eléctrica)

4) La ecuación básica puede ser escrita para resolver P, y determinar la máxima presión permisible para cuando un tubo tiene un espesor de pared nominal t:

$$P = 2 SE (t - A) / D \text{ ----- Ecuación No. 2}$$

La presión máxima permisible P no tiene que ser excedida. La cual se encuentra marcada dentro de la tabla no.11-a. Los valores de presión calculada (P) son basados en presencia de la temperatura máxima de almacenaje del agente limpio de 130° F (55°C)

5) Si la temperatura de almacenaje es elevada para un sistema dado, la presión interna debe ser ajustada para una presión máxima y una temperatura máxima. En función de estos cálculos todas las juntas roscadas, bridadas o soldadas, deben de estar dentro del estimado.

6) La siguiente tabla no.11. Tiene los valores para SE.

Tabla no.11 Tensión máxima permisible

TUBERÍA	MATERIAL	VALOR DE SE
Tubo sin costura grado C	ASTM-106	17,500 psi (1,230.4 Kpa)
Tubo sin costura grado B	ASTM-53	15,000 psi(1,054.6 Kpa)
Tubo sin costura grado B	ASTM-106	15,000 psi(1,054.6 Kpa)
Tubo sin costura grado A	ASTM-53	12,000 psi(843.7 Kpa)
Tubo sin costura grado A	ASTM-106	12,000 psi(843.7 Kpa)
Tubo ERW grado B	ASTM-53	12,800 psi(899.9 Kpa)
Tubo ERW grado A	ASTM-53	10,200 psi(717.1 Kpa)

Tabla no. 11- a Presión máxima permisible

AGENTE LIMPIO	PRESIÓN DE CARGA INICIAL	MÍNIMA PRESIÓN CALCULADA
HFC-23		2250 psig(15,514 Kpa)

7) La máxima tensión permisible (SE) debe ser incrementada o excedida por un 20% en la duración de la presión (o temperatura) al realizarse la descarga del agente limpio.

Tabla no.12 Tensión máxima permisible

TUBERÍA	MATERIAL	VALOR DE SE EXCEDIDO 20%
Tubo sin costura grado C	ASTM-106	21,000 psi(1,476.4 Kpa)
Tubo sin costura grado B	ASTM-53	18,000 psi(1,265.5 Kpa)
Tubo sin costura grado B	ASTM-106	18,000 psi(1,265.5 Kpa)
Tubo sin costura grado A	ASTM-53	14,400 psi(1,012.4 Kpa)
Tubo sin costura grado A	ASTM-106	14,400 psi(1,012.4 Kpa)
Tubo ERW grado B	ASTM-53	15,360 psi(1,079.9 Kpa)
Tubo ERW grado A	ASTM-53	12,240 psi(860.6 Kpa)

Esto permite que la máxima tensión sea excedida en un 20 %, si se presentara una variación de la presión (o temperatura) cuando menos del 1 % durante 24 horas. Esto como consecuencia que la tubería se encuentra despresurizada y que el tiempo de descarga satisface estos criterios, para lo cual se tomarán los valores de SE incrementados un 20% para el cálculo de la tubería.

La tubería debe ser pintada en color rojo y marcada con una identificación en color blanco y letras legibles, con los siguientes datos:

- a) Número de línea
- b) Dirección del flujo y
- c) Clave del flujo manejado

8) Las juntas del tubo son las siguientes:

- a) Roscadas
- b) Soldada
- c) Soldada con latón(broncear)
- d) Bridada
- e) Compresión

En La junta soldada y soldada con latón, la aleación debe tener un punto de fusión debajo de 1000°F (538°C). A todas las juntas roscadas macho se le aplicara el lubricante de sello, solo a las roscas macho y hembra.

Las juntas deben ser diseñadas para la máxima condiciones de presión interna y temperatura, en función del tipo de agente limpio a utilizar.

2.2.2 ACCESORIOS ^{4,5 y78}

Los accesorios deben de tener una mínima presión de trabajo igual hasta o más grande que la presión máxima en el cilindro a 130°F(54°C), cuando es llenado para la máxima densidad de llenado permisible para el agente limpio usado. Para los sistemas que emplean el uso de un dispositivo de reducción de presión en la tubería de distribución, los accesorios vena abajo del dispositivo debe tener una mínima medida de presión de trabajo igual o más grande que la máxima presión anticipada en la tubería vena abajo.

En la tabla no.13 se muestra los accesorios para los sistemas de tubería con el rango de presión, los accesorios aceptados y sus dimensiones.

Tabla no.13 Los accesorios para el sistema de tubería

AGENTE LIMPIO	PRESIÓN INICIAL	ACCESORIOS ACEPTADOS	MÍNIMA DIMENSIÓN DEL TUBO
HFC-23	609 psig(4,199 Kpa)	Clase 300, hierro maleable o dúctiles	2 pulg. NPS
		Medida 100-lb, hierro dúctil o acero forjado	> 3 pulg. NPS
		Clase 300 las juntas bridadas	Todos(vena abajo de alguna válvula de corte o en el sistema que no tiene válvula de corte)
		Clase 600 las juntas bridads	Todos(vena arriba de alguna válvula)

Los accesorios de hierro fundido no deben emplearse y los accesorios de clase 150 lb no deben ser usados a menos que se demuestre que podrán emplearse al cumplir con los cálculos de la tensión del ANSI.

a) VÁLVULAS

Para las válvulas utilizadas en el sistema de supresión de fuego, su material de construcción debe ser resistente a la corrosión. Las válvulas deben ser protegidas contra daños mecánicos, químicos u otras causas.

Los componentes de la válvula como todos los empaques, los o-ring y los sellos deben ser compatibles con el agente limpio utilizado y no se debe de utilizar estos componentes con material fabricado de elastómeros.

Las válvulas utilizadas en el sistema de supresión de fuego con agente limpio son:

- La válvula del cilindro de almacenaje del agente limpio.
- La válvula check.

La válvula del cilindro permite la salida del agente limpio al cabezal de descarga a la cual se le conecta un tubo flexible y por una salida lateral de la misma válvula permite el relevo de presión el cual cuenta con un disco de ruptura en la parte superior de la válvula se localiza un vástago por el cual se puede realizar la apertura por medio de un dispositivo que es operado automáticamente o manualmente.

La válvula check es usada ampliamente en los grupos múltiples de cilindros. La válvula check proporciona el cerrado y la separación del cilindro de almacenaje de otros cilindros de almacenaje en el cabezal de descarga para permitir realizar el cambio en el sistema mientras otros cilindros realizan la descarga, Otra función de la válvula check es la de separación de los cilindros principales de reserva.

b) BOQUILLA DE DESCARGA

Las boquillas de descarga, es el componente final del sistema de supresión de fuego y su función es el dispersar el agente limpio, dentro del área de inundación total. La cantidad y características de las boquillas deben ser las que resulten del cálculo de acuerdo al área protegida con una concentración uniforme en porcentaje en volumen de acuerdo al tipo de agente limpio que será utilizado.

La boquilla de descarga debe ser de material resistente y de acuerdo al agente limpio utilizado. Por lo regular el material de la boquilla es de latón con rosca hembra y disponible en diámetros de 1 ½ pulgada y 2 pulgadas. Cada diámetro de la boquilla viene en dos modelos de dispersión de agente limpio que es de 180° y 360°.

La boquilla de descarga del modelo 180° es diseñada para instalarse en el techo cerca de los muros para cubrir con el agente limpio sobre todas las esquinas del cercado. La boquilla de 360° es diseñada para instalarse en el centro del techo del área de riego. Todas las boquillas deben de instalarse en una posición vertical con la boquilla dirigida hacia abajo.

2.3.0 LOCALIZACION Y ELECCIÓN DE LA BOQUILLA DE DESCARGA

a) ALTURA AL TECHO.

La máxima altura de la boquilla del piso terminado al techo, para obtener una dispersión adecuada del agente limpio del cercado esta mostrada en la tabla no.14.

Tabla no.14. Máxima elevación de la boquilla.

CAPACIDAD DEL CILINDRO POR CANTIDAD DE CILINDROS	MAX. ELEVACIÓN
65 POR 1	18 PIES (5.5 METROS).
112 POR 1	18 PIES (5.5 METROS).
112 POR 2	25 PIES (7.6 METROS).
112 POR 3	25 PIES (7.6 METROS).

b) AREA DE COBERTURA DE LA BOQUILLA

Las dos boquillas de 180⁰ y 360⁰ tiene probado para la máxima área de alcance usado un área de 30 pies de ancho por 30 pies de largo (9.1 m por 9.1 m). (Ver anexo No. 5), basado en este parámetro, la máxima área de alcance para cada boquilla es descrito con una línea recta de la distancia de la boquilla a la última esquina del espacio protegido. En la tabla no.15. Son mostradas las distancias máximas.

Tabla no.15 La distancia máxima de la boquilla en línea recta.

BOQUILLA.	DISTANCIA "D" (PIES).	DISTANCIA "D" (METROS).
180 ⁰	33.5	10.2
360 ⁰	21.2	6.4

c) POSICIÓN DE LA BOQUILLA.

Las boquillas deben instalarse con orificios debajo de 6 pulgadas \pm 2 pulgadas (15 cm \pm 5 cm) y la boquilla de 180⁰ se debe localizar 12 pulgadas \pm 2 pulgadas (30 cm \pm 5 cm) de distancia del lado del muro.

Las boquillas de 180⁰ (Modelo de descarga 180⁰ con cobertura de 30 pies por 30 pies) sean localizadas en el centro de un muro con un rango de elevación de 1 pie mínimo hasta 25 pies máximo. La boquilla debe instalarse con los orificios dirigidos hacia abajo del cercado a 6 pulgadas \pm 2 pulgadas (15 cm \pm 5 cm) abajo del techo. Para cercados debajo de 2 pies de elevación (altura del cercado) la boquilla debe ser localizada a no más de media elevación abajo del techo. Las boquillas de 180⁰ deben orientarse con los orificios radiantes simétricos hacia el exterior.

Las boquillas de 360⁰ (Modelo de descarga de 360⁰ con cobertura de 30 pies por 30 pies) sean localizadas en el centro del cercado; para cercados con elevaciones de 1 pie mínimo hasta

25 pies máximo, la boquilla deben ser instaladas con orificios a 6 pulgadas \pm 2 pulgadas (15cm \pm 5 cm) abajo del techo. Para los cercos de elevaciones inferiores a 2 pies de altura, la boquilla debe ser localizada a no más de media altura abajo del techo.

Las boquillas deben montarse perpendicularmente a la superficie del techo. La boquilla serán permanentemente marcadas con una etiqueta o marca que contendrá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Número de partida
- Código de orificio
- Diámetro del orificio

El marcado de la boquilla debe ser legible

Las boquillas deben de llevar una protección, disco o dispositivo para prevenir la introducción de materiales extraños que pudieran obstruir la salida de la boquilla; estos dispositivos no deben obstruir el orificio de descargas cuando entre en operación el sistema de supresión de fuego.

En el anexo No. 6, 6a, 6by 6c se muestra la típica instalación de una boquilla simple y en las tablas no. 16, 17 y 18. Se muestra las características del sistema.

Tabla no.16 Arreglo de la tubería-sistema simple de la boquilla

CILINDRO	DIÁMETRO DEL TUBO	MÁX. LONGITUD "A"	MÁX. CODOS	MÁX. ALTURA	DIMENSIÓN DE LA BOQUILLA
65 lb (29.40kg)	1 ½ pulg. (38 mm)	40 pies (12.20 metros)	4	18 pies (5.5 metros)	1 ½ pulg. (38 mm)
112 lb(50.80 kg)	1 ½ pulg. (38 mm)	33 pies (10.10 metros)	4	18 pies (5.5 metros)	1 ½ pulg. (38mm)

Tabla no. 17 Arreglo de la tubería-sistema de dos boquillas

CAPACIDA DEL CILINDRO	DIAMETRO DEL TUBO		LONGITUD DEL TUBO		NÚMERO DE CODOS	
	Sección "A"	Sección "B"	Sección "A"	Sección "B"	Sección "A"	Sección "B"
112 lb por 2 (50.80kg por 2)	3 pulg. (76 mm)	2 pulg.(51 mm)	28 pies (8.5 metros)	30 pies (9.10 metros)	3	2
112 lb por 3 (50.80kg por 2)	3 pulg. (76 mm)	2 pulg.(51 mm)	28 pies (8.5 metros)	30 pies (9.10 metros)	3	2

Tabla no.18 Arreglo de la tubería –sistema de dos boquillas

CAPACIDAD DEL CILINDRO	ALTURA MÁXIMA	DIMENSIÓN DE LA BOQUILLA ROSCADA
112 lb por 2 (50.80kg por 2)	25 pies (7.6 metros)	2 pulg. (51 mm)
112 lb por 3 (50.80kg por 3)	25 pies (7.6 metros)	2 pulg. (51 mm)

2.4.0 SEÑALIZACION (LETREROS DE IDENTIFICACIÓN)

Los letreros de identificación o placas, se ubicaran dentro y fuera del área que es protegida con agente limpio y su objetivo es de carácter informativo, advertencia y aviso.

Los letreros deben ser fabricados a base de acrílico o aluminio.

- a) Los letreros deben ser fabricados a base de acrílico translucido con acabado luminiscente, fondo en color rojo bermellón, leyenda y logotipo en color blanco; y el acrílico debe tener un espesor mínimo de 0.12 pulgadas (3 mm) y tener un terminado en sus bordes y esquinas libre de asperezas.
- b) Los letreros de aluminio deben ser de espesor mínimo de 0.032 ± 0.003 pulgadas (0.8128 \pm 0.0762 mm) y sus bordes terminados es esquina y libres de asperezas; el acabado luminiscente, el fondo de color rojo bermellón, la leyenda y logotipo en color blanco y acabado de esmalte.

El acabado luminiscente se debe recargar a sí mismo en forma automática cuando se expone por pocos segundos a cualquier fuente de luz (natural o artificial), la luminiscencia no debe ser radioactiva, ni tóxica, ni biodegradable.

Todos los letreros deben ser sujetados con tornillos, remache pop, mensula, poste, etc.

Las dimensiones de los letreros deben ser mínimo de 10 pulgadas (25.4 cm) x 5 pulgadas (12.7 cm) con un tamaño mínimo de letra de 0.59 x 0.98 pulgadas (1.5 x 2.5 cm) y un ancho de línea de letra de 0.196 pulgadas (0.5 cm). Los letreros deben ser visibles aun en presencia de humo muy denso y se instalarán en el sistema de tubería y en la entrada y salida del área a proteger con el sistema de supresión de fuego.

Algunos ejemplos de letreros son descritos en el anexo no.8.

2.5.0 INSTRUMENTACION ^{4,5y 7}

2.5.1 DISPOSITIVOS DE IDENTIFICACION

La detección automática debe ser usada en el área de riesgo con un dispositivo capaz de detectar e indicar una condición anormal en el área de riesgo tal como las siguientes:

- Calor
- Flama
- Humo
- Vapores combustibles

En el proceso de selección del sistema de detección se debe considerar las condiciones ambientales del área de riesgo. El dispositivo apropiado para las condiciones ambientales y la sensibilidad del dispositivo es muy importante para poder prevenir la descarga no deseada, a la vez que el sistema de control de una pronta actuación de detección tenga una variación al registrar la condición que causa el riesgo, dando una señal equivocada.

Se tiene dos tipos de detectores básicos como a continuación se indica:

a) DETECTOR DE FUEGO AUTOMÁTICO (UV/IR). Monitorea la existencia de un indicio de fuego en el área de riesgo (abierta o cerrada) por medio de detectores tipo (UV/IR). El detector UV detecta la onda de luz ultravioleta del fuego y el detector IR detecta la onda de luz infrarroja del fuego.

b) DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE AUTOMÁTICO. Monitorea la concentración de gas combustible en el área de riesgo (abierta o cerrada). El sensor del detector de gas combustible consiste de un par de elementos los cuales funcionan bajo el principio de oxidación catalítica, uno de los elementos activo catalítico y el otro activo los cuales se ven incrementados en proporción a la concentración del gas detectado.

2.5.2 DETECTORES DE HUMO

El detector de humo es un dispositivo que detecta las partículas visibles o invisibles de combustión, y los diferentes tipos de detectores son los siguientes:

a) DETECTOR DE HUMO IONIZACIÓN.

Los detectores de humo se basan en el principio de usar una pequeña cantidad de material radiactivo (como fuente de ionización se emplea el americio 241) hasta ionizar el aire entre dos electrodos diferencialmente cargados, estos electrodos tienen una cámara sensible a conductancias eléctricas perceptibles. Cuando las partículas de humo entran al volumen de ionización, decrece la conductancia del aire por la reducción de movilidad del ión. La conductancia señalada es procesada hasta comunicar una condición de alarma.

La detección de ionización tiene más respuesta para las partículas invisibles (menos que un micrón de diámetro) producida por la mayor parte de los fuegos flamables y es un poco menor en la respuesta a las partículas de mayor tamaño de los fuegos que arden más lentamente.

Los detectores de humo que utilizan el principio de ionización son del tipo "SPOTTYPE" (la detección se hacen en un punto localizado).

b) DETECTORES DE HUMO FOTOELECTRICO.

Los detectores de humo fotoeléctrico, son de dos tipos:

De rayos luminosos (de luz obscurecida)

El detector de humo fotoeléctrico de luz obscurecida, se basa en el principio de reducción de la luz transmitida entre una fuente de luz y un sensor fotosensible sobre el cual, la porción principal de la fuente de emisión es enfocada. Cuando las partículas de humo entran a la luz, algo de la luz es esparcida y algo absorbida, de este modo, la reducción de la luz es estimada al recibirla el sensor. El sensor recibe la señal, la procesa y la usa para comunicar la condición de alarma.

La respuesta del detector de humo fotoeléctrico de luz obscurecida, no es afectada por el color del humo y es del tipo lineal "TYPE LINE" (la detección es continua a lo largo de una trayectoria).

De refracción (luz esparcida)

El detector de humo de refracción (fotoeléctrico de luz esparcida), esta basado en el principio de una fuente de luz y un sensor fotosensible. Cuando las partículas de humo entran en la trayectoria de la luz (la detección "SPOTTYPE" se activara cuando el humo penetra a una cámara donde un haz de luz se refracta sobre la partícula de humo visible, provocando una variación en la resistencia eléctrica) algo de la luz es esparcida por la refracción, la cual es detectada en el sensor y transmitido por una señal que es procesada y usada para comunicar la condición de alarma.

c) DETECTOR DE HUMO DE CAMARA DE NUBE.

El detector de humo de cámara de nube es usualmente del tipo de muestra "SAMPLING TYPE". El detector toma una muestra de aire del área protegida, la cual entra a una cámara de alta humedad, dentro el detector. Las partículas de humo presentes con la humedad del aire condensado en ellas, forman una nube densa en la cámara que entonces es medida por un principio fotoeléctrico. La densidad es señalada, procesada y usada para comunicar la condición de alarma.

2.5.2.1 LOCALIZACIÓN DEL DETECTOR DE HUMO

La localización del detector de humo, se realiza en las partes elevadas del área de riesgo y alejadas de las corrientes de aire u otro flujo que pudieran interferir en la sensibilidad. El espaciamiento entre los detectores de humo se realizará mediante el cálculo del área a proteger; y el detector de humo no debe estar espaciado más de 15 pies (4.57 metros) apartado uno de otro y no más de 7.5 pies (2.286 metros) de los muros del área de riesgo.

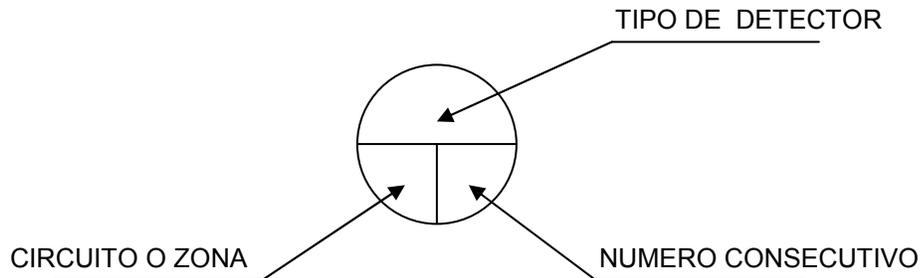
El detector de humo cubre satisfactoriamente un área de 200 pies cuadrados (18.50 metros cuadrados); y la caja de conexiones contará con entrada para tubería conduit roscada de 3/4" pulgada (19 mm) de diámetro (para características ver anexo no. 8 y 8a)

2.5.2.2 LA SENSIBILIDAD DEL DETECTOR DE HUMO

Tendrán, una sensibilidad mínima de 1.9% de oscuridad/pie y trabajarán apropiadamente con velocidades de aire de máximo 1200 pies/min.

2.5.2.3 SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA DE DETECTORES ⁹

En la actualidad ningún organismo nacional o internacional tiene estandarizada la simbología, por lo que se ha adoptado una basada en círculos con letras inscritas que indican el tipo de detectores, adicionando en su caso un número consecutivo y el círculo o zona a la que pertenece, ejemplo:



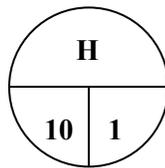
F- Flama

GC- Gas de combustión

GT- Gas tóxico

H- Humo

T- Temperatura



DETECTOR DE HUMO 01 DE LA ZONA O CIRCUITO 10

Nomenclatura de dispositivos auxiliares.

H.- Detector de humo

LE.- Luces de estado

AE.- Alarmas audibles
PAC.- Bloque del aire acondicionado
DMH.- Estación manual de disparo remoto
BA.- Estación manual de aborto
GEX.- Sistema de agente extintor limpio
PQS.- Polvo químico seco
T.D.S.- Tablero de supresión

2.5.2.4 EQUIPOS DE CONTROL

Los dispositivos de operación (control) necesarios para el funcionamiento del sistema de supresión de fuego con agente limpio HFC-23 son los siguientes:

- a) Los dispositivos de liberación de agente limpio
- b) Los controles de descarga
- c) El equipo de “ SHUT-DOWN ”

Todos los dispositivos deben ser diseñados para funcionar apropiadamente bajo el siguiente rango de temperatura:

-20°F hasta 130°F (-29°C hasta 54°C)

El dispositivo contará con una palanca o botón de acción, la cual será seleccionada por la facilidad de movimiento y/o espacio disponible para realizar la maniobra.

Los dispositivos de control manual deben requerir un “**PULL**” (tiro) de no más de 40 lb (18.2 Kg.) y/o movimiento de no más de 14 pulgadas (356 mm) para realizar la maniobra.

Los dispositivos de control manual deben ser ubicados en las áreas de mayor seguridad y de fácil acceso, aunque esté presente un riesgo de fuego, además estarán localizados a no más de 4 pies (1.20 metros) sobre el piso terminado.

a) ESTACION MANUAL DE ABORTO (BA).

El objeto de esta estación manual es el de inhibir el disparo del sistema de supresión de fuego con agente limpio.

La estación debe de ser del tipo “presionar o jalar palanca” con contacto sostenido para que la acción de aborto tome efecto. Los botones de aborto deben ser capaces de inhibir la secuencia lógica de operación automática del sistema de supresión de fuego. El voltaje de operación es de 24VCD. Debe ser pintado en color amarillo para ser montada en la pared, con caja de conexiones y entrada hembra para tubo conduit de 19 mm de diámetro roscada e incluirá una palanca resistente al maltrato y la corrosión con la siguiente leyenda:

“ABORTO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO EN ____” (indicar el nombre del área de riesgo en la línea blanca), además debe incluir un dispositivo de protección contra accionamiento accidental, el material del cuerpo debe ser resistente a la corrosión. La estación manual de aborto será a prueba de explosión o propósito general dependiendo donde esté ubicada (ver anexo No. 9)

b) ESTACIÓN MANUAL DE POSICIÓN AUTOMÁTICA/ MANTENIMIENTO

La estación manual de posición automática/mantenimiento debe ser alambrada de tal forma que cuando se coloque en la posición de “mantenimiento” debe apagarse la luz verde y parpadear la luz amarilla en las estaciones de luces de estado o alarma visible del sistema de supresión de fuego. El objetivo de bloquear el disparo automático del sistema de supresión de fuego y dejar disparo manual en los cilindros de almacenaje del agente limpio, es para dar mantenimiento del resto del sistema.

Esta estación manual será del tipo selector y se instalará junto al banco de cilindros del sistema de supresión de fuego y será de dos posiciones (automático/mantenimiento) con dos polos de tiro. Incluirá una palanca con la siguiente leyenda:

“ESTACIÓN MANUAL PARA MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO”

y también tendrá otra placa con la leyenda

“SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO EN AUTOMÁTICO colocadas para indicar en que lugar donde se colocará este interruptor según la función deseada. (Ver anexo No. 9)

c) ESTACION MANUAL DE DISPARO REMOTO (DMH).

El objetivo de esta estación manual es disparar el sistema de supresión de fuego. Este disparo no será afectado por el botón de aborto.

La estación será de tipo “presionar o jalar palanca” y se instalara en el área de riesgo. El interruptor será de propósito general en interior, el terminado será en color rojo bermellón e incluirá una placa resistente al maltrato y a la corrosión con la leyenda **“DISPARO DE EMERGENCIA DEL**

SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO EN _____” (escribir en la línea blanca el nombre del área a proteger). Se debe incluir un dispositivo de protección contra accionamiento accidental (ver anexo no. 9)

d) INDICADOR VISUAL DE DESCARGA

Consiste de un dispositivo neumático actuado por la presión interna del agente limpio, haciendo que un cilindro interno color rojo se desplace de su posición normal asomándose a la parte traslucida indicando de esta manera que el sistema de supresión de fuego se ha descargado. El dispositivo debe alimentarse del cabezal de descarga y se instalará en posición horizontal. La entrada al indicador debe ser de ¾ pulgada de diámetro NPT macho, cuerpo de bronce y encapsulado (mirilla) de acetato de celulosa transparente (ver anexo No. 9)

e) INTERRUPTOR POR ALTA PRESIÓN (PSH).

Debe ser a prueba de explosión con botón manual sobre el interruptor para reajuste y prueba; y con entrada roscada tipo hembra de ½ pulgada de diámetro para recibir la presión del agente limpio extinguidor y otra entrada de ¾ pulgadas de diámetro para tubería conduit, rango 0 psig. Hasta 600 psig. (4136.9kpa) Alarma por sistema descargado al tablero de control o panel de control respectivo cuando tenga 200 psi. (14.1kpa) en la línea de descarga del agente limpio extinguidor. El circuito de control opera a 24 V.C.D. el interruptor debe ser del tipo 2 polos doble, capacidad de los contactos 15 amp. A127 VCA, 60 Hz. (ver anexo No. 9)

f) ALARMAS Y LOS INDICADORES DE OPERACIÓN

Las alarmas o los indicadores o ambos deben ser usados para indicar la operación del sistema, los riesgos para el personal o falla de algún dispositivo.

Las alarmas audibles de predescarga deben ser proporcionadas dentro del área protegida para dar aviso de la inminente descarga al personal que se encuentre ocupando el área de riesgo. Los dispositivos de aviso de la operación deben ser continuos después de la descarga del agente limpio y hasta la acción positiva de la alarma (fin de la descarga).

Los tipos de alarmas o los indicadores son los siguientes:

- Alarma visible
- Alarma audible

ALARMAS VISIBLES O LUCES DE ESTADO (LE).

Las alarmas deben ser del tipo "SEMÁFORO" y cada una consistirá de 3 luces para mostrar la condición en que se encuentra el sistema de supresión de fuego a base de un agente limpio extinguidor, de acuerdo al código mostrado en la tabla 19. Debe de ser de acrílico resistente al impacto con un domo no menor de 5 cm. De diámetro y alimentación eléctrica de 24 V.C.D; la intensidad de luz es de 100 candelas, clasificación eléctrica de acuerdo al área donde sea localizada, se debe considerar la corrosión y será a prueba de lluvia para las instalaciones afuera del área de riesgo,. Se deben incluir placas de identificación con el nombre del sistema de supresión de fuego al que pertenece y con las siguientes leyendas:

Tabla 19. Código de colores

COLOR	ESTADO DE LUZ	LEYENDA
Verde	(Continuo)	"sistema de supresión en automático "
Rojo	(Continuo)	"Sistema de supresión de fuego por activarse en 5 segundos "
Rojo	(Intermitente)	" sistema de supresión de fuego disparado "
Ámbar	(Intermitente)	" sistema de supresión de fuego abortado "

La luz de color verde estará funcionando permanentemente mientras no este activo alguna de las demás alarmas (ver anexo no. 10)

ALARMA AUDIBLE

Las alarmas audibles deben ser del tipo bafle o corneta para instalarlos en interiores o exteriores con las siguientes características:

Para interiores

El montaje se realizará en la pared con una intensidad de sonido de 85 decibeles a una distancia de 3.00 metros, con la alimentación eléctrica de 24 V.C.D; el tipo instalado será "BAFLE" y la clasificación eléctrica de propósito general.

Para exteriores

El montaje se realizara en la pared con una intensidad de sonido de 110 decibeles a una distancia de 3.00 metros, con la alimentación eléctrica de 24 V.C.D; el tipo instalado será "CORNETA" y la clasificación será a prueba de explosión. (Anexo no. 10)

g) GENERADOR DE TONOS

El generador de tonos para alarmas audibles en campo, para el sistema de supresión de fuego con agente limpio, debe ser el más adecuado.

El objetivo del generador de tonos es generar de manera automática, tonos que permitan hacer un reconocimiento inmediato de las condiciones de seguridad que existen en las áreas de trabajo.

Las características de este generador de tono es que sea capaz de producir los sonidos que se presentan en la tabla no.20 para distinguir el tipo de riesgo que se ha detectado. La señal del tono a reproducir dependerá del dispositivo activado como se indicado en la tabla 20. El generador de tono también debe tener amplificador acoplado para obtener la intensidad de sonido indicada en la señal en campo.

Debe existir un círculo para el alambrado a través de los amplificadores adecuados de acuerdo a la carga de los circuitos.

Las alarmas audibles serán silenciadas automáticamente al desaparecer la señal del dispositivo que la originó.

El generador de tonos y el amplificador deben ser adecuados para instalarse en áreas clase NEMA 1, y con un suministro eléctrico de 120 V.C.D, 60Hz por lo cual se localiza junto al tablero de control o panel de control.

Tabla no.20. Significado de los tonos (sonidos)

TONO	SIGNIFICADO	ORIGEN DE LA SEÑAL
Sirena (Siren)	Activación del sistema de supresión (por fuego)	2a detección de fuego señal confirmada para activar el sistema de supresión. PSH activado (a 200 psig. (14.1kpa)) en la línea de descarga de agente limpio Disparo manual local y/o desde el tablero de control o panel de control
Aullido (Yelp)	Prealarma de activación del sistema de supresión de fuego (por fuente)	Primera detección de fuego
Pulso (Pulse)	Aborto del sistema de supresión de fuego	Botón de aborto Interruptor manual en automático / mantenimiento colocado en posición “ mantenimiento “
Gorgeo (Warble)	Falla y/o cualquier cambio de estado en el control de la señal	Circuito activado o abierto en cualquier de los dispositivos eléctricos conectados al tablero de control o panel de control. Falla de suministro eléctrico al tablero de control o panel de control.
Continuo (Steady)	Prueba	Botón “PRUEBA” en el panel de control (tablero control local).

TONO	AUDIOFRECUENCIA (HERTZ)	GRADO DE MODULACIÓN (HERTZ)
Sirena (Siren)	500-1000	3.0
Aullido (Yelp)	500-1000	2.5
Pulso (Pulse)	475 ± 25	4.5
Gorgeo(Warble)	500-1000	6.0
Continuo (Steady)	700 ± 100	4.5

h) EXTINGUIDOR PORTATIL^{5 y 6}

Es el equipo portátil más común ya que considerando su disponibilidad, capacidad y fácil manejo, permite su empleo inmediato en el combate de un incendio. Esto puede resultar de vital importancia, ya que en un incendio es fácilmente controlable en sus inicios.

Por lo que los extinguidores pueden proporcionar protección a instalaciones que por su diseño o capacidad pueden ser protegidas en forma inmediata antes de que entren en operación las instalaciones fijas tales como:

Red de agua contra incendio, hidrantes, rociadores, sistemas de espuma y de enfriamiento, etc. que requieran de recursos mayores.

CLASIFICACIÓN DE LOS EXTINTORES

Para facilitar la selección de un extinguidor la NFPA clasifica en su estándar la clase de fuegos marcados en el capítulo I fracción 1.1.0

- De agua, para fuegos de tipo "A"
- De polvo químico seco, para fuegos tipo "B" y "C"
- De bióxido de carbono, para fuegos tipo "B" y "C"
- De espuma mecánica, para fuegos tipo "A" y "B"

2.6.0 REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS DENTRO DE LAS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS¹⁰

2.6.1 ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN Y CIRCULACIONES

En el diseño y en la construcción de los elementos de comunicación se debe cumplir con lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-026-STPS, “Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías”, que continuación se presentan:

Tabla No. 21 Colores de seguridad para tuberías y su significado

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO
ROJO	Identificación de tuberías contra incendio
AMARILLO	Identificación de fluidos peligrosos
VERDE	Identificación de fluidos de bajo riesgo

Tabla no.22 Colores de seguridad, su significado e indicaciones y precisiones

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO	Paro	Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.
	Prohibición	Señalamientos para prohibir acciones específicas.
	Material, Equipo y sistemas para combate de incendios	Identificación y localización.
AMARILLO	Advertencia de Peligro	Atención, precaución, verificación, identificación de fluidos peligrosos.
	Delimitación de áreas	Límites de áreas restringidas o de usos específicos
	Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes	Señalamientos para indicar la presencia de material radiactivo.
VERDE	Condición segura	Identificación de tuberías que conducen fluidos de bajo riesgo. Señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavaojos, entre otros.
AZUL	Obligación	Señalamientos para realizar acciones específicas

2.6.2 PUERTAS

Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deben tener una altura mínima de 2.10 m y una anchura libre que cumpla con la medida de 0.60 m por cada 100 usuarios o fracción pero sin reducir las dimensiones mínimas que se indica en la Tabla No.23 siguiente para cada tipo de edificación.

TABLA No. 23

TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE PUERTA	ANCHO MÍNIMO (en metros)
SERVICIOS		
Administración		
Bancos, casas de bolsa y de cambio	Acceso principal	1.20
Oficinas privadas y públicas	Acceso principal	0.90
Servicios diversos	Acceso principal	0.90

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS

- I. En el acceso a cualquier edificio o instalación, exceptuando las destinadas a vivienda, se debe contar con un espacio al mismo nivel entre el exterior y el interior de al menos 1.50 m de largo frente a las puertas para permitir la aproximación y maniobra de las personas con discapacidad.

2.6.3 PASILLOS

Las dimensiones mínimas de las circulaciones horizontales de las edificaciones, no serán inferiores a las establecidas en la tabla no. 24.

TABLA No. 24.

TIPO DE EDIFICACIÓN	CIRCULACIÓN HORIZONTAL	Ancho (en metros)	Altura (en metros)
Administración			
Bancos, oficinas, casas de bolsa y casas de cambio	Circulación principal	1.20	2.30
	Circulación secundaria	0.90	2.30

2.6.4 ESCALERAS

Las dimensiones mínimas de las escaleras se establecen en la siguiente tabla No. 25.

TABLA No. 25

TIPO DE EDIFICIACIÓN	TIPO DE ESCALERA	Ancho mínimo (en metros)
SERVICIOS		
Administración		
Oficinas privadas y Públicas	Para público hasta 5 niveles	0.90
	Para público más de 5 niveles	1.20

2.6.5 RUTAS DE EVACUACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIA

Las características arquitectónicas de las edificaciones deben cumplir con lo establecido para rutas de evacuación y para confinación del fuego, así como cumplir con las características complementarias y disposiciones que se describen a continuación:

Para el cumplimiento de lo establecido en los artículos del Reglamento en lo relativo a rutas de evacuación y salidas de emergencia, se observarán las disposiciones contenidas en este apartado. El Director Responsable de Obra, en la Memoria Descriptiva, debe fundamentar sobre la base de estas disposiciones las soluciones adoptadas y vigilar su correcta aplicación al proyecto y a la obra.

a) RUTAS DE EVACUACIÓN

Todas las edificaciones clasificadas como de riesgo medio o alto deben garantizar que el tiempo total de desalojo de todos de sus ocupantes no exceda de 10 minutos, desde el inicio de una emergencia por fuego, sismo o pánico y hasta que el último ocupante del local ubicado en la situación más desfavorable abandone el edificio en emergencia.

La velocidad, para fines de diseño para un desalojo en condiciones de emergencia, se considera de 2.5 m/seg, considerando como máximo, el paso de una persona por segundo por cada 0.60 m de ancho de la puerta más angosta, circulación horizontal o circulación vertical, sin menoscabo de lo indicado en el artículo 92 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Además de lo indicado en Capítulo IV del Título Quinto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en las rutas de evacuación se observarán las siguientes disposiciones:

I. Los elevadores y las escaleras eléctricas no deben ser considerados parte de una ruta de evacuación. Los elevadores para público en todas las edificaciones, sin importar el grado de riesgo, deben contar con letreros visibles desde el vestíbulo de acceso al elevador, con la leyenda: "EN CASO DE SISMO O INCENDIO, NO UTILICE EL ELEVADOR, EMPLEE LA ESCALERA". En edificios de servicio público esta leyenda debe estar escrita con sistema braille a una altura de 1.20 m sobre el nivel del piso.

II. Los acabados de los pisos de las rutas de evacuación serán de materiales incombustibles y antiderrapantes;

III. Los trayectos de las rutas de evacuación contarán con una señalización visible con letrero a cada 20 m o en cada cambio de dirección de la ruta con la leyenda escrita: "RUTA DE EVACUACION", acompañada de una flecha en el sentido de la circulación del desalojo. Estos letreros se ubicarán a una altura mínima de 2.20 m. El tamaño y estilo de los caracteres permitirán su lectura hasta una distancia de 20 m. En edificios de servicio público esta leyenda debe estar escrita con sistema braille a una altura de 1.20 m sobre el nivel del piso, en su caso, se debe cumplir según lo dispuesto en la NOM-026-STPS;

IV. Cuando se trate de escaleras, el letrero "RUTA DE EVACUACION" se ubicará dentro del cubo en cada nivel de embarque. Adicionalmente, se añadirá esta otra leyenda: "ESTA USTED EN EL NIVEL. . . , FALTAN. . . NIVELES PARA LA SALIDA A LA VIA PUBLICA". En edificios de servicio público esta leyenda debe estar escrita con sistema braille a una altura de 1.20 m sobre el nivel del piso; y

b) SALIDAS DE EMERGENCIA.

Además de lo establecido en el artículo 99 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las salidas de emergencia observarán las siguientes disposiciones:

I. Se prohíbe la instalación de cerraduras, candados o seguros en las puertas de emergencia, adicionales a las barras de seguridad de empuje simple;

II. Deben contar con letreros, con la leyenda: "SALIDA DE EMERGENCIA". Estos letreros estarán a una altura mínima de 2.20 m o sobre el dintel de la puerta o fijada al techo en caso de que este no exista. El tamaño y estilo de los caracteres permitirán su lectura a una distancia de 20.00 m, en su caso, se debe cumplir según lo dispuesto en la NOM-026-STPS;

III. En edificaciones con grado de riesgo medio y alto y en el interior de salas de reunión o de espectáculo, las leyendas de "SALIDA DE EMERGENCIA" deben estar iluminadas permanentemente, conectadas al sistema de alumbrado de emergencia, o con fuente autónoma y sistema de baterías; y

IV. En su caso, las puertas de vidrio que se utilicen en las salidas de emergencia deben contar con vidrio de seguridad templado que cumplan con la Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI.

2.6.6 CONTROL DE RUIDO Y AUDICIÓN

El Director Responsable de Obra debe presentar una Memoria Descriptiva que incluya los estudios y análisis correspondientes que justifiquen las medidas que se adopten para garantizar el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- I. Los equipos de bombeo, de generación y de transformación eléctrica y la maquinaria en general, que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles, medida a 0.50 m en el exterior del predio, deben estar aislados en locales acondicionados acústicamente, de manera que reduzcan la intensidad sonora a dicho valor;
- II. Los establecimientos de alimentos y bebidas y los centros de entretenimiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles deben estar aislados acústicamente. El sistema constructivo y el aislamiento debe ser capaz de reducir la intensidad sonora, por los menos a dicho valor, medido a siete metros en cualquier dirección fuera de los linderos del predio del establecimiento, y

2.6.7 PREVISIONES CONTRA INCENDIO

El Director Responsable de Obra y los Corresponsables de Instalaciones y de Diseño Urbano y Arquitectónico deben considerar lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico e incluir los criterios de diseño y las resistencias de los materiales en la Memoria Descriptiva, en su caso, lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas relativas a la seguridad, fabricación y selección de equipos para el combate de incendios:

- NOM-002-STPS “Condiciones de seguridad – Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo”
- NOM-005-STPS “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas”
- NOM-026-STPS “Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías”
- NOM-100-STPS “Seguridad - Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida - Especificaciones”
- NOM-101-STPS “Seguridad - Extintores a base de espuma química”
- NOM-102-STPS “Seguridad - Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono-Parte 1: recipientes”
- NOM-103-STPS “Seguridad - Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida”

- NOM-104-STPS “Seguridad- Extintores contra incendio a base de polvo químico seco tipo ABC, a base de fosfato mono amónico”
- NOM-106-STPS “Seguridad - Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio”

2.6.8 GRADO DE RIESGO DE INCENDIO EN LAS EDIFICACIONES

Con base en el artículo 90 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las edificaciones se clasifican en función al grado de riesgo de incendio, de acuerdo a sus dimensiones, uso y ocupación conforme lo que establecen las Tablas No.26

TABLA No. 26.

CONCEPTO	GRADO DE RIESGO PARA EDIFICACIONES NO HABITACIONALES		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Altura de la edificación (en metros)	Hasta 25	No aplica	Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitantes	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250
Superficie construida (en metros cuadrados)	Menor de 300	Entre 300 y 3000	Mayor de 3,000
Inventario de gases inflamables (en litros)	Menor de 500	Entre 500 y 3,000	Mayor de 3,000
Inventario de líquidos inflamables (en litros)	Menor de 250	Entre 250 y 1,000	Mayor de 1,000
Inventario de líquidos combustibles (en litros)	Menor de 500	Entre 500 y 2,000	Mayor de 2,000
Inventario de sólidos combustibles (en kilogramos)	Menor de 1,000	Entre 1,000 y 5,000	Mayor de 5,000
Inventario de materiales pirofóricos y explosivos	No existen	No existen	Cualquier cantidad

INDICACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RIESGO:

- La clasificación para un inmueble se determinará por el grado de riesgo de incendio más alto que se tenga en cualquiera de los edificios, áreas o zonas que existan en un mismo predio.

2.6.9 RESISTENCIA AL FUEGO

Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios en las edificaciones, en función del grado de riesgo, deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, a una temperatura mínima de 1200° K (927° C) durante el lapso mínimo que establece la siguiente tabla no. 27 y de conformidad a la NMX-C-307 “Industria de la construcción - edificaciones- componentes - resistencia al fuego - determinación”.

TABLA No. 27

GRUPO DE ELEMENTOS	RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO (En minutos)		
	Edificaciones de riesgo bajo	Edificaciones de riesgo medio	Edificaciones de riesgo alto
Elementos estructurales (Muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas, travesaños, arcos, entrepisos, cubiertas)	60	120	180
Escaleras y rampas	60	120	180
Puertas cortafuegos de comunicación a escaleras, rampas y elevadores	60	120	180
Puertas de intercomunicación, muros divisorios y cancelas de piso a techo o plafones fijados a la estructura	60	60	120
Plafones y sus sistemas de sustentación	-	30	30
Recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en locales donde se concentren más de 50 personas.	60	120	120
Elementos decorativos	-	30	30
Acabados ornamentales, tapicería, cortinajes y elementos textiles incorporados a la edificación	-	30	30
Campanas y hogares de fogones y chimeneas	180	180	180
Ductos de instalaciones de aire acondicionado y los elementos que los sustentan	120	120	120
Divisiones interiores y cancelas que no lleguen al techo	30	30	30
Pisos Falsos para alojar ductos y cableados	60	60	60

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS

I. Los elementos estructurales de acero de las edificaciones en las áreas o zonas de un inmueble con grado de riesgo alto, deben protegerse con placas o recubrimientos resistentes al fuego que cumplan con los valores especificados en esta tabla;

II. Los elementos estructurales de madera en las edificaciones, para cualquier grado de riesgo, deben protegerse por medio de tratamiento por inmersión o desde su proceso de fabricación para cumplir con los tiempos de resistencia al fuego, en caso contrario podrán protegerse con placas o recubrimientos o refuerzos resistentes al fuego que cumplan con los valores especificados en esta tabla;

III. Los productos ignifugantes para retardar la propagación de la llama y su incandescencia posterior en tejidos textiles deben garantizar los tiempos de resistencia al fuego directo que se señalan en esta tabla. Las características de los acabados, recubrimientos y elementos de ornato fijos a base de textiles, plásticos y madera deben ser justificadas por el Director Responsable de Obra en la memoria técnica;

IV. Los plafones y los recubrimientos térmicos o mecánicos de los ductos de aire acondicionado y de las tuberías de cualquier tipo, se construirán exclusivamente con elementos que no generen gases tóxicos o explosivos en su combustión;

V. En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos, bodegas y espacios o áreas de circulación restringida de personas como son locales técnicos, bóvedas de seguridad, casas de bombas, subestaciones o cuartos de tableros, quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables; y

VI. Para determinar o evaluar la capacidad de resistencia al fuego de un material, de un producto, o de la aplicación de un producto sobre un material, se aplicarán los métodos y procedimientos de prueba que establecen las Normas Mexicanas aplicables.

2.6.10 CONFINACIÓN DEL FUEGO

En las edificaciones de grado de riesgo alto para evitar la propagación del fuego y calor de cualquier zona al resto de la edificación, se debe analizar el grado de riesgo para cada área, edificación, nivel o zona del inmueble y prever que se construyan las barreras físicas necesarias o las separaciones mínimas del resto de las construcciones, bajo la hipótesis de la ocurrencia de siniestro en cualquiera de ellas, de manera que el fuego pueda ser confinado.

En particular se debe prever lo siguiente:

I. Se construirán muros resistentes al fuego y puertas cortafuego en el perímetro que confine cada zona en estudio; y

II. Cuando entre dos zonas de estudio contiguas existan ductos, vanos o huecos, éstos deben aislarse, rellenándose con materiales obturadores resistentes al fuego.

Para todas las edificaciones:

I. Los ductos verticales para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta. Las puertas o registros en cada nivel serán de materiales a prueba de fuego y deben cerrarse herméticamente;

- II. Las chimeneas deben proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un tiro directamente al exterior en la parte superior de la edificación, debiendo instalarse la salida a una altura de 1.50 m sobre el nivel de la azotea;
- III. Las campanas de estufas o fogones, excepto las domésticas, estarán equipadas con detectores de fuego;
- IV. Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de 60 cm de las chimeneas, y en todo caso, dichos materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego;
- V. Los elementos sujetos a altas temperaturas, como tiros de chimeneas, campanas de extracción o ductos que puedan conducir gases a más de 80° C deben distar de los elementos estructurales de madera un mínimo de 0.60 m;
- VI. Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60° C;
- VII. Los pasos de los ductos de instalaciones en los entrepisos deben sellarse con materiales a prueba de fuego y que sean de fácil remoción para su mantenimiento, para evitar el efecto del tiro, esto también se aplicará a los ductos, huecos y vanos no utilizados;
- VIII. En los locales destinados al almacenamiento de líquidos, materias inflamables, explosivos, de maquinaria o equipo susceptibles de provocar explosión, deben evitarse acabados inflamables;
- IX. En caso de plafones falsos, el espacio comprendido entre el plafón y la losa no se debe comunicar directamente con cubos de escaleras o elevadores;
- X. Los tiros o tolvas para conducción de materiales diversos, tales como: ropa, desperdicios o basura, que unan dos o más niveles de una edificación con el nivel más alto, se prolongarán 2 m por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deben ser capaces de evitar el paso del fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se construirán con materiales a prueba de fuego;
- XI. Las casetas de proyección audiovisual o cinematográfica, tendrán su acceso y salida independientes de la sala de exhibición; no tendrán comunicación con ésta; se ventilarán por medios artificiales y se construirán con materiales que cumplan con lo especificado en esta Norma y demás disposiciones aplicables;
- XII. Las edificaciones e inmuebles destinados a estacionamiento de vehículos deben contar, además de las protecciones señaladas en esta sección, con areneros de doscientos litros de capacidad colocados a cada 10.00 m entre ellos en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero debe estar equipado con una pala, tapa con bisagras que contenga mecanismo de cierre y tener altura máxima de 0.75 m. Se permite sustituir cada arenero

por un extintor tipo A B C con capacidad mínima de 6.5 kg u otros extintores de mejor eficiencia con la misma ubicación; y

La Administración podrá autorizar otros sistemas de control de incendio, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales para las redes hidráulicas contra incendios en los casos que lo considere necesario.

2.6.11 ÁREAS DE RESGUARDO

Las áreas de resguardo serán zonas aisladas al fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático y hermético, que cuenten con las condiciones de ventilación suficiente, natural o artificial que no propicie la propagación de fuego en el resto del edificio, y que permitan la supervivencia de sus ocupantes por un periodo mínimo de tres horas, para riesgo alto y una hora para riesgo medio. Deben calcularse en base al aforo de personas que se prevea que las requieran, de acuerdo a la ruta de evacuación y deben estar perfectamente señalizadas. Quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables y el uso de estos locales como bodegas de cualquier magnitud.

2.6.12 DISPOSITIVOS PARA PREVENIR Y COMBATIR INCENDIOS

Las edificaciones en función al grado de riesgo, contarán como mínimo de los dispositivos para prevenir y combatir incendios que se establecen en la siguiente tabla No. 28.

TABLA No. 28

DISPOSITIVOS	GRADO DE RIESGO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
EXTINTORES *	Un extintor, en cada nivel, excepto en vivienda unifamiliar	Un extintor por cada 300.00 m ² en cada nivel o zona de riesgo	Un extintor por cada 200 m ² en cada nivel o zona de riesgo
DETECTORES	Un detector de incendio en cada nivel -del tipo detector de humo- Excepto en vivienda.	Un detector de humo por cada 80.00 m ² ó fracción o uno por cada vivienda.	Un sistema de detección de incendios en la zona de riesgo (un detector de humo por cada 80.00 m ² ó fracción con control central) y detectores de fuego en caso que se manejen gases combustibles. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central.
ALARMAS	Alarma sonora asociada o integrada al detector. Excepto en vivienda.	Sistema de alarma sonora con activación automática. Excepto en vivienda.	Dos sistemas independientes de alarma, uno sonoro y uno visual, activación automática y manual (un dispositivo cada 200.00 m ²) y repetición en control central. Excepto en vivienda.
EQUIPOS FIJOS			Red de Hidrantes, tomas siamesas y depósito de agua
SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS		El equipo y la red contra incendio se identificarán con color rojo	Señalizar áreas peligrosas, el equipo y la red contra incendio se identificarán con color rojo; código de color en todas las redes de instalaciones

* De acuerdo a lo establecido en el punto 2.6.13 y sus condiciones complementarias.

2.6.13 EXTINTORES

Todas las edificaciones deben prever el espacio y señalización para la colocación de extintores, en función del grado de riesgo que representan.

Para seleccionar el tipo de extintores a emplear, el Director Responsable de Obra determinará el tipo de fuego que pueda producirse en función del material sujeto a combustión y la clase de agente extinguidor adecuado, conforme a lo que señala la Norma Oficial Mexicana y en las Tabla No. 29

TABLA No.29

TIPO DE AGENTE EXTINGUIDOR APLICABLE SEGÚN LA CLASE DE FUEGO				
Agente extinguidor	Fuego Clase A	Fuego Clase B	Fuego Clase C	Fuego Clase D
Agua	SI	NO	NO	NO
Polvo químico seco, tipo ABC	SI	SI	SI	NO
Polvo químico seco, tipo BC	NO	SI	SI	NO
Bióxido de carbono (CO ₂)	NO	SI	SI	NO
Halón	SI	SI	SI	NO
Espuma	SI	SI	NO	NO
Agentes especiales	NO	NO	NO	SI

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS

Se colocarán en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano no exceda de 15.00 metros desde cualquier lugar en un local, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos;

Se ubicarán y fijarán a una altura mínima del piso no menor de 0.10 m a la parte más baja del extintor, y en caso, de encontrarse colgados, deben estar a una altura máxima de 1.50 m medidos del piso a la parte más alta del extintor;

Se colocarán en sitios donde la temperatura no exceda de 50° C y no sea menor de -5° C;

Estarán protegidos de la intemperie;

Estarán en posición para ser usados rápidamente; y

Su señalización debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana aplicable.

2.6.14 DETECTORES DE INCENDIO

Los detectores de incendio son dispositivos que se activan ante la presencia de humo, calor o gases predecesores de incendio y que actúan sobre un sistema de alarma tal que el personal autorizado pueda conocer la localización del evento y actuar de inmediato o se dé inicio automáticamente a las rutinas de alarma y combate de incendio previstas para tal efecto, de acuerdo a las siguientes disposiciones:

a) DETECTORES DE HUMO.

Las edificaciones de grado de riesgo bajo y medio de uso no habitacional, deben contar al menos con un detector de este tipo, asociado a una alarma sonora.

Las edificaciones de grado de riesgo alto de uso no habitacional deben contar con un sistema de detección de incendios en cada zona de riesgo aislada, en las cuales se colocará como mínimo un detector de este tipo por cada 80.00 m² de techo, sin obstrucciones entre el contenido del área y el detector, y una separación máxima de nueve metros entre los centros de detectores. Estas medidas pueden aumentarse o disminuirse previo estudio que considere la altura del techo o plafond y la velocidad estimada de desarrollo y propagación del fuego. Se admitirá el uso de detectores de humo que operen bajo los principios de ionización y/o de funcionamiento fotoelectrónico. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central.

Características de los sistemas de detección de incendios por presencia de humo:

- I. Los detectores deben contar con un sistema de supervisión automático que permita verificar su funcionamiento sin necesidad de desmontarlos;
- II. Activar una alarma sonora o dos sistemas de alarmas visuales y sonoras en caso de riesgo alto;
- III. Dicho sistema en edificaciones con grado de riesgo alto debe permitir la localización de la señal de alarma por medio de un tablero o monitor en algún módulo de vigilancia;
- IV. Debe funcionar por medio de suministro de energía eléctrica de corriente alterna preferente y contar con un respaldo de baterías; y
- V. La canalización eléctrica para el cableado de control será a prueba de explosión.

b) SENSORES O DETECTORES DE CALOR

Se emplearán únicamente cuando exista un sistema de aspersión o una red de rociadores y actuarán de manera automática abriendo una válvula en una línea presurizada.

Para la selección de los detectores de calor se debe realizar un estudio técnico que involucre la altura de montaje del detector, la altura de los techos, la temperatura bajo el techo, la distancia a la fuente de calor y el tipo de fuego donde se establezca el tipo de sensor (rociador).

Cumplirán con las siguientes características:

- I. Deben seleccionarse para la presión de trabajo de la red; y
- II. Contar el sistema con un dispositivo de alarma local y remoto activado por la baja de presión en la red o por el flujo del agua en el momento de activarse los rociadores.

TABLA 30

DETECTORES DE CALOR DE USO COMÚN		
CLASIFICACIÓN DE TEMPERATURA	RANGO DE DETECCIÓN °C (°F)	PARA COLOCARSE EN TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA BAJO TECHO °C (°F)
Ordinaria	58 a 79 (135 a 174)	38 (100)
Intermedia	80 a 121 (175 a 249)	66 (150)
Alta	122 a 162 (250 a 324)	107 (225)

c) DETECTORES PARA GASES DE COMBUSTIÓN O SENSORES DE FLAMA

Se deben instalar específicamente en áreas en las que se prevea la presencia significativa de fuego (flama directa) debido a procesos químicos o industriales. Para la selección y colocación de los detectores de gases de combustión, detectores de flama y otros tipos de detectores de incendio, se debe realizar un estudio técnico especializado debido a lo complejo de su selección.

d) SISTEMAS DE ALARMAS

En edificaciones con grado de riesgo bajo y medio de uso no habitacional contarán exclusivamente con un dispositivo sonoro que permita a los ocupantes conocer el estado de alerta debido a una situación de emergencia.

En edificaciones con grado de riesgo alto de uso no habitacional contarán con dos sistemas, uno sonoro y otro luminoso, que permitan a los ocupantes conocer dicho estado de alerta; estos deben ser activados simultáneamente y deben cumplir con las Normas y disposiciones aplicables. Estarán colocados en los puntos estratégicos que aseguren que todos los concurrentes en el área de influencia del incendio se puedan percatar de la ocurrencia del evento, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación.

En edificaciones con grado de riesgo alto, excepto en instalaciones escolares, mercados populares, estadios abiertos y casos similares debidamente justificados por el Director Responsable de Obra, el sistema de alarmas debe contar con:

- I. Un local de control central o módulo de vigilancia que permita a los encargados conocer una situación de emergencia y su localización precisa dentro de la edificación;

- II. Adicionalmente a los sistemas de alarmas de activación automática asociados a detectores, contarán con los sistemas de activación manual, es decir, dispositivos activadores locales colocados estratégicamente en las zonas de riesgo a fin de que los usuarios puedan activarlos directamente;
- III. Los dispositivos manuales activadores de estos sistemas deben localizarse uno por cada 200.00 m² en lugares visibles, en las áreas de trabajo, de concentración de personas y en los locales de permanencias de vigilancia del edificio;
- IV. Los locales de control central o módulos de vigilancia deben estar localizados estratégicamente de manera que exista la posibilidad de establecer contacto visual directo o a través de circuito cerrado de televisión con las áreas en que se desarrolle el incendio o de acudir a ellas directamente en un máximo de 3 minutos, contar con los equipos necesarios y suficientes de comunicación con el exterior, alumbrado con fuente autónoma de energía y estar equipadas con barreras cortafuego; y
- V. El equipo de control contará con alarma sonora y luminosa local.

Toda la instalación de la red debe hacerse con tubería y dispositivos del tipo a prueba de explosión, excepto cuando la trayectoria se aloje dentro de los muros, losas o elementos de concreto. El equipo debe contar con una fuente autónoma ininterrumpible que permita el funcionamiento del sistema durante 30 minutos como mínimo, incluyendo el consumo de las luces y bocinas de alarma; la energía eléctrica se debe suministrar por circuitos del sistema de emergencia en caso de existir una planta.

Cuando se cuente con sistemas de rociadores automáticos, se admitirá en sustitución del sistema de detección de humos el empleo de sistemas mecánicos de sirenas, campanas u otros artefactos sonoros cuya fuente de locomoción esté asociada al paso del agua en el caso de hidrantes o rociadores automáticos.

e) EQUIPOS FIJOS

Los equipos fijos comprenden: Redes de Hidrantes, Redes de Rociadores y Redes de Inundación.

Las redes de hidrantes serán obligatorias para todas las edificaciones de grado de riesgo alto en las que se manejen almacenamientos de productos o materiales inflamables. Su uso es contraindicado en el caso de solventes, aceites y combustibles líquidos, así como en zonas de equipos eléctricos y electrónicos, por lo que se prohíbe su instalación en estaciones de servicio y en locales o áreas de equipos eléctricos.

Las redes de rociadores automáticos se permitirán con el objeto de incrementar la seguridad, que ofrecen las redes de hidrantes sin que puedan sustituir a estas últimas.

Las redes de inundación automática de gases o elementos inhibidores de la combustión, solo se permitirán para casos especiales en que se justifique plenamente su uso, en base al alto valor que representa el equipo o material a proteger y la imposibilidad de hacerlo por otros medios y cuando se garantice que se activarán las alarmas necesarias con el tiempo suficiente para el desalojo del personal en el recinto en que se apliquen.

f) REDES DE INUNDACIÓN DE ELEMENTOS INHIBIDORES DE LA COMBUSTIÓN

Operarán a base de bióxido de carbono, halón, polvo químico seco o espuma. Se aplicarán exclusivamente para casos especiales en que se justifique su uso en la memoria técnica correspondiente, en base al alto riesgo que representa el equipo o material a proteger y la imposibilidad de hacerlo por otros medios. Tendrán los siguientes elementos y características:

- I. Tanques o depósitos para almacenar con seguridad el agente extinguidor en el volumen necesario. Queda prohibido usar Halón 1211 por su alta toxicidad; y
- II. Una red para alimentar directa y exclusivamente los rociadores o aspersores y los medios para proveer presión y debe ser calculada para permitir la operación simultanea de todo el sistema, en un tiempo mínimo.

2.6.15 SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS

En edificaciones de riesgo de grado medio y alto, excepto en edificaciones de vivienda, se debe aplicar el color rojo para identificar los siguientes elementos: cajas de alarmas de incendio, cajas de mangueras contra incendio, extintores contra incendio (identificación del sitio, la pared y el soporte), carretes, soportes o casetas de mangueras contra incendio, bombas y redes de tuberías contra incendio.

En industrias, bodegas, locales de equipos y las edificaciones de riesgo alto, con excepción de la de vivienda, toda la tubería de los distintos servicios debe identificarse mediante código de colores de acuerdo a la NOM-026-STPS.

Referencias:

- 1.- NMX-S-044-1987 Seguridad-tecnología del fuego-terminología.
- 2.- NOM-002-STPS-2000 Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- 3.-NOM-105-STPS-1994 Seguridad-tecnología del fuego-terminología.
4. - Standard of the national fire protection association No. 2001 "Clean agent fire extinguishing systems " (NFPA-2001).
- 5.- NRF-019-PEMEX-2001 Protección contra incendio en cuartos de control que contienen equipo electrónico.
- 6.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (Publicado en la gaceta oficial del Distrito Federal el 29 de enero del 2004).
- 7.- José de Jesús carrillo Becerril, "Instalaciones Complementarias". Escuela de arquitectura, México, 1997.
- 8.- KIDDE FE-13 "Clean Agent Systems"
- 9- Manual SPCO GIP Pemex
- 10.- Gaceta oficial del distrito Federal, "Normas técnicas complementarias". México, 2004
- 11.- asesores en Emergencias y desastres S.de R.L. de C.V.(www.Asemde.com)
- 12.- WWW. IMCYC.COM.MX

CAPITULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO

HFC-23

3.1.0 CANTIDAD DE AGENTE LIMPIO ^{4,7}

La cantidad de agente limpio requerido para el sistema contra incendio se clasifica de la siguiente manera:

- a) Primer suministro**
- b) Cantidad de reserva**
- c) Tercer complemento**

a) La cantidad de agente limpio de supresión de fuego, debe ser por lo menos suficiente para el incendio más grande presentado en el área de riesgo, protegido en forma individualmente o en grupos los cuales son protegidos simultáneamente; esta cantidad de agente limpio es definida como el primer suministro.

b) La cantidad de reserva debe ser igual al primer suministro, conectando ambas al mismo cabezal de suministro, la cantidad de reserva es operada manualmente; y esta cantidad de reserva es requerida por las siguientes razones:

1. Proporcionar protección por si ocurre un reflash (Iniciación nuevamente del fuego)
2. Proporcionar seguridad cuando existe mal funcionamiento en el banco principal del suministro del agente limpio.
3. Proporcionar protección durante el reemplazo de los cilindros dañados o vacíos del banco principal.
4. Proporcionar protección a otras áreas de riesgo, que son protegidas con los mismos bancos de cilindros por medio de una válvula.

c) El tercer complemento de suministro del agente limpio será utilizado cuando los cilindros descargados no puedan ser recargados o pueden ser obtenidos los cilindros llenos, entregados y reinstalados dentro de las 24 horas siguientes al uso del primer suministro. Este tercer complemento de cilindros deberá ser almacenado en un sitio seguro.

En el diseño de los sistemas de inundación total se debe considerar las características del cercado (área cerrada) conocida como área de riesgo.

3.2.0 CÁLCULO DEL VOLUMEN A PROTEGER ^{4,7}

En el diseño del sistema de supresión de fuego, para la inundación total del área de riesgo que se va proteger, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Dimensiones del área protegida (Ancho, largo y altura)
- b) Volumen del área a proteger vacía

- c) Volumen del área a proteger considerando espacios ocupados por objetos fijos (se considera un **30%** del volumen vacío).
- d) Volumen neto a proteger con el agente limpio (**Volumen vacío- Volumen ocupado**).
- e) Las áreas adyacentes al área protegida con el sistema de supresión de fuego con agente limpio.
- f) Forma estructural del área a proteger (Falso plafón, falso piso, paredes huecas etc.).

3.3.0 EL CERCADO ^{4,7}

Para prevenir la pérdida del agente limpio durante la inundación total del área de riesgo se debe considerar lo siguiente:

- a) Ubicar los sistemas de ventilación natural y/o artificiales
- b) Ubicar las áreas con apertura o abiertas (Puertas, ventanas, persianas, orificios, grietas, fracturas, etc.)
- c) Los sistemas de ventilación de aire (natural y/o artificiales) deben ser cerrados automáticamente o en forma manual (Por lo regular con persianas)
- d) El área de apertura de ventanas, puertas, etc. deberán permanecer a un mínimo.
- e) Las puertas y ventanas deberán ser preferentemente selladas o equipadas con cierre automático

3.4.0 CONCENTRACIÓN DE DISEÑO ^{4,7}

Para determinar la concentración de diseño se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Verificar si el área a proteger esta ocupada por seres humanos
(Ver capitulo 1 inciso 1.3.0)
- b) Tipo de material combustible que pueda ser consumido por el fuego en el área de riesgo
(Ver capitulo 1 inciso 1.1.0)

3.5.0 CÁLCULO DE LA CANTIDAD DEL AGENTE LIMPIO ^{4,7}

Para determinar la cantidad del agente limpio requerido para la inundación total y activar la concentración de diseño deberá ser calculada con las siguientes ecuaciones:

$$W = V / S [C / (100 - C)] \text{ -----Ecuación No.3}$$

$$S = k_1 + k_2 (T) \text{ -----Ecuación No.4}$$

Donde:

W = Peso del agente limpio en kilogramos o libras.

T = Temperatura mínima anticipada del volumen protegido en grado centígrados o fahrenheit.

k_1 y k_2 = Constante específica para el agente limpio usado en la presencia de seres humanos, ver tabla 31. Para obtener los valores de k_1 y k_2

C = Concentración de diseño del agente limpio, % en volumen.

V = Volumen neto del riesgo ft³ (m³). (Volumen cercado menos las estructuras fijas impenetrables para el agente limpio)

S = $k_1 + k_2 (T)$ Es una ecuación lineal determinada por la menor curva cuadrada apropiada para las técnicas de los datos suministrados por los fabricantes del agente limpio. La intersección en cero es k_1 y la pendiente es k_2 .

Tabla 31 La constante del volumen específico k_1 y k_2 , para el HFC-23

AGENTE LIMPIO	°F		°C	
	k_1	k_2	k_1	k_2
HFC-23	4.7250	0.0107	0.3164	0.0012

Otra manera de obtener la cantidad de agente limpio es a través de tabla No. 33. (Anexo No. 12)

3.6.0 AJUSTE DE LA PRESIÓN^{4,7}

La cantidad de diseño de agente limpio se ajustara para compensar las variaciones de las presiones ambientales que varían por más del 11% (Equivalente a 3000 ft(915m) debido al cambio de la elevación de la presión que se encuentra a nivel del mar (29.92 in Hg. a 70° F (760mmHg a 21°C), la presión ambiental es afectada por los cambios en la altitud, esto provoca en área de cercado una presurización o despresurización y los relacionados con los cambios de la presión barométrica.

En la tabla no. 33. Se muestran los datos de los factores de corrección atmosférica.

Tabla 33 Los factores de corrección atmosféricos

ALTITUD EQUIVALENTE.	PRESIÓN DE CERCAMIENTO.	FACTOR DE CORRECCIÓN ATMOSFERICO
- 3,000 ft (0.92 km).	16.25 psia (84.0 cm Hg).	1.11
- 2,000 ft (0.61 km).	15.71 psia (81.2 cm Hg).	1.07
- 1,000 ft (0.30km).	15.23 psia (78.7 cm Hg).	1.04
0 ft (0.00km).	14.71 psia (76.0 cm Hg).	1.00
1,000 ft (0.30 km).	14.18 psia (73.3 cm Hg).	0.96
2,000 ft (0.61 km).	13.64 psia (70.5 cm Hg).	0.93
3,000 ft (0.92 km).	13.12 psia (67.89 cm Hg).	0.89
4,000 ft (1.21 km).	12.58 psia (65.0 cm Hg).	0.86
5,000 ft (1.52 km).	12.04 psia (62.2 cm Hg).	0.82
6,000 ft (1.83 km).	11.53 psia (59.6 cm Hg).	0.78
7,000 ft (2.13 km).	11.03 psia (57.0 cm Hg).	0.75
8,000 ft (2.45 km).	10.64 psia (55.0 cm Hg).	0.72
9,000 ft (2.74 km).	10.22 psia (52.8 cm Hg).	0.69
10,000 ft (3.05 km).	9.77 psia (50.5 cm Hg).	0.66

3.7.0 DURACIÓN DE LA PROTECCIÓN ^{4, 7}

Es importante que la concentración del agente limpio resultado del diseño para la supresión de fuego deba ser activada para la descarga y mantenida por un periodo de tiempo suficiente en el área de riesgo para permitir la efectiva acción del agente limpio.

Este tiempo de duración de la protección es importante para combatir todas las clases de fuego, desde una pequeña fuente de ignición que podría provocar el resurgimiento del evento inicial, una vez disparado el agente extinguidor en el área de riesgo.

El equipo eléctrico energizado proporciona una prolongada fuente de ignición y por lo cual debe ser desenergizado antes o durante la descarga del agente limpio. En el equipo eléctrico que no pueda ser desenergizado se debe considerar el uso de la descarga extendida para evitar la posibilidad del resurgimiento de la combustión y formación de los productos de la descomposición del agente limpio y /o productos de la combustión.

3.8.0 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGENTE LIMPIO ^{4, 8}

3.8.1 VELOCIDAD DE APLICACIÓN

Las mínimas velocidades de aplicación para el diseño deben estar basadas en la cantidad de agente limpio requerido para la concentración deseada y el tiempo asignado para activar la concentración deseada para la inundación total.

3.8.2 TIEMPO DE DESCARGA DEL AGENTE LIMPIO

El tiempo de descarga óptimo esta en función de las cinco variables siguientes:

- a) Limitación de los productos de descomposición
- b) Limitación del daño del fuego y sus efectos
- c) Mejoramiento en las condiciones de efectividad del mezclado del agente limpio
- d) Limitación en la pérdida de presión
- e) Los efectos secundarios de las boquillas

El tiempo de descarga para agentes limpios para la inundación total, no debe exceder los 10 segundos. Este periodo de tiempo es definido como el tiempo requerido para descargar por la boquilla el 95% del volumen del agente limpio necesario para activar la concentración mínima de diseño. Adicionalmente se deberá de considerar un factor de eficiencia para garantizar que se cumpla con lo marcado con anterioridad por lo que se tendrá que aplicar un factor de eficiencia como se muestra en la siguiente ecuación:

$$W_{\text{actual}} = W \times \text{factor de eficiencia (1.11)} \text{ -----Ecuación No.5}$$

Donde: 1.11 es el 11% recomendado por el fabricante.

3.8.3 DESCARGA EXTENDIDA

Cuando una descarga es extendida es necesario tener consideraciones especiales como la seguridad, la salud, la velocidad (debe ser suficiente para mantener la concentración de diseño) y los tiempos requeridos (sujetos a los dos párrafos anteriores).

3.9.0 LOCALIZACIÓN Y ELECCIÓN DE LA BOQUILLA DE DESCARGA

Las boquillas de descarga deben ser localizadas dentro del área de riesgo. El número, tipo y la separación de las boquillas dependen del área a proteger con el agente limpio. Ver capítulo segundo 2.2.2 inciso c

Referencias:

- 1.- NMX-S-044-1987 Seguridad-tecnología del fuego-terminología.
- 2.- NOM-002-STPS-2000 Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- 3.-NOM-105-STPS-1994 Seguridad-tecnología del fuego-terminología.
4. - Standard of the national fire protection association No. 2001 "Clean agent fire extinguishing systems " (NFPA-2001).
- 5.- NRF-019-PEMEX-2001 Protección contra incendio en cuartos de control que contienen equipo electrónico.
- 6.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (Publicado en la gaceta oficial del Distrito Federal el 29 de enero del 2004).
- 7.- José de Jesús carrillo Becerril, "Instalaciones Complementarias". Escuela de arquitectura, México, 1997.
- 8.- KIDDE FE-13 "Clean Agent Systems"
- 9- Manual SPCO GIP Pemex
- 10.- Gaceta oficial del distrito Federal, "Normas técnicas complementarias". México, 2004
- 11.- asesores en Emergencias y desastres S.de R.L. de C.V.(www.Asemde.com)
- 12.- WWW. IMCYC.COM.MX

CAPITULO 4
APLICACIÓN, CÁLCULO Y COSTO DEL SISTEMA DE
SUPRESIÓN DE FUEGO HFC-23

4.1.0 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN DE FUEGO HFC-23

Se considerará como aplicación al centro de informática que el organismo operador cuenta y se considera como área de riesgo , la cual se protegerá con la implementación de un Sistema de Supresión de Fuego a base de un agente limpio (HFC-23); así como los sistemas complementarios para el combate de los incendios.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE INFORMÁTICA

Centro de informática del organismo publico descentralizado para la prestación de servios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Tultitlan el cual cuenta con las siguientes características:

- a) Estructura utilizada como archivo del padrón de usuarios del municipio de Tultitlan, conteniendo información en forma documental, como en forma magnética, etc.
- b) Ubicado en la calle Isidro Fabela No.3, Bo. San Bartolo del municipio de Tultitlan, Estado de México
- c) Estructura construido a base de traves, columnas y losas de concreto armado sin falso plafón, acabado con loseta de granito antiderrapante en el piso, aplanado mortero cemento arena1:5, acabado con pasta en paredes y techo , cuenta con lámparas fluorescentes que le dan la iluminación artificial y ventas colocadas en los muros para ventilación e iluminación natural, adicionado a las ventanas cuentan con persianas de plástico, las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y son fácilmente operables.
- d) Ubicado en la el segundo nivel de la estructura al cual se sube a través de escaleras de 1.85 metros de ancho y cuentan con pasillos que son lo suficientemente amplios para una buena evacuación del personal.
- e) Edificación de riesgo menor según Art. 90 del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal
- f) Posible tipo de fuego presente:
 - Fuego clase "A"
 - Fuego clase "C"

Debido a que dentro del centro de cómputo se encuentran materiales como:

- Tela
- Papel
- Madera
- plásticos
- aparatos eléctricos y electrónicos
- electrónicos

- g) Presencia de seres humanos(Trabajadores)
- h) Horario de labores de 6:00 a.m. a 21:00 p.m.
- i) Temperatura ambiente 20° C (Promedio)
- j) Agente limpio utilizado para proteger FE-13 (trifluorometano HFC-23) CH F3

4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN HFC-23

a) CÁLCULO DEL VOLUMEN A PROTEGER TENEMOS PARTIENDO DEL LAS DIMENSIONES DEL CENTRO DE CÓMPUTO

Primeramente delimitaremos nuestra área a proteger de nuestro plano arquitectónico 4.3.0.1 y del inciso 3.2.0 del capítulo 3 se tiene:

I.- Que para el cálculo de área a proteger será igual:

$$A = \text{largo} \times \text{ancho}$$

$$\text{Largo} = 11.00 \text{ m (Distancia libres entre el eje 11 al 15)}$$

$$\text{Ancho} = 6.60 \text{ m (Distancia libres entre el eje A al C)}$$

Sustituyendo los valores en la formula anterior se tiene:

$$A = 11.00 \text{ m} \times 6.60 \text{ m} = 72.60 \text{ m}^2 (781.46 \text{ ft}^2)$$

Donde:

$$A = \text{área a proteger vacía (En m}^2 \text{ o ft}^2)$$

II.- Calculo del Volumen del área proteger vacía (Vv)

$$Vv = \text{área} \times \text{altura}$$

$$Vv = 72.60.00 \text{ m}^2 \times 3.00\text{m} = 217.80 \text{ m}^3 (7,691.53 \text{ ft}^3)$$

Donde:

Vv= Volumen vacío (en m³ o ft³)

H= Altura libre (En m)

III.- Para el cálculo del Volumen del área a proteger considerando lo marcado en el inciso 3.5.0 que para los espacios ocupados por objetos fijos se considera un 30 % de volumen vacío.

$$V_o = V_v \times 30\%$$

$$V_o = 217.80 \text{ m}^3 \times 0.30 = 65.34 \text{ m}^3 (2,307.46 \text{ ft}^3)$$

Donde:

V_o = Volumen ocupado (En m^3 o ft^3)

IV.- Con los datos calculados con anterioridad procederemos a calcular el volumen neto a proteger con el agente limpio (V_n)

V_n = Volumen vacío – Volumen ocupado

$$V_n = 217.80 - 65.34 = \underline{\underline{152.46 \text{ M}^3 (5,384.07 \text{ FT}^3)}}$$

V_n = Volumen neto

b) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGENTE LIMPIO

Del inciso 3.5.0 del capítulo 3 se tienen las ecuaciones siguientes No.3 y No.4:

$$W = V / S [C / (100 - C)] \text{ -----Ecuación No.3}$$

$$S = K_1 + K_2 (T) \text{ -----Ecuación No.4}$$

Donde:

$T = 20^\circ \text{C}$ se considera temperatura del medio ambiente que será la temperatura promedio del área de trabajo

Las constantes para el HFC-23 se toman de la tabla 31 las cuales tiene los siguientes valores para temperatura en grados centígrados:

$$K_1 = 0.3164$$

$$K_2 = 0.00120$$

Sustituyendo los valores en la ecuación No.4 se obtiene el valor siguiente:

$$S = 0.3164 + (0.00120 \times 20) = \underline{\underline{0.3404}}$$

A continuación se determina C que es la concentración de diseño en % V/V en aire a la temperatura de 20° c

Dentro de la norma se maneja que deberá de contener el 16 % de oxígeno que es el umbral para el funcionamiento de los seres humanos, y marca que no deberá de usarse concentraciones del 24% del agente limpio. (Inciso 1.3.1 del capítulo 1)

Nosotros tomaremos un valor de 18% que es recomendado por el fabricante de este agente limpio y con el cual se cumple lo marcados en el párrafo anterior.

Sustituyendo los valores dentro de la ecuación No.3 obtendremos la cantidad de agente limpio

$$W = 152.46 \text{ m}^3 / 0.3404 (18 / (100 - 18)) = \underline{\mathbf{98.32 \text{ kg (216.75 lb)}}}$$

c) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGENTE LIMPIO DEBIDO AL AJUSTE DE LA PRESIÓN

Del inciso 3.6.0 del capítulo 3 se tienen que los valores obtenidos son respecto a nivel del mar por lo que necesitamos ajustar nuestra cantidad de agente limpio, considerado que se encuentra a una presión atmosférica de 585 mmHg que la que se tiene en la ciudad de México y área metropolitana, donde se encuentra ubicado nuestra área a proteger.

De la tabla No. 33. Se tiene que para 585 mmHg le corresponde un factor de corrección de **0.7673**

Por lo que se tiene la siguiente ecuación para obtener W corregido:

$$W \text{ corregido} = W \times \text{factor de corrección}$$

Sustituyendo los valores tenemos

$$W \text{ corregido} = 98.32 \times 0.7673 = \underline{\mathbf{75.44 \text{ kg (166.31 lb)}}}$$

d) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGENTE LIMPIO DEBIDO AL FACTOR DE EFICIENCIA DE LA DESCARGA

Del inciso 3.8.2 del capítulo 3; El tiempo de descarga para la inundación total, no debe de excederse de los 10 segundos, este periodo de tiempo de descarga es definido como el tiempo requerido para descargar por la boquilla el 95% de la masa del agente limpio necesario para activar la concentración mínima de diseño

Nosotros aplicaremos la ecuación $W_{actual} = W \times 1.11$ que es el 11% más recomendado por el fabricante de este agente limpio

Por lo siguiente se tiene:

$$W_{actual} = W \text{ corregido} \times \text{factor de eficiencia}$$

Sustituyendo valores tenemos

$$W_{actual} = 75.44 \times 1.11 = \underline{\underline{83.74 \text{ kg (184.61 lb)}}}$$

f) CÁLCULO DE CILINDROS REQUERIDOS.

Considerando que tenemos como resultado el $W_{actual} = 83.74 \text{ kg (184.61 lb)}$ y partiendo de lo descrito en el inciso 2.1.1. Del capítulo 2 se tiene lo siguiente:

Que 2 cilindros de 50.8 Kg. (112 lb.) son los necesarios para el W_{actual} de 83.74 Kg. (184.61lb.)

Del inciso 3.1.0 del capítulo 3 se deberá de considerar dos cilindros más para la reserva que van a ser de 50.8 Kg. (112 lb.); así como los de complemento.

g) CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS Y BOQUILLAS

- a) Para determinar el diámetro de la tubería acudimos a la tabla no.17 inciso 2.2.2 del capítulo No.2, así como lo marcado en los anexos no. 6, 6a y 6b, Se tiene que para 2 cilindros de 112 lb y una sección "A" el diámetro es de 3 pulgadas y para la sección "B" el diámetro es de 2 pulgadas.

- b) Del inciso 2.3.1 del capítulo 2 se dispondrá de boquillas modelo 180° con una distancia de cobertura de 30 pies x 30 pies, las cuales cubren totalmente nuestra área de riesgo.
- c) De la tabla no. 14 inciso 2.2.2 del capítulo 2 el arreglo se realizará a través de dos boquillas con dos cilindros de 112 lb, con una elevación máxima de 7.6 metros, de la tabla no. 15 el arreglo será de 360° y de la tabla no. 18 se determina el diámetro el cual será de 2”.

h) DETERMINACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE IDENTIFICACIÓN

- a) Los detectores de humo van a ser de las características marcadas tanto para fotoeléctricos como los de ionización en el inciso 2.5.1, 2.5.2, 2.6.14 del capítulo 2
- b) Los equipo de control deberán de contar con lo marcado en el inciso 2.5.2.4 capítulo 2
- c) El equipo de control, las alarmas audibles y visibles serán como se encuentran marcadas en el inciso 2.5.2.4 capítulo 2
- d) Las señales y letreros serán conforme lo marcado en el inciso 2.4.0 y 2.6.5 capítulo 2
- e) Todos los elementos del sistema contra incendio deberán obedecer con lo marcado en el inciso 2.6.1 del capítulo 2.

i) OTROS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN (EXTINGUIDORES MANUALES)

Del inciso 2.5.2.4, 2.6.13 del capítulo 2, los extintores serán de polvo químico seco, tipo A, B Y C y serán colocados conforme lo marcado en el inciso 2.6.12 y 2.6.13.

i) OTROS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN (EXTINGUIDORES MANUALES)

Deberá de aplicarse la normatividad vigente para asegurar la estabilidad de estructura lo que esta marcado en los incisos 2.5.2.4 y 2.6.12 del capítulo 2.

j) DIAGRAMAS E INSTRUMENTACIÓN

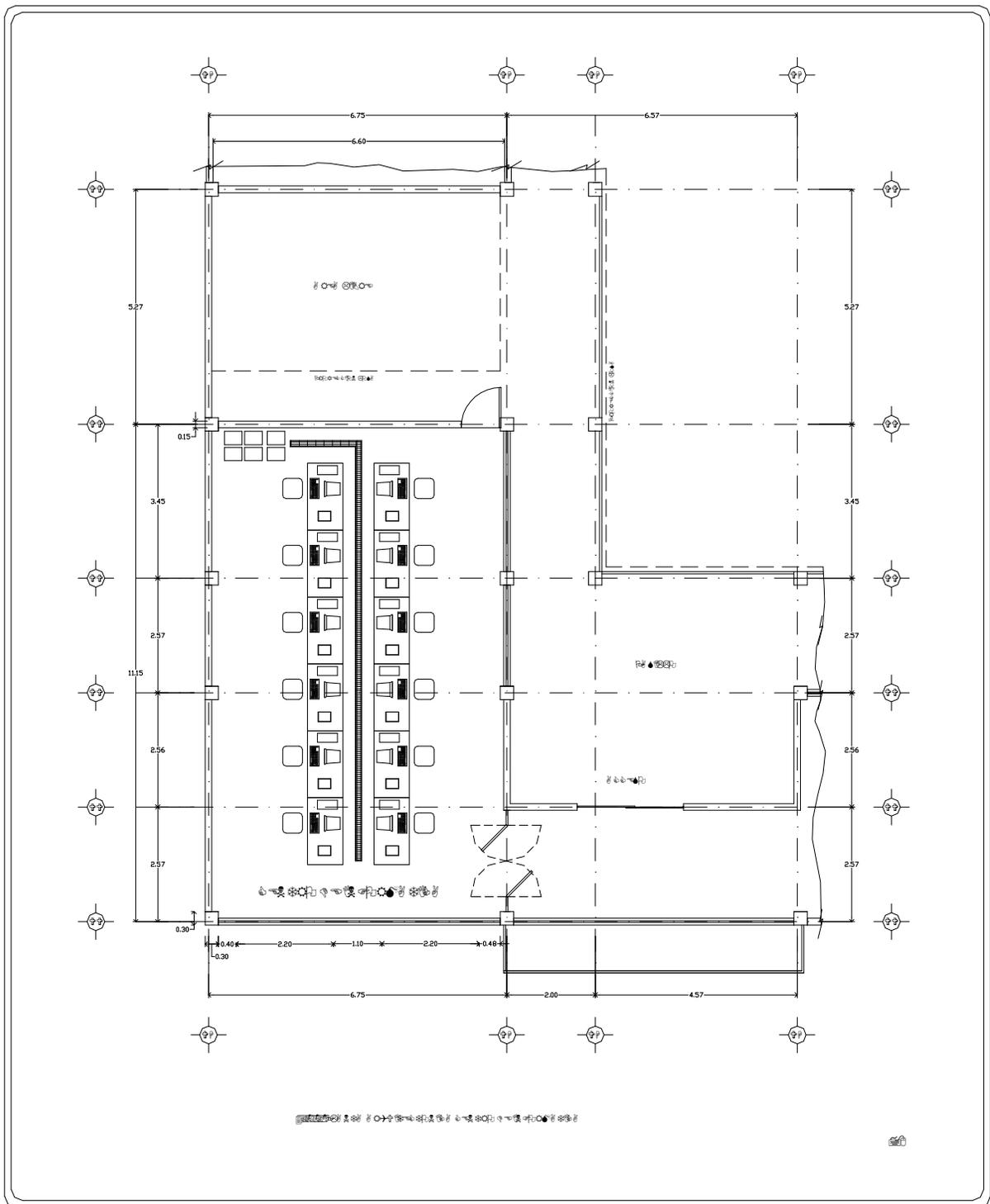
4.3.0.1 Planta baja arquitectónica

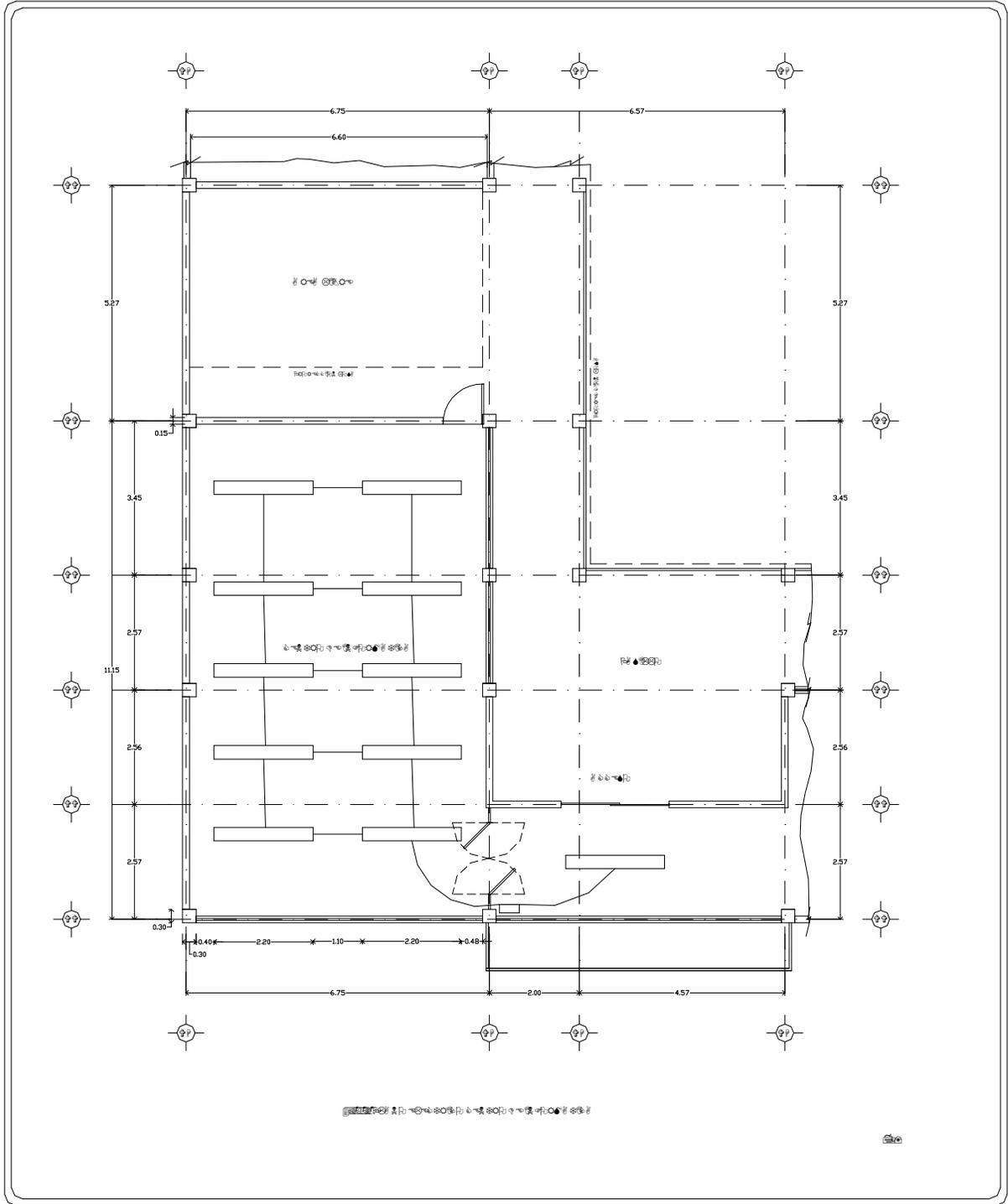
4.3.0.2 Plano eléctrico centro de informática

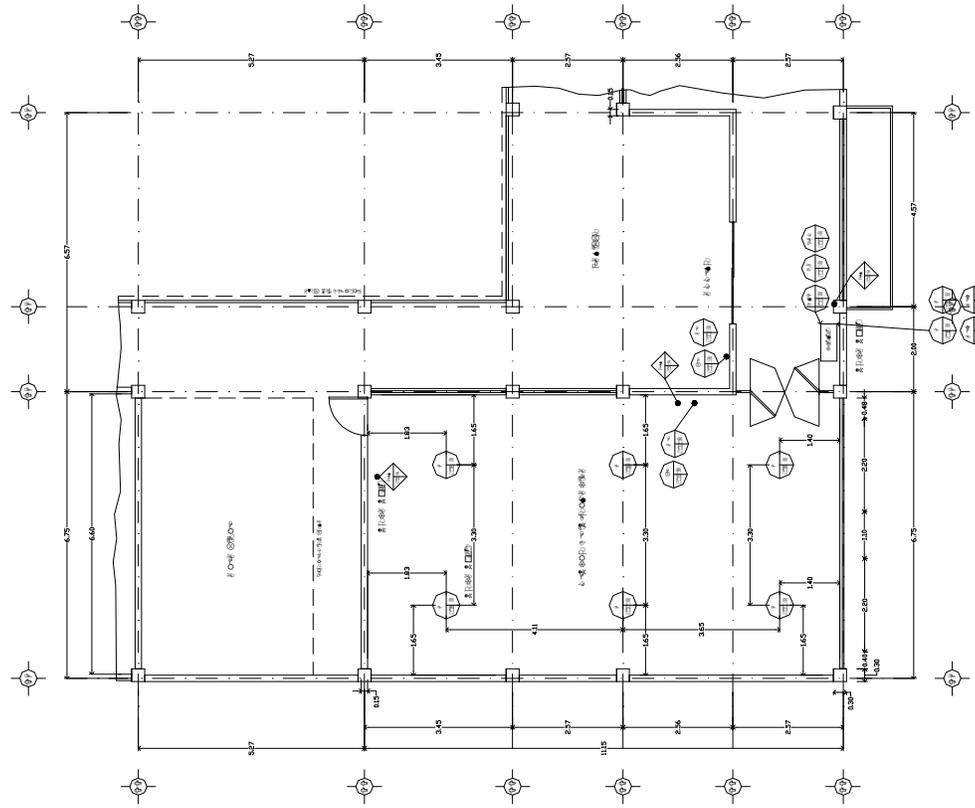
4.3.0.3 Diagrama de tubería e instrumentación

4.3.0.4 plano de localización del sistema de detección de humo, alarmas visibles/ audibles y tablero de control

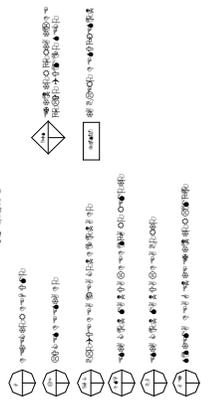
4.3.0.5 Isométrico del sistema de supresión de fuego







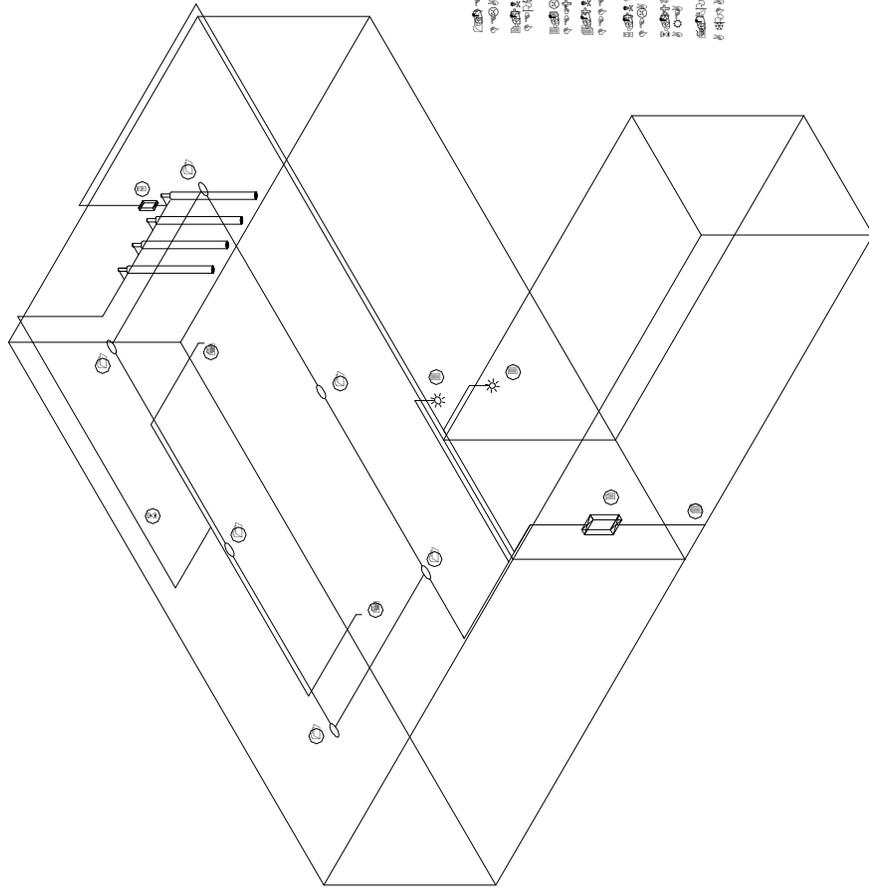
● 此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。
 ○ 此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。



此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。
 ○ 此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。

此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。
 ○ 此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。

此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。
 ○ 此圖為建築師事務所之設計圖，所有尺寸均以圖中標註為準。



1. 3D 프린터의 내부 구성 요소를 설명하십시오.
 2. 3D 프린터의 작동 원리를 설명하십시오.
 3. 3D 프린터의 주요 부품의 기능을 설명하십시오.
 4. 3D 프린터의 안전 주의 사항을 설명하십시오.
 5. 3D 프린터의 유지 보수 방법을 설명하십시오.
 6. 3D 프린터의 응용 분야를 설명하십시오.
 7. 3D 프린터의 미래 전망을 설명하십시오.
 8. 3D 프린터의 환경 영향을 설명하십시오.
 9. 3D 프린터의 사회적 영향을 설명하십시오.
 10. 3D 프린터의 경제적 영향을 설명하십시오.
 11. 3D 프린터의 기술적 진보를 설명하십시오.

3D 프린터의 내부 구성 요소를 설명하십시오.

4.3 COSTO DEL SISTEMA DE SUPRESIÓN HFC-23

En la prevención de incendios, entendiéndose como tal la adopción de medidas que eviten la producción de incendios y permitan minimizar los daños (medios de extinción y control), los costos de este tipo de medidas no encuentran una rentabilidad valorable en términos estrictamente económicos.

Los costos de la seguridad contra incendio se clasifican en función de la base en que se pongan en práctica las medidas, de acuerdo a los grupos siguientes:

- a) Del proyecto de construcción e instalación: medidas en la construcción, entorno, procesos, servicios técnico etc.
- b) De implantación del programa de seguridad: definición del programa, información, formación y entrenamiento etc.
- c) De mantenimiento: inspecciones, revisiones, conservación de equipos, formación y entrenamiento del personal etc.
- d) De actualización: renovación de sistemas de seguridad, adecuación a cambios de procesos y productos.
- e) De operación: consumos en siniestros de extintores, materiales, etc.

De los anteriores, el punto económico más importante es el inciso a, cuya repercusión estará regida por su amortización anual, al igual que en el inciso d, los incisos restantes implican gastos anuales, que en ocasiones pueden superar la amortización de las inversiones.

Por lo que respecta a la inversión para seguridad requerida por proyecto se puede determinar aplicando el reglamento legal vigente, si existe, o en su caso por la responsabilidad del propietario que deriva de:

- personas que ocupan el establecimiento: número, edad, condiciones físicas, conocimientos del establecimiento etc.
- Bienes materiales: valor económico y estratégico, susceptible del daño, etc.
- Peligrosidad intrínseca de las actividades desarrolladas.
- Tiempo de intervención y dotación de los servicios de socorro ajenos.
- Propiedad vecina: eliminación de repercusión recíproca de daños

En edificios urbanos en zonas donde existe una reglamentación legal, aceptable, que marque el nivel mínimo de seguridad contra incendios, se puede conocer el nivel mínimo de las inversiones a realizar. En la industria, la reglamentación es aceptable y permite fijar ese mínimo.

En edificios urbanos, de forma complementaria al mínimo legal, y en los establecimientos industriales, como criterio fundamental para la seguridad de la propiedad influenciada por los factores de responsabilidad antes citados y al establecer los niveles básicos u óptimos de seguridad, de acuerdo a los reglamentos vigentes o las recomendaciones de las compañías aseguradoras.

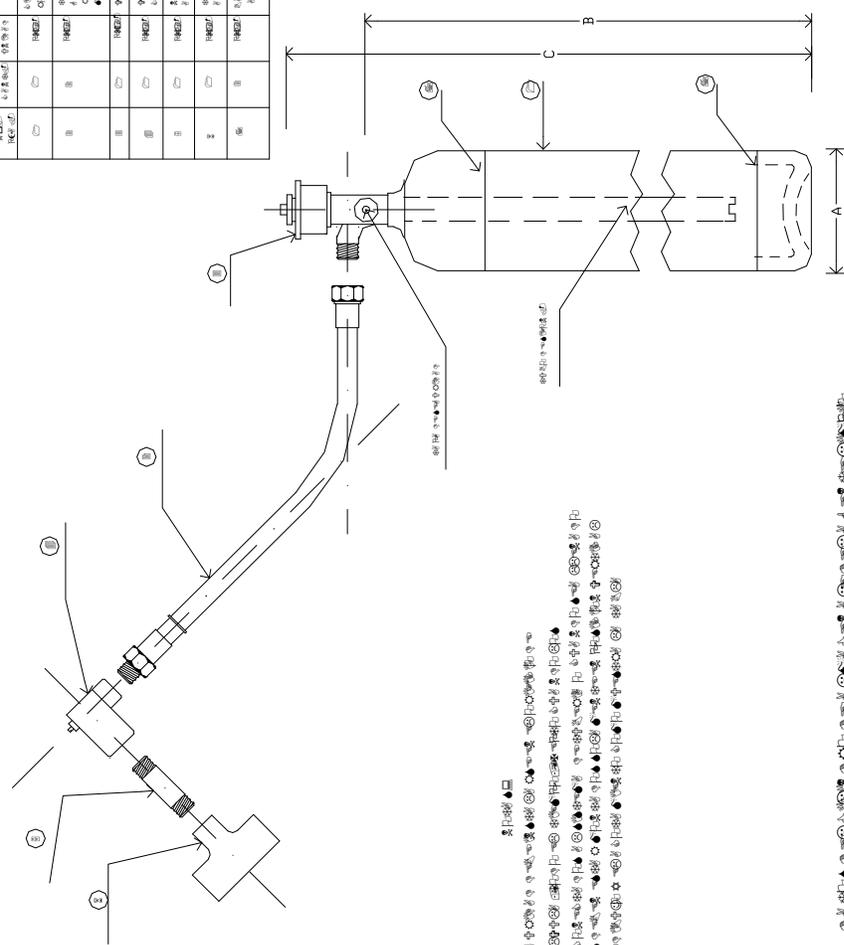
En términos porcentuales de seguridad, se puede establecer una relación cualitativa entre el porcentaje de seguridad establecido (nivel de seguridad) y la inversión económica para la aplicación de medidas de seguridad.

Se debe tener presente que el 100% de seguridad frente a cualquier peligro nunca se puede alcanzar.

ANEXOS

ANEXO No. 1 INSTALACION DEL CILINDRO DE ALMACENAJE DEL AGENTE LIMPIO

Figura	Descripción	Referencia
1	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 1
2	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 2
3	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 3
4	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 4
5	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 5
6	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 6
7	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 7
8	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 8
9	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 9
10	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 10



Este diagrama muestra la instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución. Las figuras 1 a 10 detallan los pasos de instalación y los componentes involucrados. Se debe seguir estrictamente las instrucciones de seguridad y los procedimientos de instalación para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Figura	Descripción	Referencia
1	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 1
2	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 2
3	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 3
4	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 4
5	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 5
6	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 6
7	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 7
8	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 8
9	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 9
10	Instalación del cilindro de almacenamiento del agente limpio en el sistema de distribución.	Figura 10

ANEXO No. 3
TUBERÍA CON CONEXIÓN ROSCADA. CON LA PRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE (PSIG)

TUBO DE ACERO CEDULA 40

NPS	GRADO: TIPO: SE:	A-53B			A-53A			A-53 A		
		A-106C SIN COSTURA 21000 Psi (1476.41 Kpa)	A-106B SIN COSTURA 1800 Psi (1265.51 Kpa)	ERW 15360 Psi (1079.91 Kpa)	A-106 A SIN COSTURA 14400 Psi (1012.41 Kpa)	ERW 15360 Psi (1079.91 Kpa)	A-106 A SIN COSTURA 14400 Psi (1012.41 Kpa)	ERW 12240 Psi (860.61 Kpa)		
1/2" (13 mm)		2593 Psig (17876 Kpa)	2222 Psig (15321Kpa)	1896Psig (13073 Kpa)	1778Psig (12259 Kpa)	1511 Psig (10418 Kpa)				
3/4" (19 mm)		2234 Psig (15403 Kpa)	1915 Psig (13204 Kpa)	1634 Psig (11266 Kpa)	1532 Psig (10563 Kpa)	1302 Psig (8977 Kpa)				
1" (25mm)		2026 Psig (13969 Kpa)	1736 Psig (11970 Kpa)	1482 Psig (10218 Kpa)	1390 Psig (9584 Kpa)	1181 Psig (8143 Kpa)				
1 1/4" (32 mm)		1782 Psig (12287 Kpa)	1528 Psig (10536 Kpa)	1304 Psig (8991 Kpa)	1222 Psig (8426 Kpa)	1038 Psig (7157 Kpa)				
1 1/2" (38 mm)		1667 Psig (11494 Kpa)	1429 Psig (9853 Kpa)	1220 Psig (8412 Kpa)	1144 Psig (7888 Kpa)	972 Psig (6702 Kpa)				
2" (51 mm)		1494 Psig (10301 Kpa)	1280 Psig (8826 Kpa)	1093 Psig (7536 Kpa)	1025 Psig (7067 Kpa)	871 Psig (6006 Kpa)				
2 1/2" (63.5 mm)		1503 Psig (10363 Kpa)	1290 Psig (8895 Kpa)	1100 Psig (7585 Kpa)	1032 Psig (7116 Kpa)	877 Psig (6047 Kpa)				
3" (76 mm)		1392 Psig (9598 Kpa)	1193 Psig (8226 Kpa)	1018 Psig (7019 Kpa)	954 Psig (6578 Kpa)	811 Psig (5592 Kpa)				
4" (100 mm)		1278 Psig (8812 Kpa)	1096 Psig (7557 Kpa)	935 Psig (6447 Kpa)	876 Psig (6040 Kpa)	745 Psig (5137 Kpa)				
5" (127 mm)		1193 Psig (8226 Kpa)	1022 Psig (7047 Kpa)	872 Psig (6012 Kpa)	818 Psig (5640 Kpa)	603 Psig (4158 Kpa)				
6" (152 mm)		1141 Psig (7867 Kpa)	978 Psig (6743 Kpa)	834 Psig (5750 Kpa)	782 Psig (5392 Kpa)	664 Psig (4578 Kpa)				
8" (203 mm)		1081 Psig (7453 Kpa)	926 Psig (6385 Kpa)	790 Psig (5447 Kpa)	740 Psig (5102 Kpa)	630 Psig (4344 Kpa)				

TUBO DE ACERO CEDULA 80

NPS	GRADO: TIPO: SE:	A-53B			A-53A			A-53 A		
		A-106C SIN COSTURA 21000	A-106B SIN COSTURA 1800	ERW 15360	A-106 A SIN COSTURA 14400	ERW 15360	A-106 A SIN COSTURA 14400	ERW 12240		
1/2" (13 mm)		4493 Psig (30979 Kpa)	3851 Psig (26553 Kpa)	3286 Psig (22657 Kpa)	3080 Psig (21237 Kpa)	2618 Psig (18051 Kpa)				
3/4" (19 mm)		3874 Psig (26711 Kpa)	3320 Psig (22891 Kpa)	2833 Psig (19534 Kpa)	2657 Psig (18320 Kpa)	2258 Psig (15569 Kpa)				
1" (25mm)		3495 Psig (24098Kpa)	2996 Psig (20657 Kpa)	2556 Psig (17624 Kpa)	2397 Psig (16527 Kpa)	2037 Psig (14045 Kpa)				
1 1/4" (32 mm)		3073 Psig (21188 Kpa)	2634 Psig (18161 Kpa)	2248 Psig (15500 Kpa)	2107 Psig (14528 Kpa)	1792 Psig (12356 Kpa)				
1 1/2" (38 mm)		2883 Psig (19878 Kpa)	2472 Psig (17044 Kpa)	2110 Psig (14548 Kpa)	1978 Psig (13638 Kpa)	1681 Psig (11590 Kpa)				
2" (51 mm)		2625 Psig (18099 Kpa)	2250 Psig (15514 Kpa)	1920 Psig (13238 Kpa)	1800 Psig (12411 Kpa)	1530 Psig (10549 Kpa)				
2 1/2" (63.5 mm)		2571 Psig (17727 Kpa)	2204 Psig (15197 Kpa)	1882 Psig (12976 Kpa)	1764 Psig (12163 Kpa)	1499 Psig (10336 Kpa)				
3" (76 mm)		2400 Psig (16548 Kpa)	2057 Psig (14183 Kpa)	1756 Psig (12108 Kpa)	1645 Psig (11342 Kpa)	1399 Psig (9646 Kpa)				
4" (100 mm)		2212 Psig (15252 Kpa)	1896 Psig (13073 Kpa)	1618 Psig (11156 Kpa)	1517 Psig (10460 Kpa)	1289 Psig (8888 Kpa)				
5" (127 mm)		2076 Psig (14314 Kpa)	1780 Psig (12273 Kpa)	1518 Psig (10467 Kpa)	1423 Psig (9812 Kpa)	1210 Psig (8343 Kpa)				
6" (152 mm)		2105 Psig (14514 Kpa)	1804 Psig (12439 Kpa)	1540 Psig (10618 Kpa)	1442 Psig (9943 Kpa)	1226 Psig (8453 Kpa)				
8" (203 mm)		1948 Psig (13431 Kpa)	1669 Psig (11508 Kpa)	1424 Psig (9818 Kpa)	1336 Psig (9212 Kpa)	1135 Psig (7826 Kpa)				

ANEXO NO. 4

PRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE EN TUBERÍAS BRIDADAS O CON CONEXIONES SOLDADAS

TUBO DE ACERO. LAS CONEXIONES SOLDADOS Y BRIDADAS

ASTM A-106 SIN COSTURA, RADO C	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-106/A-53 SIN COSTURA, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A 106/A-53 SIN COSTURA GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 6" (152.40 mm) NPS.
ASTM A 53 SOLDAR EN HORNO, CLASE F	CEDULA 80; 8" (203.20 mm) NPS.

TUBO DE ACERO. LAS CONEXIONES CUT GROOVE

ASTM A-106 SIN COSTURA, GRADO C	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 6" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-106/A-53 SIN COSTURA, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 6" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-106/A-53 SIN COSTURA GRADO A	CEDULA 40 1/8" (3.175 mm) HASTA 6" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 6" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 5" (127.00 mm) NPS CEDULA 80; 6" (152.40 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 SOLDADO EN HORNO, CLASE F	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 3" (76.00 mm) NPS CEDULA 80; 4" (101.61 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.

TUBERÍA DE COBRE. LOS ACCESORIOS POR COMPRESIÓN

ASTM B-88 SIN COSTURA, DRAWN.	TIPOK 1/4" (6.35 mm)HASTA 8" (203.20)
ASTM B-88 SIN COSTURA, DRAWN.	TIPO L 1/4" (6.35 mm)HASTA 3" (76 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, DRAWN.	TIPO M 1/4" (6.35mm)HASTA 1 1/2" (38 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, ANNEALED.	TIPOK 1/4" (6.35 mm)HASTA 1" (25.4 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, ANNEALED.	TIPO L 1/4" (6.35 mm)HASTA 3/4" (19.00 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, ANNEALED.	TIPO M 1/4" (6.35 mm)SOLAMENTE

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE LA TUBERÍA
LOS SISTEMAS DE AGENTE LIMPIO
CARGADO LA PRESION DE 600 Psig (4136.9 Kpa)

TUBO DE ACERO. LAS CONEXIONES ROSCADAS

ASTM A-106 SIN COSTURA, GRADO C	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-106/A-53 SIN COSTURA, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 5" (127.00 mm) NPS CEDULA 80; 6" (152.40 mm) HASTA 8" (203.20 mm)NPS
ASTM A 106/A-53 SIN COSTURA GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 2 1/2" (63.50 mm) NPS CEDULA 80; 3" (76 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 3" (76.00 mm) NPS. CEDULA 80; 4" (101.61 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS
ASTM A-53 ERW, GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 1 1/4" (31.75 mm) NPS. CEDULA 80; 1 1/2" (38.00 mm) HASTA 8" (203.20 mm)NPS.
ASTM A 53 SOLDAR EN HORNO, CLASE F	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 1/2" (13 mm) NPS. CEDULA 80; 3/4" (19.10 mm) HASTA 2 1/2" (63.50 mm) NPS. CEDULA 120; 3" (76.00 mm)HASTA 8" (203.20 mm) NPS.

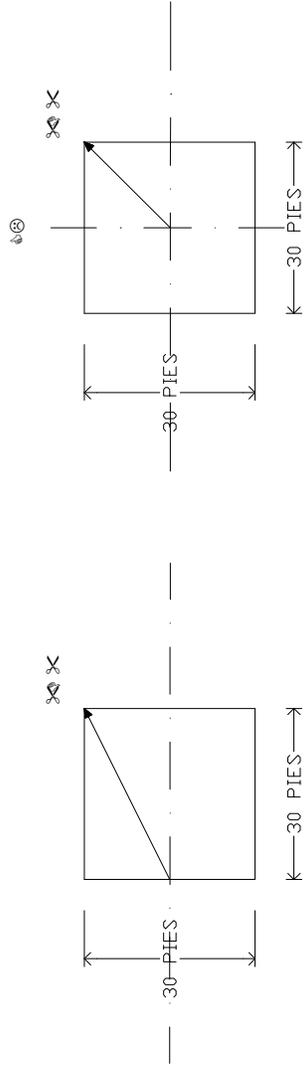
ANEXO NO. 4
REQUERIMIENTOS MINIMOS DE LA TUBERÍA
LOS SISTEMAS DE AGENTE LIMPIO
CARGADO LA PRESION DE 600 Psig (4136.9 Kpa)
(Continuación)

TUBO DE ACERO. LAS CONEXIONES SOLDADAS.

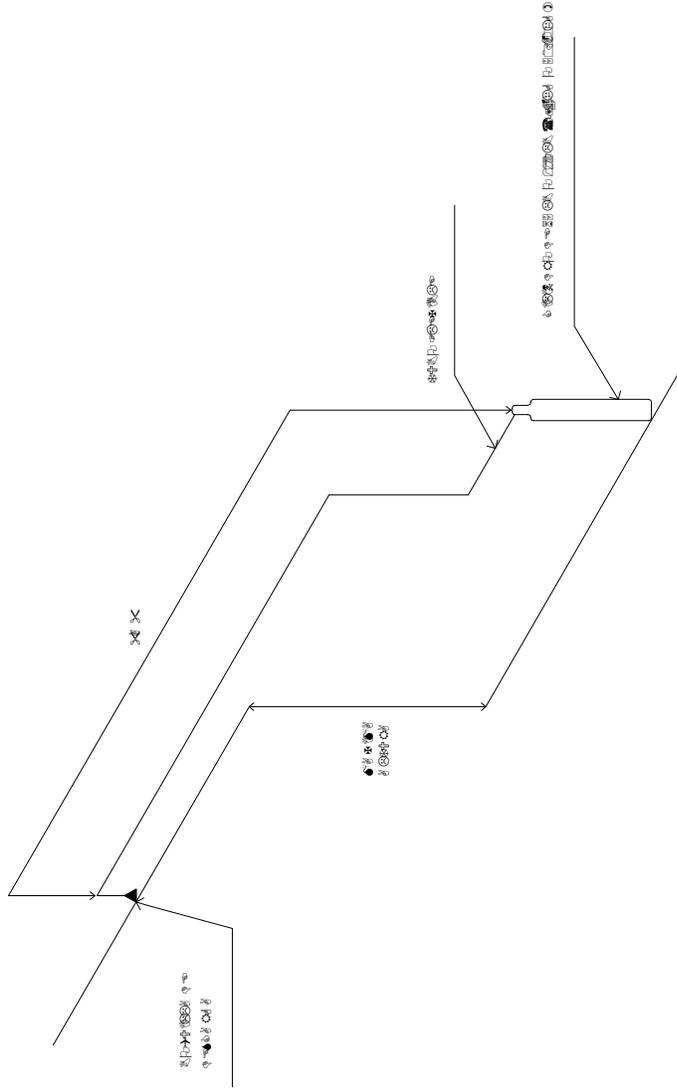
ASTM A-106 SIN COSTURA, GRADO C	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-106/A-53 SIN COSTURA, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A 106/A-53 SIN COSTURA GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO B	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A-53 ERW, GRADO A	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 6" (152.40 mm) NPS. CEDULA 80; 8" (203.20 mm) NPS.
ASTM A 53 SOLDAR EN HORNO, CLASE F	CEDULA 40; 1/8" (3.175 mm) HASTA 3" (76.00 mm) NPS CEDULA 80; 4" (101.61 mm) HASTA 8" (203.20 mm) NPS. CEDULA 120; 8" (203.20 mm) NPS.

TUBERÍA DE COBRE. LOS ACCESORIOS POR COMPRESIÓN

ASTM B-88 SIN COSTURA, DRAWN.	TIPOK 1/4" (6.35 mm) HASTA 1 1/4" (31.75 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, DRAWN.	TIPO L 1/4" (6.35 mm) HASTA 3/4" (19.00 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, DRAWN.	TIPO M 1/4" (6.35 mm) HASTA 3/8" (9.52 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, ANNEALED.	TIPOK 1/4" (6.35 mm) HASTA 3/8" (9.52 mm)
ASTM B-88 SIN COSTURA, ANNEALED.	TIPO L NO DEBE USARSE
ASTM B-88 SIN COSTURA, ANNEALED.	TIPO M NO DEBE USARSE



ಶಿಷ್ಟತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿನ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಭೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ



ಸಭೆಯನ್ನು ಕರೆಸುವುದು, ಸಭೆಯನ್ನು ಸಂಭವಿಸುವುದು, ಸಭೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸುವುದು, ಸಭೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವುದು

ಸಭೆಯನ್ನು ಕರೆಸುವುದು				
ಸಭೆಯನ್ನು ಸಂಭವಿಸುವುದು				
ಸಭೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸುವುದು				
ಸಭೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವುದು				

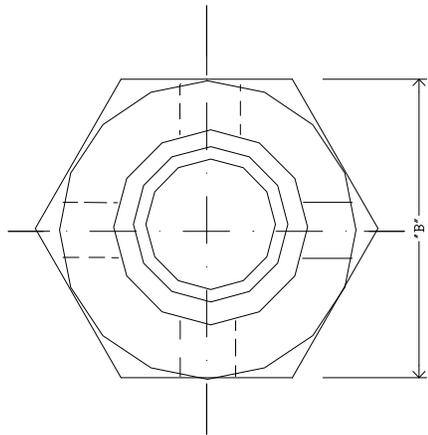


Figure 1: Top view of the part.

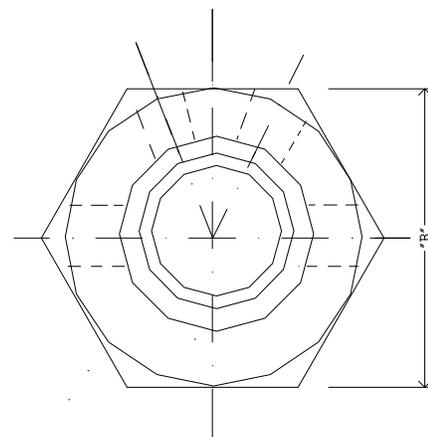


Figure 2: Top view of the part with a different hole size.

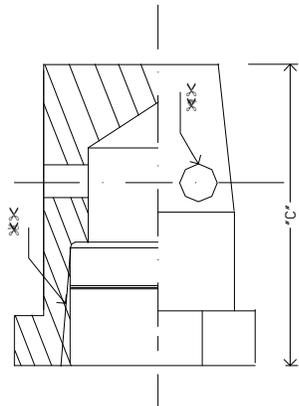


Figure 3: Cross-sectional view of the part.

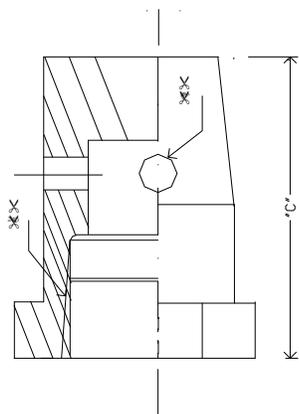
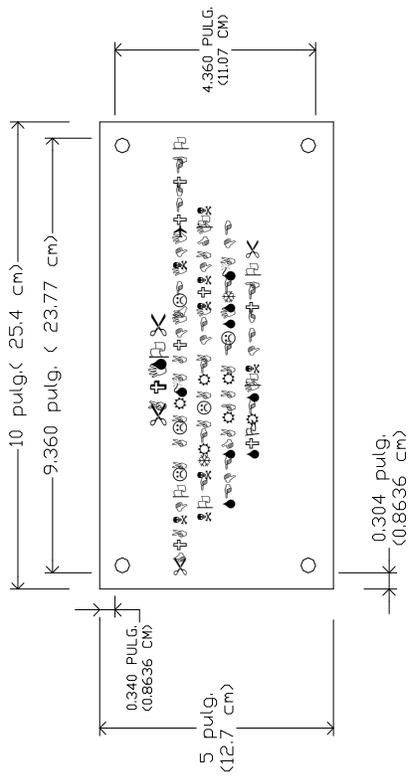
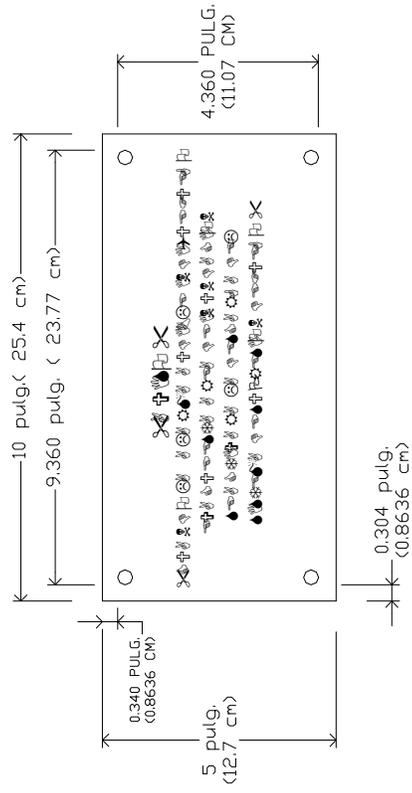


Figure 4: Cross-sectional view of the part with a different internal structure.

සමස්ත ප්ලාස්ටික් පැකට්ටුවේ මාපයන්



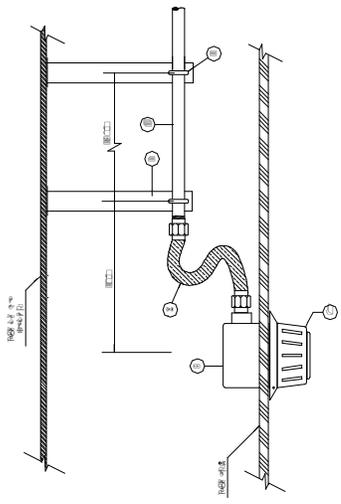
මෙහි පැකට්ටුවේ මාපයන් පහත පරිදි වේ.



මෙහි පැකට්ටුවේ මාපයන් පහත පරිදි වේ.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

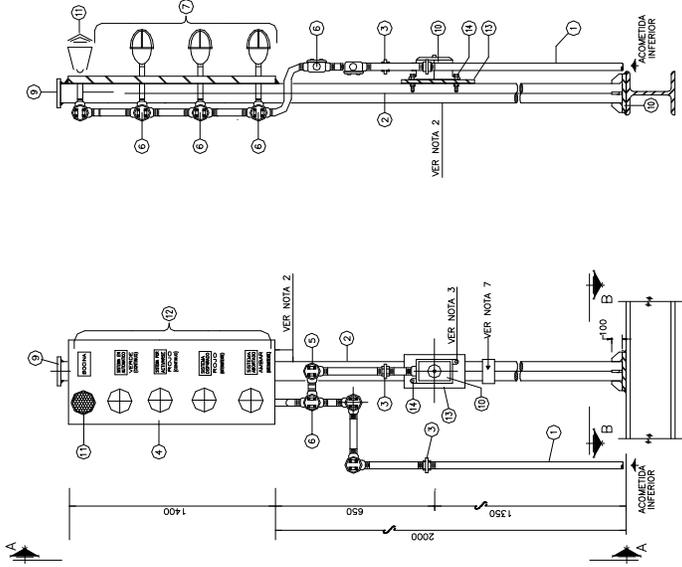
圖 1 設備圖



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

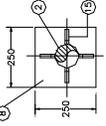
| 項目 | 規格 | 備註 |
|---|----|----|
| 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. | 規格 | 備註 |

| 1 | VER NOTA 2 |
|-----|------------|
| 2 | VER NOTA 2 |
| 3 | VER NOTA 2 |
| 4 | VER NOTA 2 |
| 5 | VER NOTA 2 |
| 6 | VER NOTA 2 |
| 7 | VER NOTA 2 |
| 8 | VER NOTA 2 |
| 9 | VER NOTA 2 |
| 10 | VER NOTA 2 |
| 11 | VER NOTA 2 |
| 12 | VER NOTA 2 |
| 13 | VER NOTA 2 |
| 14 | VER NOTA 2 |
| 15 | VER NOTA 2 |
| 16 | VER NOTA 2 |
| 17 | VER NOTA 2 |
| 18 | VER NOTA 2 |
| 19 | VER NOTA 2 |
| 20 | VER NOTA 2 |
| 21 | VER NOTA 2 |
| 22 | VER NOTA 2 |
| 23 | VER NOTA 2 |
| 24 | VER NOTA 2 |
| 25 | VER NOTA 2 |
| 26 | VER NOTA 2 |
| 27 | VER NOTA 2 |
| 28 | VER NOTA 2 |
| 29 | VER NOTA 2 |
| 30 | VER NOTA 2 |
| 31 | VER NOTA 2 |
| 32 | VER NOTA 2 |
| 33 | VER NOTA 2 |
| 34 | VER NOTA 2 |
| 35 | VER NOTA 2 |
| 36 | VER NOTA 2 |
| 37 | VER NOTA 2 |
| 38 | VER NOTA 2 |
| 39 | VER NOTA 2 |
| 40 | VER NOTA 2 |
| 41 | VER NOTA 2 |
| 42 | VER NOTA 2 |
| 43 | VER NOTA 2 |
| 44 | VER NOTA 2 |
| 45 | VER NOTA 2 |
| 46 | VER NOTA 2 |
| 47 | VER NOTA 2 |
| 48 | VER NOTA 2 |
| 49 | VER NOTA 2 |
| 50 | VER NOTA 2 |
| 51 | VER NOTA 2 |
| 52 | VER NOTA 2 |
| 53 | VER NOTA 2 |
| 54 | VER NOTA 2 |
| 55 | VER NOTA 2 |
| 56 | VER NOTA 2 |
| 57 | VER NOTA 2 |
| 58 | VER NOTA 2 |
| 59 | VER NOTA 2 |
| 60 | VER NOTA 2 |
| 61 | VER NOTA 2 |
| 62 | VER NOTA 2 |
| 63 | VER NOTA 2 |
| 64 | VER NOTA 2 |
| 65 | VER NOTA 2 |
| 66 | VER NOTA 2 |
| 67 | VER NOTA 2 |
| 68 | VER NOTA 2 |
| 69 | VER NOTA 2 |
| 70 | VER NOTA 2 |
| 71 | VER NOTA 2 |
| 72 | VER NOTA 2 |
| 73 | VER NOTA 2 |
| 74 | VER NOTA 2 |
| 75 | VER NOTA 2 |
| 76 | VER NOTA 2 |
| 77 | VER NOTA 2 |
| 78 | VER NOTA 2 |
| 79 | VER NOTA 2 |
| 80 | VER NOTA 2 |
| 81 | VER NOTA 2 |
| 82 | VER NOTA 2 |
| 83 | VER NOTA 2 |
| 84 | VER NOTA 2 |
| 85 | VER NOTA 2 |
| 86 | VER NOTA 2 |
| 87 | VER NOTA 2 |
| 88 | VER NOTA 2 |
| 89 | VER NOTA 2 |
| 90 | VER NOTA 2 |
| 91 | VER NOTA 2 |
| 92 | VER NOTA 2 |
| 93 | VER NOTA 2 |
| 94 | VER NOTA 2 |
| 95 | VER NOTA 2 |
| 96 | VER NOTA 2 |
| 97 | VER NOTA 2 |
| 98 | VER NOTA 2 |
| 99 | VER NOTA 2 |
| 100 | VER NOTA 2 |



VISTA A-A

VISTA B-B



NOTAS:

- 1. Todas as dimensões são em milímetros.
- 2. O material a ser utilizado deve ser o especificado no projeto.
- 3. O acabamento superficial deve ser o especificado no projeto.
- 4. O tratamento térmico deve ser o especificado no projeto.
- 5. O tratamento de superfície deve ser o especificado no projeto.
- 6. O tratamento de pintura deve ser o especificado no projeto.
- 7. O tratamento de galvanização deve ser o especificado no projeto.
- 8. O tratamento de anodização deve ser o especificado no projeto.
- 9. O tratamento de cromagem deve ser o especificado no projeto.
- 10. O tratamento de niquagem deve ser o especificado no projeto.
- 11. O tratamento de ouro deve ser o especificado no projeto.
- 12. O tratamento de prata deve ser o especificado no projeto.

GLOSARIO

Acero al carbón: Son todas las aleaciones de hierro y carbono con un contenido de este de 0.08% y 2% en peso.

Alarma: Situación indicativa de condición riesgosa, que pueda desencadenar en un siniestro si no es corregida.

Alarma: Dispositivo eléctrico que genera una señal audible o visible para alertar al personal sobre algún evento que ponga en peligro al personal y a la instalación.

Aislamiento térmico: Propiedad de un material o de un elemento de construcción de dificultar la transmisión del calor, generalmente por ser malos conductores del mismo o por poseer alta capacidad de reflejarlo.

Acceso a la ruta general de evacuación: Es la parte de una ruta de evacuación que conduce del puesto de trabajo al área de salida.

Alcance: es la distancia horizontal a la cual llega el agente extinguidor.

Agente extinguidor: Es la sustancia o mezcla de ellas, que al contacto con un material en combustión en la cantidad adecuada, apaga un fuego.

Agente limpio: Producto extintor del fuego, volátil o gaseoso, no conductor de la electricidad, que no deja residuos después de evaporarse o dispersarse.

Bióxido de carbono: Es el agente extinguidor en forma de gas a presión o licuado cuya acción provoca la extinción de fuegos de las clases B y C por desplazamiento del oxígeno del aire.

Boquilla: Elemento final del sistema por donde se descarga el agente extintor.

Cilindro: Recipiente metálico destinado a almacenar al agente extintor

Concentración máxima (NOAEL): La concentración más alta de un agente limpio, el cual no se observa algún efecto toxicológico o fisiológico para el ser humano.

Combustible: Es todo aquel material susceptible de arder al mezclarse con un comburente y ser sometido a una fuente de calor.

Combustión: Es la reacción exotérmica (liberación de energía) de un combustible con un oxidante llamado comburente; este fenómeno viene acompañado generalmente por una emisión lumínica en forma de llamas o incandescencias, con desprendimiento de productos volátiles o humos, y que puede dejar un residuo de cenizas.

Detector de humo: Dispositivo electrónico fotoeléctrico o por ionización que identifica la presencia de humo.

Detector de incendios: Es un aparato que funciona de manera autónoma y que contiene un dispositivo de alarma audible y visible que se activa al percibir condiciones que indiquen la presencia de una combustión, como son calor, humo, flama o una combinación de éstas, anunciando una situación de emergencia.

Estabilidad al fuego: Aptitud de un elemento estructural cargado o no, de resistir el colapso bajo la acción del fuego por un determinado periodo de tiempo.

Estable al fuego: Propiedad de un material o de un elemento de construcción, componente, equipo o estructura, de asegurar la estabilidad al fuego.

Estación manual: Dispositivo mecánico que permite al personal activar una señal para solicitar auxilio.

Estación de activación manual: Dispositivo eléctrico (interruptor), que activa en forma manual y remota la descarga del agente limpio.

Estación de alarma manual: Dispositivo eléctrico (interruptor), que envía una señal al tablero de control, avisando estado de emergencia.

Equipo contra incendios: es el conjunto de aparatos y dispositivos instalados de manera permanente para el control y combate de incendios.

Extintor: es un equipo portátil o móvil para combatir conatos de incendio, el cual tiene un agente extinguidor que es expulsado por la acción de una presión interna.

Extintor portátil: es un equipo diseñado para ser transportado y operado manualmente, que en condiciones de funcionamiento, tiene un peso menor o igual a 20 kilogramos.

Extintor móvil: es un equipo diseñado para ser transportado sobre ruedas y operado manualmente, sin locomoción propia, y cuyo peso es superior a 20 kilogramos.

Gas inerte: Es el gas que no reacciona químicamente con ningún otro elemento. Se considera gas inerte al nitrógeno, dióxido de carbono y gases raros

Halocarburo: Agente limpio que tiene componente primario un o más de los compuestos orgánicos que contiene algún halógeno, como son los hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos

Humo: Conjunto visible de partículas sólidas y/o líquidas en suspensión en el aire, o en los productos volátiles, resultantes de una combustión incompleta.

Incendio: es el fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio

Incombustible: No susceptible de arder, bajo condiciones de ensayo determinadas

Inundación total: Suministro de agente limpio en cantidad suficiente para llenar totalmente un recinto, con la concentración de diseño, especifica para cada tipo de agente y el tiempo de descarga para mantener dicha concentración.

Límite inferior de inflamabilidad: es la mínima concentración de un gas o vapor inflamable (% por volumen en aire) que se inflama si hay una fuente de ignición presente a la temperatura ambiente.

Límite superior de inflamabilidad: es la máxima concentración de un gas o vapor inflamable (% por volumen en aire) que se inflama si hay una fuente de ignición presente a la temperatura ambiente.

Material resistente al fuego: es todo aquel material que no es combustible y que estando sujeto a la acción del fuego no arde ni genera humos o vapores tóxicos, ni falla mecánicamente por un periodo de al menos 2 horas, según los esfuerzos a los que es sometido.

material resistente al fuego: Son los materiales no combustibles, que sujetos a la acción del fuego, por un periodo de al menos dos horas, no lo transmiten ni generan humos ni vapores tóxicos ni fallan estructuralmente

Presión nominal: Es la presión de operación normal del extintor, marcada tanto en el cuerpo del extintor como en la placa de datos.

Presión de trabajo: Es el intervalo de presiones en las cuales se garantiza la operación y funcionamiento del extintor y que se señala en el manómetro indicador.

Presión de prueba: Presión a la que se somete el recipiente del extintor para verificar la seguridad de su operación.

Presión de ruptura: Es la presión a la cual se inicia la ruptura que soporta el extintor.

Polvo químico seco: Mezcla de productos químicos cuya acción provoca la extinción del fuego.

Resistencia al fuego: Aptitud de un elemento de construcción, componente, equipo o estructura de conservar durante un tiempo determinado la estabilidad, el aislamiento térmico requerido y la no emisión de gases inflamables, especificados en los ensayos de resistencia al fuego.

Ruta de evacuación: Es el camino continuo y libre de obstáculos, que va desde cualquier punto de un centro de trabajo hasta un lugar seguro y que consta de tres partes: acceso a la ruta general de evacuación, área de salida y descarga de salida.

Salida de emergencia: Salida independiente de las de uso normal, que se emplea como parte de la ruta de evacuación en caso de que el tiempo de desocupación desde algún puesto de trabajo sea mayor a 3 minutos a través de dicha ruta.

Sistema fijo contra incendios: Es el instalado de manera permanente para el combate de incendios, los más comúnmente usados son hidrantes y rociadores.

Sistema de supresión de incendios: Sistema para extinguir el fuego a base de agente limpio, conformado por el tablero de control para supresión, cabezales de control, cabezales de descarga, válvulas, interruptores, conexiones, tubería, boquillas, agente limpio, detectores, alarmas y letreros para señalización

Temperatura de inflamación: Es la temperatura mínima a la cual un material combustible o inflamable empieza a desprender vapores sin que éstos sean suficientes para sostener una combustión.

Temperatura de ignición: Es la temperatura mínima a la cual un material combustible desprende suficientes vapores para iniciar y sostener una combustión.

Tiempo de resistencia al fuego: Propiedad que ofrecen algunos materiales que sometidos a temperaturas elevadas, su estructura no es alterada durante un tiempo determinado.

Símbolo: Representación de un concepto definido, mediante una imagen.

Tuberías: Es el conducto formado por tubos, conexiones y accesorios instalados para conducir fluidos.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

| | |
|--------------|---|
| ANSI | “American National Standard Institute” (Instituto Americano Nacional de estándares) |
| API | “American Petroleum Institute” (Instituto Americano del Petróleo) |
| ASME | “The American Society of Mechanical Engineers” (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) |
| ASTM | “American Society for testing and Materials”(Sociedad Americana para pruebas y materiales) |
| BW | Soldado a tope en horno |
| DOF | Diario Oficial de la federación |
| DSA | Soldado por arco sumergible doble |
| EFW | Soldado por fusión eléctrica |
| ERW | Soldado por resistencia eléctrica |
| FW | Soldado por centella (flash) |
| LOAEL | Nivel de concentración mínima sin presencia de efectos adversos(Lowest observed adverse effect level) |
| NFPA | “National Fire Protection Association” (Asociación Nacional de protección contra el fuego) |
| NMX | Norma Mexicana |
| NOAEL | Nivel de concentración máxima sin presencia de efectos adversos(No observed adverse effect level) |
| NOM | Norma Oficial Mexicana |
| NPS | Nominal Pipe Size” (tamaño nominal del tubo) |
| NRF | Norma de Referencia |
| PEMEX | Petróleos Mexicanos Y organismos subsidiarios |
| S | Sin costura |
| STPS | Secretaría del Trabajo y Previsión Social |

CONCLUSIONES

Las estructuras construidas con la combinación de acero y concreto hidráulico presentan grandes alteraciones derivadas de la presencia del fuego que modifican su estabilidad y características.

Una vez conocidas y determinadas las características básicas; así como los mecanismo del fuego, se puede dar la implementación de lo marcado dentro del reglamento de construcciones que exige que se de cumplimiento de cierto periodo de resistencia en horas para cada uno de los diferentes materiales empleados para la construcción y para elementos que se encuentren expuestos a las temperaturas generadas por un incendio.

Debido a lo anterior se han implementado diferentes sistemas para el combate de estos incendios como por ejemplo: los basados en agua, los de productos químicos, los de gas halón, etc. La decisión de la implementación de alguno de estos sistemas dependerá de qué elementos se requieran salvaguardar como: bienes materiales, inmuebles ó vidas humanas.

Por lo que después de revisar y analizar la naturaleza del sistema nos lleva a una conclusión final de que ningún inmueble o información es tan valiosa como la vida de un ser humano. Nosotros como profesionistas tenemos la obligación de que al construir centros donde van concurrir grandes audiencias les garanticemos su confort y seguridad.

A modo de orientación damos una idea de las funciones de los que participan en la construcción:

- El propietario debe desarrollar el estudio financiero y en particular un balance entre los gastos en medios de seguridad y el valor del riesgo.
- El proyectista debe pensar en la prevención de incendios teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
 - a) La reglamentación vigente y sus frecuentes modificaciones
 - b) Las posibilidades económicas de su cliente, contemplando las consecuencias de un ahorro mal entendido.
 - c) La importancia de las consecuencias en caso de siniestro, tanto para el propietario como para los vecinos.
 - d) El criterio de las compañías de seguro al fijar las primas.
- El contratista debe ejecutar los trabajos de acuerdo a las normas de la buena construcción y las que se definen en los pliegos de condiciones, en las normas y prescripciones vigentes; así mismo durante las obras debe realizar los ensayos que le permitan comprobar el buen funcionamiento de las instalaciones.
- La administración que ha extendido el permiso de obra, debe inspeccionar si se ha cumplido todos los requisitos reglamentarios.

- El director responsable de obra el cual será el responsable de la operación y mantenimientos del equipo contra incendio

La implementación de un sistema contra incendios, deberá estar siempre aunado a la seguridad que se pueda brindar a la vida humana.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (publicado en el diario oficial el 29 de Enero del 2004).
- 2.- Gaceta oficial del distrito federal, "Normas Técnicas Complementarias". México, 2004
- 3.- Standard of the national fire protection association No. 2001 " Clean agent fire extinguishing systems " (NFPA-2001).
- 4.- KIDDE FE-13 "Modular Supresión System"
- 5.- KIDDE FE-13 " Clean Agent Systems "
- 6.- Manual de tecnología del concreto, Comisión Federal de Electricidad, Editorial Limusa, México 1994,
- 7.- Instituto mexicano del cemento y del concreto, A.C."Estructuras de concreto Resistentes al fuego", Editorial Limusa, México, D.f, 1990
- 8.-NMX-C-307-1982. Industria de la construcción-edificaciones-componentes-resistencia al fuego-determinaciones.
- 9.-NMX-E-171-1986. Plásticos-resina poliéster insaturada retardante al fuego.
- 10.-NMX-C-294-1980. Determinación de las características del quemado superficial de los materiales de construcción.
- 11.- NOM-146-SCFI-2001. Productos de vidrio –vidrio de seguridad usado en la construcción-especificaciones y métodos de prueba.
- 12.- NOM-103-STPS-1997. seguridad-extintores contra incendio a base de agua a presión contenida.
- 13.-NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenaje de sustancia químicas peligrosas.
- 14.-NMX-S-044-1987 Seguridad-tecnología del fuego-terminología
- 15.-NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo
- 16.-NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene
- 17.-NOM-009-STPS-1999, Equipo suspendido de acceso-Instalación, operación y mantenimiento-Condiciones de seguridad
- 18.-NOM-100-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones
- 19.-NOM-105-STPS-1994, Seguridad-Tecnología del fuego-Terminología.
- 20.-NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías

21.-NRF-011-PEMEX-2001.- Sistemas automáticos de alarma por detección de fuego y/o por atmósferas riesgosas "SAAFAR"

22.-NRF-019-PEMEX-2001 Protección contra incendio en cuartos de control que contienen equipo electrónico.