



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA
INCENDIO APLICADOS A ALMACENES

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

T O M A S I S L A S G U Z M A N

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN I. LEOPOLDO GONZALEZ GONZALEZ

NETZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MEXICO

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO PADRE:

POR PERMITIRME LLEGAR A UNA DE LAS METAS MAS IMPORTANTES DE MI VIDA, LAS CUALES ESTAN ENCAMINADAS A LOGRAR MI PRINCIPAL OBJETIVO EL CUAL ES LLEGAR A SER UN DIGNO HIJO SUYO. PARA LOGRAR ESTO TRATARE DIA A DIA DE SER MEJOR HIJO, PADRE, COMPAÑERO, AMIGO Y PROFESIONISTA; EN FIN, SER MEJOR COMO SER HUMANO.

A MIS PADRES:

TOMAS ISLAS PALACIOS E IRENE GUZMAN DE ISLAS.

POR EL APOYO Y COMPRESIÓN INCONDICIONAL QUE ME HAN DADO SIEMPRE, YA QUE SIN EL HUBIERA SIDO DIFICIL HABER CONCLUIDO EL PRESENTE TRABAJO, EL CUAL REPRESENTA LA CRISTALIZACION DE TODA UNA VIDA DE ESFUERZOS, POR PARTE DE ELLOS, PARA DARLES A CADA UNO DE SUS HIJOS LO MEJOR.

A MIS HERMANOS:

MARIA ELENA, VICTOR Y ALFREDO.

CON LOS CUALES COMPARTI EL ANHELO DE LLEGAR A VER EL PRESENTE TRABAJO CONCLUIDO.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :

POR SU CARIÑO Y APOYO

A TODOS MIS MAESTROS (FORMALES Y OCASIONALES):

LOS CUALES ME HAN HECHO PARTICIPE DE SU SABER Y CONOCIMIENTO.

A MI ASESOR DE TESIS :

M. EN I. LEOPOLDO A. GONZALEZ GONZALEZ.

POR SU GUIA , APOYO Y CONFIANZA EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

MUY ESPECIALMENTE :

A MI ESPOSA (LETY) Y A MIS HIJAS (ADRIANA, DIANA Y DANIELA).

POR SER EL MOTIVO Y LA FUERZA QUE ME IMPULSO A CONCLUIR EL PRESENTE TRABAJO Y A SER CADA DIA MEJOR.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1.- DEFINICIONES

1.2.- TEORIA DEL FUEGO

1.3.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION

1.4.- CLASIFICACION DE FUEGOS

CAPITULO II MEDIDAS DE PREVENCION DE INCENDIOS

2.1.- INTRODUCCION

2.2.- CONSIDERACIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN EL DISEÑO DE UNA CONSTRUCCION (ALMACEN)

2.3.- CLASIFICACION DE LOS ALMACENES

2.4.- TIPOS DE ALMACENAMIENTO

2.5.- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN ALMACEN

2.6.- INSTALACIONES ELECTRICAS

2.7.- INSPECCION DE EQUIPOS CONTRA INCENDIO

2.8.- ORGANIZACION DE LA SEGURIDAD EN LOS ALMACENES

CAPITULO III SISTEMAS DE ALARMAS Y DISPOSTIVOS DE DETECCION

3.1.- INTRODUCCION

3.2.- FUNCIONES DEL SISTEMA DE SEÑALES DE PROTECCION

3.3.- CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE SEÑALES DE PROTECCION O SEÑALES DE ALARMA

3.4.- DETECTORES

3.5.- ASPECTOS GENERALES DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO

CAPITULO IV DESCRIPCION Y APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE EXTINCION CONTRA INCENDIO

4.1.- INTRODUCCION

4.2.- EXTINCION DEL FUEGO

4.3.- CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS

4.4.- SISTEMA DE HIDRANTES

4.5.- SISTEMAS DE ROCLADORES (SPRINKLERS)

4.6.- SISTEMAS A BASE DE ESPUMA

4.7.- SISTEMAS DE BIOXIDO DE CARBONO "CO₂"

4.8.- SISTEMAS AUTOMATICOS DE POLVO QUIMICO

4.9.- HIDROCARBUROS HALOGENADOS (HALONES)

4.10.- EXTINGUIDORES PORTATILES

CAPITULO V REGLAMENTACION Y ANALISIS DE COSTOS

- 5.1.- REGLAMENTACION CIVIL**
- 5.2.- NORMAS Y REGLAMENTOS DE LAS COMPAÑIAS
ASEGURADORAS**
- 5.3.- EVALUACION DE RIESGOS**
- 5.4.- COSTOS DE LOS SEGUROS Y DEDUCCIONES**
- 5.5.- PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA
INCENDIO**

CAPITULO VI APLICACION DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN ALMACENES PARA LA INDUSTRIA DE FABRICACION DE ARTICULOS DE PLASTICO

- 6.1.- INTRODUCCION**
- 6.2.- ANALISIS PARA LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE
PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN ALMACENES**
 - 6.2.1.- ALMACEN DE MATERIA PRIMA**
 - 6.2.2.- ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO**
 - 6.2.3.- ALMACEN DE EMBALAJE**
 - 6.2.4.- ALMACEN DE PIEZAS METALICAS**
 - 6.2.5.- ALMACEN DE HERRAMENTALES**
 - 6.2.6.- ALMACEN DE MANTENIMIENTO**

6.3.- CONSIDERACIONES GENERALES

6.4.- DETECCION

6.5.- SISTEMA DE EXTINCION

**6.5.1.- CRITERIOS Y CONSIDERACIONES GENERALES DE
DISEÑO**

6.5.2.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO

6.6.- ASPECTOS DE EVALUACION DE COSTOS Y SEGUROS

CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo nace de la inquietud que nos ha provocado la falta de una difusión generalizada en nuestro medio industrial de lo importante que es considerar la planeación, la aplicación y mantenimiento de sistemas de seguridad y prevención de siniestros en las plantas e instalaciones industriales.

En algunos casos los propietarios o responsables de empresas creen que el contar con estos sistemas es un gasto inútil de recursos económicos, humanos y técnicos, dejándolo para cuando "existan" recursos o se vean obligados a implantarlos.

Las condiciones actuales de competencia por los mercados obligan a las empresas a implantar nuevos criterios de eficiencia y productividad, uno de cuyos principios es no dejar nada al azar. La mayoría de los propietarios ven como algo remoto la ocurrencia de un siniestro o fácil de controlar (en caso de producirse), transfiriendo la responsabilidad a los servicios públicos y compañías aseguradoras, olvidando que un siniestro no solo afecta a los bienes materiales, sino que también tienen efectos destructivos sobre el medio ambiente y la confiabilidad de los servicios que presta la empresa y los seres humanos que laboran o hacen uso de ésta.

Uno de los siniestros más comunes y devastadores que enfrentan las empresas son los incendios. Los efectos de éstos son considerables si no se cuenta con medidas para prevenirlos y controlarlos.

De acuerdo con estadísticas (elaboradas en los Estados Unidos), después de un incendio grave, el 43% de las empresas que lo sufren quedan eliminadas totalmente del mercado. El 23% logran subsistir pero antes de 3 meses van a la quiebra, y solamente el 34% logran permanecer en el mercado.

Según estas mismas estadísticas, el 23% son ocasionadas por causas desconocidas, el 29% son por imprudencia, negligencia y/o descuido, el 24% por sustancias inflamables y/o explosivas, así como por corto circuito. El 9% por equipo de alumbrado y calefacción y el 6% por motores, maquinaria y equipo.

Una parte muy importante de estos siniestros se inician en los almacenes o bodegas, por la acumulación de materiales sin control ni supervisión sobre éstos.

Por todo lo anterior decidimos desarrollar en este trabajo los aspectos que implica el planteamiento de un sistema de prevención, detección y control de incendios en almacenes, con el fin de:

- Crear conciencia sobre los problemas que implican estos siniestros.
- Mencionar los aspectos relevantes sobre la teoría del fuego, definiciones y términos más usuales.
- Explicar las medidas de prevención más importantes, así como las consideraciones en el diseño, construcción, almacenamiento, instalación eléctrica, señalización, organización de seguridad e inspecciones.
- Mencionar los sistemas de alarma y dispositivos de detección más usuales, así como su aplicación, instalación y mantenimiento.
- Presentar los sistemas de extinción mas comunes tanto fijos como portátiles, su planeación, aplicación y mantenimiento.
- Revisar el aspecto legislativo, de seguros y costos que involucra un incendio.
- Desarrollar un ejemplo de diseño de un sistema de protección contra incendio para los diferentes almacenes de una planta.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

Las causas que pueden provocar un incendio en un almacén, son de diversa índole y dependiendo de éstas, serán las medidas que se adopten para su prevención, control y extinción. A este conjunto de disposiciones y técnicas empleadas para eliminar o minimizar los riesgos a la seguridad del personal y a las instalaciones, se les conoce como "protección contra incendio", definiéndose al incendio como el desarrollo de un fuego que trae como consecuencia la destrucción de materiales combustibles amenazando los bienes y vidas de todo ser viviente. Para facilitar la comprensión de este estudio, se hará mención de las definiciones así como la explicación de los términos más usados dentro del campo de la seguridad y protección contra-incendio.

1.1 DEFINICIONES

- FUEGO

Fuego se define como la oxidación rápida de los materiales combustibles con un fuerte desprendimiento de energía en forma de luz y calor.

- FLAMA

Se llama flama a la luminosidad y calor que acompaña a la combustión de materiales en la presencia de una atmósfera normal, rica en oxígeno (78% N₂, 20.9% O₂, 1.0% Ar, Co₂, Vapor de agua y partículas orgánicas).

- CALOR

Calor es aquella energía que se transfiere entre un sistema y su medio ambiente como resultado solamente de una diferencia de temperaturas, manifestándose en la dilatación de cuerpos, fundición de sólidos y evaporación de líquidos.

- COMBUSTION

Es sinónimo de oxidación que consiste en la unión del oxígeno con combustibles ya sean sólidos, líquidos o gaseosos con una consiguiente reacción exotérmica.

- OXIGENO

Es un elemento químico incoloro, gaseoso, que se encuentra en el aire el cual está formado aproximadamente por 78.1% de Nitrógeno, 20.9% de Oxígeno y 1.0% de Argón, Bióxido de Carbono, Vapor de Agua y Partículas Orgánicas. En combinación forma óxidos y la mayor parte de los ácidos. Es un elemento esencial de la respiración y la combustión.

- COMBUSTIBLE

Es todo aquel cuerpo sólido, líquido o gaseoso que mezclado con adecuadas proporciones de oxígeno y aplicándole calor puede consumirse.

- EXPLOSION

Es el efecto por el producto de la expansión de gases en forma espontánea y violenta que a su vez es acompañada por ondas de choque a velocidades supersónicas (velocidades superiores a los 332 mts./seg.) Ver Tabla No. 1.

La presión que genera la explosión, es muy breve en duración pero de efectos muy destructivos, especialmente cuando ésta ocurre en espacios cerrados, debido a la concentración de gases.

MEZCLA COMBUSTIBLE	PRESION (ATMOSFERAS)	VELOCIDAD (MTS./SEG.)
AIRE-GAS NATURAL	0.4	2,520
OXIGENO-METANO	1.0	2,800
OXIGENO-PROPANO	1.0	3,360
OXIGENO-HIDROGENO	1.0	3,640

TABLA No. 1 Velocidades de onda de explosión

- TEMPERATURA DE IGNICION

Temperatura de ignición de una sustancia ya sea sólida, líquida o gaseosa, es la mínima temperatura a la cual la sustancia debe ser calentada para iniciar la combustión. Esta temperatura de ignición depende también de la composición y porcentaje de la mezcla combustible-oxígeno como se muestra en la Tabla No. 2 de temperaturas de ignición para el pentano.

SUBSTANCIA COMBUSTIBLE	% COMBUSTIBLE EN EL AIRE	TEMP. DE IGNICION	
		*F	*C
PENTANO	1.5	1,018.4	548
	3.75	935.6	502
	7.65	888.8	476

TABLA No. 2 Temperatura de Ignición para el Pentano.

- PRESION DE VAPOR

Debido a que las moléculas de un líquido están siempre en constante movimiento (dependiendo de la temperatura del líquido), éstas están continuamente escapando de la superficie del líquido al espacio libre. Ahora bien, si el líquido está en un recipiente abierto y las moléculas (colectivamente llamadas vapor) se mueven y escapan de la superficie del líquido, se dice que el líquido se evapora y/o volatiliza. Si por otro lado el líquido está en un recipiente cerrado, el movimiento de moléculas es confinado al espacio de vapor sobre la superficie del líquido, se puede llegar a un equilibrio eventualmente alcanzado cuando la relación de escape de moléculas iguala a la relación de retorno de moléculas al líquido. La presión ejercida por el vapor escapado a éste punto de equilibrio, se le llama presión de vapor.

- PUNTO DE EBULLICION

El punto de ebullición de un líquido, es la temperatura del líquido en la cual la presión de vapor iguala a la presión atmosférica.

- LIMITES DE FLAMABILIDAD (RANGO EXPLOSIVO)

La iniciación de la combustión de una mezcla gaseosa requiere de las tres condiciones básicas; combustible, calor además de las proporciones combustible-oxígeno las cuales deben estar entre ciertos límites de concentración conocidos como límites de flamabilidad o explosividad, en el cual una chispa puede causar una explosión. Estas proporciones se expresan generalmente como el porcentaje en volumen del combustible de la mezcla aire-combustible.

Al más bajo porcentaje de concentración de combustible de la mezcla se le conoce como "límite bajo de explosión" (Lower Explosive Limit, L.E.L.) y al más alto porcentaje se le llama "límite alto de explosión" (Upper Explosive Limit, U.E.L.) es decir, el rango explosivo se encuentra entre el límite bajo y el límite alto de explosión. En otras palabras, si el porcentaje se encuentra por debajo del "límite bajo", hay demasiado oxígeno y poco combustible. Por el contrario, si el porcentaje se encuentra sobre el "límite alto", la mezcla es muy rica en combustible y por lo tanto, no hay combustión por la falta de oxígeno. Ver Tabla No. 3.

Ahora bien, entre más amplio es el rango de flamabilidad, más fácil será crear una mezcla explosiva aire-gas y viceversa, cuando más angosto es el rango explosivo, la posibilidad de crear una mezcla peligrosa aire-gas, decrece.

Asimismo mientras más angosto es el rango de flamabilidad, más grande será la violencia de la explosión. Esto es debido a que los materiales de alto punto de ebullición con rangos explosivos angostos, tienen altos pesos moleculares de tal forma que cada molécula, tiene más material combustible.

Ejemplo; El Metanol (Alcohol Metílico) tiene un rango de 6.0% a 36.5%; mientras que el Etanol (Alcohol Etilico), tiene un rango de 3.5% a 19%, por lo que la explosión de éste último deberá ser más violenta que la del vapor del Metanol. El grado de pobreza o riqueza de una mezcla de gas flamable en sus límites de flamabilidad, ejerce gran influencia en la violencia de la explosión que pudiera efectuarse. En general, la violencia es mayor en composiciones que se encuentran cerca de la mitad de los límites de flamabilidad y disminuye hacia ambos extremos de éstos.

SUBSTANCIA COMBUSTIBLE	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE	
	INFERIOR	SUPERIOR
ACETONA	2.6	12.8
ALCOHOL METILICO	6.7	36.0
BENCENO	1.3	7.1
HEPTANO	1.0	6.7
BUTANO	1.9	8.5
PROPANO	2.1	9.6
HIDROGENO	4.0	75.0
DISULFITO DE CARBON	1.3	50.0

TABLA No. 3 Límites de flamabilidad de líquidos, gases y sólidos volátiles.

En atmósferas con mayor concentración de oxígeno que el normal del aire (20.9%), los límites se amplían, ésto es, el "límite inferior" permanece casi estable mientras que el "límite superior" aumenta. Ver Tabla No. 4.

SUBSTANCIA COMBUSTIBLE	LIMITES DE FLAMABILIDAD			
	% POR VOLUMEN EN AIRE INFERIOR	% POR VOLUMEN EN AIRE SUPERIOR	% EN VOLUMEN DE OXIGENO INFERIOR	% EN VOLUMEN DE OXIGENO SUPERIOR
GASOLINA	1.4	7.6	-	-
PENTANO	1.4	8.0	-	-
BUTANO	1.9	8.5	-	-
PROPANO	2.1	9.6	-	-
ACETONA	2.6	12.8	-	-
ETANO	3.1	15.0	4.1	45.8
GAS NATURAL	4.3	13.5	-	-
METANO	6.1	13.9	6.5	51.9
HIDROGENO	4.0	75.0	9.2	91.6

TABLA No. 4 Límites de flamabilidad en aire y en oxígeno de varios combustibles flamables.

La presión también influye en los límites de flamabilidad, es decir, presiones bajas tienden a estrecharlos y presiones altas a ampliarlos. Ver Tabla No. 5.

SUBSTANCIA COMBUSTIBLE	PRESION ATM. LBS/PULG ²		LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE	
			INFERIOR	SUPERIOR
METANO	1.0	14.7	6.0	13.4
	5.1	74.9	6.4	14.0
	30.5	448.3	8.5	17.5
	102.0	1499.4	6.5	35.0
GAS NATURAL	1.0	14.7	4.5	14.2
	34.0	499.8	4.2	44.2
	136.0	1999.7	3.6	59.0
	205.0	3013.5	3.2	60.0
HIDROGENO	1.0	14.7	7.0	71.0
	9.8	144.06	9.0	69.0
	20.5	301.35	10.5	69.5
	102.0	1499.4	9.0	73.0

TABLA No. 5 Variación de los límites de flamabilidad con la presión.

Otro factor que interviene en los límites de flamabilidad es la temperatura ya que con el aumento de ésta, también aumentan los límites. Ver Tabla No. 6.

SUBSTANCIA COMBUSTIBLE	TEMPERATURA		LIMITES DE EXPLOSIVIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE	
	(°C)	(°F)	INFERIOR	SUPERIOR
HIDROGENO	23	73.4	6.0	13.2
	250	482	4.6	14.0
	500	932	3.7	15.2
	800	1472	-	29.0
METANO	23	73.4	9.4	71.5
	400	752	6.3	81.5

TABLA No. 6 Efecto de la temperatura en los límites de flamabilidad.

- PUNTO DE DESTELLO O ENCENDIDO (FLASH POINT)

El punto de destello de un líquido, corresponde a la más baja temperatura en la cuál la presión de vapor del líquido es suficiente para producir una mezcla flamable en el "límite bajo" de flamabilidad. Muchos líquidos tienen punto de destello por debajo de la temperatura ambiente ordinaria en un cuarto, estando normalmente cubiertos por una capa de vapores flamables, los cuales harán ignición en forma espontánea si alguna fuente de ignición está cerca. Ver Tabla No. 7 y Figura No. 1.

En los Hidrocarburos, líquidos o gaseosos se observa que a menor peso molecular, es más elevado su punto de destello.

SUBSTANCIA COMBUSTIBLE	PUNTO DE DESTELLO	
	°F	°C
GASOLINA	-15	-42.7
ACETONA	0	-17.8
HEPTANO	25	-3.9

TABLA No. 7 Combustible con punto de destello por debajo de la temperatura ambiente ordinaria.

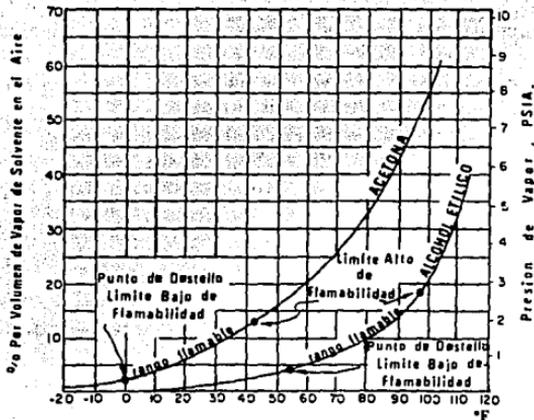


FIG.No. 1 Relación entre el punto de destello o encendido (Flash Point), límites de -- flamabilidad, temperatura y presión de vapor del Acetona y Alcohol Etilico. Líquido, vapor y aire en equilibrio en un contenedor cerrado a presión ---- atmosférica normal.

- PUNTO DE FUEGO (FIRE POINT)

Se llama punto de fuego a la más baja temperatura a la cuál un líquido contenido en un recipiente abierto soltará suficientes vapores para mantener una combustión continua.

El punto de fuego es ligeramente más alto que el punto de destello o ignición (FLASH POINT).

- LIQUIDOS COMBUSTIBLES

Líquido combustible es aquél que tiene un punto de destello o encendido de 100°F/37.8°C o más y pueden sub-dividirse de la siguiente forma.

CLASE II.- Líquidos que tienen un punto de destello o encendido de 100°F/37.8°C y por debajo de los 140°F/60°C.

CLASE III A.- Líquidos que tienen un punto de destello o encendido de 140°F/60°C o más y por debajo de los 200°F (93.4°C).

CLASE III B.- Líquidos que tienen un punto de destello o encendido de 200°F/93.4°C o más.

Se consideran líquidos combustibles los siguientes productos: Diáfano, Tractomex, Tractogas, Aceite a base de Citrolina, Diesel (1,2 o especial), Combustóleo (ligero, intermedio y pesado), Asfaltos, Aceites lubricantes, etc.

- LIQUIDOS FLAMABLES

Líquidos flamables son aquellos que tienen un punto de destello o encendido menor de 100°F/37.8°C a una presión de vapor no mayor de 40 psia; a 100°F/37.8°C, se denominan líquidos Clase I y se sub-dividen como sigue:

CLASE I A.- Incluye todos aquellos que tienen un punto de destello o encendido menor de 73°F/22.8°C y un punto de ebullición menor de 100°F/37.8°C.

CLASE I B.- Incluye todos aquellos que tienen un punto de destello o encendido menor de 73°F/22.8°C y un punto de ebullición de 100°F/37.8°C o más.

CLASE I C.- Incluye todos aquellos que tienen un punto de destello o encendido de 73°F/22.8°C o más y menor de 100°F/37.8°C.

Se consideran líquidos inflamables los siguientes productos: Gasolinas (Nova, Extra, Catalítica, Reformada) Nafta, Metanol, Turbosina, Tolueno, Dodecibenceno, Aromina, Etanol, etc.

- GRAVEDAD ESPECIFICA

Se denomina gravedad específica a la relación entre el peso de un sólido o una sustancia líquida y el peso de un volumen igual de agua. La escala de la mayoría de los hidrómetros más comunmente usados, está basada sobre una gravedad específica de 1 para agua a 4°C/39.2°F (es decir 1 c.c. de agua a 4°C/39.2°F, pesa 1 gr.).

Ahora bien, como la gravedad específica del agua bajo las condiciones antes mencionadas es igual a 1, un líquido con una gravedad específica menor a 1, si no es soluble en agua, flotará sobre ésta y viceversa, si la gravedad específica es mayor a 1, indica que el agua flotará sobre el líquido. Esto, es un punto importante que se debe tener en consideración para la extinción y control de incendios de líquidos combustibles.

- DENSIDAD DE VAPOR

Densidad de vapor, es la relación entre el peso de un volumen de vapor de cierta sustancia y el peso de un volumen de aire seco a una misma temperatura y presión. Una cifra menor a 1, indica que un gas es más ligero que el aire y viceversa, una cifra mayor a 1, indica un gas más pesado que el aire. Por ejemplo, si un gas inflamable con una densidad de vapor mayor a 1 escapara de su contenedor, éste gas viajaría a un nivel bajo hasta tal vez encontrar alguna fuente de ignición. Hay que tomar en cuenta también, que mientras más alta es la temperatura de un gas, menos denso es éste.

En la Tabla A-1.1 del apéndice, se harán referencia los conceptos antes mencionados, reuniendo las diferentes propiedades de algunos de los productos químicos (líquidos inflamables, gases y sólidos volátiles) más comunes, así como sus características de alto riesgo de fuego.

- GAS

El término gas se define como el estado físico de una sustancia la cuál no tiene forma ni volumen propio, el cuál está compuesto de partículas minúsculas en constante movimiento.

- PODER CALORIFICO

Se denomina poder calorífico a la cantidad de calor liberado al quemar un peso o volumen determinado de combustible, el cuál se expresa normalmente en kilo-calorías por kilogramo (Kcal./Kg.).

- FUEGO LATENTE

Es aquél que se genera mediante la combustión lenta de materiales combustibles el cuál tarda cierto tiempo en desarrollarse y/o declararse y sólo se manifiesta mediante el olor a quemado, humo y cierto calor.

1.2 TEORIA DEL FUEGO

El fuego es uno de los primeros descubrimientos que mayor utilidad le ha rendido al hombre.

Lo utiliza en la mayoría de sus trabajos e industrias, así como para sus necesidades más elementales como pueden ser en la preparación de los alimentos, la calefacción, etc.. Pero no sólo es benéfico, también puede convertirse en un gran destructor, dependiendo del cuidado que en su uso y manejo se le de.

Para que un fuego se origine, es necesario que se combinen ciertos elementos, los cuales se describen a continuación.

Cómo se mencionó anteriormente, combustión se denomina al efecto de quemar o arder mediante la combinación de un cuerpo combustible con otro comburente y la consiguiente producción de luz y calor.

Ahora bien, el proceso de combustión se produce de dos formas:

- a) El tipo en donde la llama se hace presente o sea tipo flama (se incluyen también las explosiones).
- b) El tipo en donde la superficie se encuentra incandescente, pero sin la presencia de la flama, o sea el tipo de superficie radiante.
- a) Este tipo de combustión, puede ser concebido como un tetraedro en dónde cada uno de sus lados están íntimamente relacionados y dónde cada lado representa uno de los cuatro requerimientos básicos para que se inicie un incendio (Ver Fig. No. 2) como son:

- Combustible

- Oxígeno

- Temperatura

-Reacción en cadena del proceso de combustión.

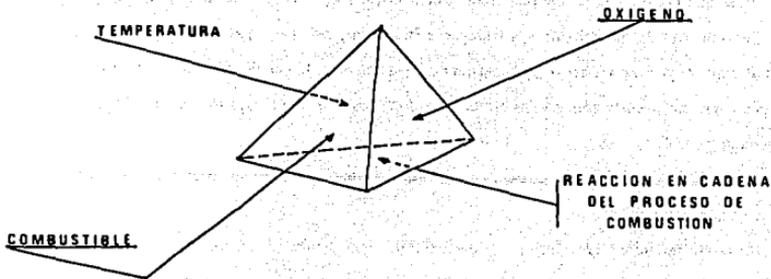


FIG. No. 2 Requerimientos básicos en el proceso de combustión tipo flama.

En este modo se encuentran los gases y líquidos inflamables. La mayoría de los plásticos sólidos, pueden ser considerados como líquidos inflamables "Helados", ya que se requiere que se funda mediante una constante radiación térmica antes de que empiece a incendiarse.

De lo anterior se deduce que lo usual de esta variedad de combustibles es que primero se deben vaporizar para después mezclarse con el oxígeno e inmediatamente, incendiarse.

- b) Este tipo de combustión puede ser simbolizado correctamente mediante el tradicional triángulo de fuego en donde cada uno de sus tres lados, están particularmente relacionados entre sí, donde cada lado representa uno de los tres requerimientos básicos (Ver Fig. No. 3) como son:

- Combustible
- Oxígeno
- Temperatura

Algunos combustibles que son típicos de este tipo de combustión son: Carbón puro, Combustibles no Metálicos fácilmente oxidables como los Fósforos y los Sulfuros, los Metálicos fácilmente oxidables como el Magnesio, Aluminio, Zirconio, Sodio, Potasio, Uranio, etc.. Estos últimos tienen la característica de arder a temperaturas superiores a los 3315.55°C/6000°F.

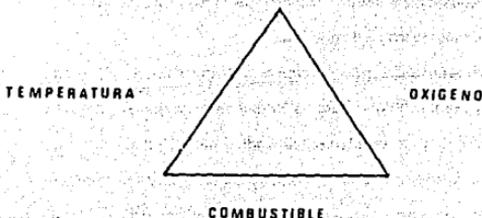


FIG. No. 3 Requerimientos básicos del proceso de combustión tipo incandescente y/o superficie radiante.

Estos dos tipos de combustión pueden ocurrir en forma particular o en combinación de ambos. Algunos ejemplos de esta combinación la observamos en los Carbohidratos sólidos, Féculas, Azúcares, Celulosa sólida, Madera y todos los materiales vegetales similares.

Como se vio anteriormente, para que un fuego se inicie, se hace necesario combinar los elementos antes mencionados en el triángulo de fuego. Ahora bien, para extinguirlo basta con eliminar algunos de sus componentes, como puede ser mediante la:

- a) Remoción o eliminación del combustible.
- b) Reducción o eliminación de la temperatura (ya sea del aire o del combustible).
- c) Eliminación del oxígeno libre en el aire o de alguna otra fuente.
- d) Rompimiento o inhibición de la reacción en cadena (aplicable al proceso de combustión tipo flama).

a) REMOCION O ELIMINACION DEL COMBUSTIBLE

Remoción o eliminación del combustible, significa separar los materiales combustibles líquidos, vapores o gases flamables del área en conflicto. Esta práctica, en la mayoría de los casos es una maniobra difícil y muy peligrosa pero en otros, se puede lograr controlando el suministro de los materiales combustibles mediante el cierre de válvulas de control o el bombeo del producto del área en conflicto a otra de mayor seguridad.

Otras prácticas usuales que se llevan a cabo es colocando "pantallas" entre lo que se incendia y otros materiales combustibles. Esto es lo que se hace con los muros contra-incendio, los cuáles generalmente son fijos, pero en algunos incendios han dado buen resultado láminas metálicas o de asbesto-cemento formando pantallas móviles para lograr una separación momentánea.

La madera de cierto espesor, constituye también una excelente pantalla contra-incendio capaz de resistir durante un tiempo muy razonable (de media hora, a una según el espesor),

presentando la ventaja sobre los materiales metálicos que no se deforma con el calor, manteniendo hasta el último la protección.

Otro sistema que se utiliza es el de quitar los combustibles en la dirección en que el fuego avanza para que éste termine por la falta del combustible. Este sistema se utiliza en los fuegos de praderas donde se abren trincheras o espacios desprovistos de maleza, logrando con esto, cortar el avance del fuego.

Otro método (que es el que más utilizan los bomberos) consiste en empapar de agua los combustibles que rodean el foco del incendio, para que los mismos sean incombustibles, logrando así, que el fuego se consuma a sí mismo.

b) REDUCCION O ELIMINACION DE LA TEMPERATURA (YA SEA DEL AIRE O DEL COMBUSTIBLE)

Esta práctica se logra mediante la aplicación de alguna sustancia que absorba el calor de tal forma que descienda por debajo de la temperatura de ignición del combustible. El elemento comúnmente usado para éstos fines, es el agua, ya que éste posee una alta capacidad calorífica debido principalmente a que el agua absorbe calor para subir a su punto o grado de ebullición y al pasar de su estado líquido al gaseoso.

Además, al estar en contacto con la materia incendiada, se evapora enriqueciendo así el oxígeno necesario en la mezcla.

El calor absorbido de ésta forma, enfría y reduce considerablemente la temperatura de ignición del combustible.

Desafortunadamente, el agua por sus características mismas tienen limitaciones que la hacen inadecuada por lo que es necesario también saber que en algunos casos el agua puede ser más perjudicial que útil ya que algunos productos reaccionan con el agua, como el Sodio el cuál desprende Hidrógeno, gas que es a la vez muy ligero y flamable de manera que si se moja dicho

producto, se favorece el desarrollo del incendio en vez de extinguirlo. Tampoco se debe utilizar en líquidos más ligeros que el agua como la Gasolina, Aceites, Petróleo, etc., ya que el líquido inflamable flotará sobre el agua, provocando el derrame del líquido combustible y por consiguiente, la propagación del incendio.

También se debe evitar el agua en aparatos eléctricos en general o en líneas de suministro de energía eléctrica ya que se pueden provocar en los mismos, cortos circuitos que a su vez inicien nuevos focos de incendio, además, existe el peligro de que los operarios de los medios de extinción se electrocuten debido a que durante las emergencias es difícil distinguir entre líneas "vivas" o "muertas" por lo que es recomendable considerar a todas las líneas como "vivas". En fin, se debe evitar el uso del agua en todas las instalaciones en donde su uso casuaría más daños a los artículos almacenados que los que el fuego hubiera causado hasta el momento de extinguirlos. Esto hace necesario evaluar otros medios de extinción capaces de evitar daños adicionales, como se verá en el capítulo IV correspondiente a sistemas de extinción.

c) **ELIMINACION DEL OXIGENO**

El aire contiene aproximadamente un 21% de Oxígeno y para mantener la vida, es necesario por lo menos de un 16%. Ahora bien, es interesante saber que para mantener la combustión, también es necesario tener como mínimo un 16% de Oxígeno, por lo que si se mantiene por debajo de éste porcentaje, se lograría prevenir o eliminar el fuego.

También es necesario destacar que el Oxígeno es un elemento de los más difíciles de eliminar una vez que el incendio se ha iniciado ya que el comportamiento físico-químico de los elementos que componen el planeta es tal, que la misma combustión genera por sí misma la renovación de la atmósfera mediante la inducción de corrientes necesarias que renuevan las zonas escasas de Oxígeno por otras porciones llenas de Oxígeno necesario. De ser diferentes las condiciones de la tierra, éste

fenómeno no sucedería por lo que la combustión no produciría corrientes de aire y la respiración propia asfixiaría al mismo que la produce.

De lo anterior, se ha visto el papel tan importante que el aire desempeña en la combustión, por lo tanto si se evita que se alimente de Oxígeno, se logrará la extinción o cuando menos el control del fuego (ya que para que se enfríe el material incendiado, cuando se trata de materiales celulósicos necesita haber disipación de energía calorífica o de lo contrario, en cuanto se ponga de nuevo en contacto con el aire, se puede reiniciar el fuego). Cuando el fuego se encuentra en sus etapas iniciales, es muy fácil ahogarlo.

En algunos casos mediante recursos muy elementales y rudimentarios, como puede ser el cubrirlo con una manta mojada u objeto similar o arrojando tierra o arena.

Cuando el fuego se encuentra confinado en un local, se puede ahogar tapando todas las aberturas por donde pueda entrar el aire. Lo anterior es difícil ya que se necesita tener a la mano el material necesario para hacerlo; sin embargo, si se logra retardar la alimentación de aire, la combustión será incompleta y lenta. Se debe tener presente que en el momento en que se abra alguna de las aberturas, el fuego puede reiniciarse bruscamente debido a la alimentación del Oxígeno, por lo que se tienen que tomar medidas para impedir la creación de corrientes de aire.

La medida antes mencionada, presenta los siguientes inconvenientes: En una atmósfera confinada, la combustión, por ser incompleta, produce grandes cantidades de gases tóxicos y en particular Monóxido de Carbono por lo que será sumamente peligroso entrar al local si la persona que lo haga, no está provista de máscara contra gases. Como se vio anteriormente, aunque se "ahogue" el fuego, la temperatura no disminuye, por lo que los daños que causen el calor, el humo y los gases, pueden ser tan importantes como si se hubiera quemado todo.

Otro sistema de extinción consiste precisamente en lo contrario, o sea crear corrientes de aire; pero éstas deben ser premeditadas y debidamente planeadas.

Cabe mencionar que lo anterior se facilitaría si los locales en general contaran con salidas en la parte superior que abrieran automáticamente en cuanto se declarara un conato, ya sea mediante ductos hacia el exterior o cúpulas diseñadas exprofeso en inmuebles que cuenten con planta baja

solamente. De ésta manera, las corrientes de aire se dirigirán siempre de la puerta que se abra, hacia la salida mencionada, por dónde se desalojarán los gases, productos de la combustión, siendo por lo tanto más fácil penetrar al local incendiado, para combatir el incendio.

Existen otros métodos de extinción mediante la aplicación de diversos productos elaborados especialmente para la sofocación del fuego, como puede ser, el Bióxido de Carbono y las Espumas, que en los próximos capítulos se evaluarán.

d) ROMPIMIENTO O INHIBICION DE LA REACCION EN CADENA (APLICABLE AL PROCESO DE COMBUSTION TIPO FLAMA)

En los párrafos anteriores se han mencionado las tres bases en que se fundamenta la extinción del fuego como son: La remoción del combustible, reducción o eliminación de la temperatura y limitar el oxígeno. Este concepto que se ha representado por el "triángulo de fuego", se ha modificado para incluir una cuarta forma que es la de romper o inhibir la reacción en cadena en el proceso de combustión tipo flama y que es representado por un "tetraedro".

Estudios recientes en la química del fuego, han realizado algunas revisiones y modificaciones en la teoría de extinción de incendios. Estas teorías indican que las moléculas de combustibles se combinan con el Oxígeno del aire a través de una serie de etapas sucesivas intermedias denominadas "cadenas arborecentes" para llegar a los productos finales de la combustión, siendo éstas etapas intermedias las que conducen a la formación de las flamas. Por lo tanto, un incendio se extingue, si se impide la formación de las citadas cadenas usando agentes extintores como:

- * Polvos Químicos, ya sea a base de Bicarbonato de Sodio, Potasio o Fosfatos de Amonio.
- * Hidrocarburos Halogenados a base de Cloro, Bromo, Yodo o Flúor.

1.3 PRODUCTOS DE LA COMBUSTION

Los productos de la combustión se pueden dividir en cuatro categorías como son: Los gases productos del Fuego, Flama, Calor y Humo.

GASES PRODUCTOS DEL FUEGO

Este término se refiere a los gases los cuáles permanecen cuando los productos de la combustión son enfriados a una temperatura ambiente normal. La mayoría de los materiales combustibles que contienen Carbón, al consumirse por el fuego, desprenden tanto Bióxido de Carbono como Monóxido de Carbono, dependiendo de la cantidad de Oxígeno contenido en el Aire, disponible para su combustión, es decir: Si el Oxígeno contenido en el Aire es suficiente, se formará el Bióxido de Carbono, pero si el suministro es pobre, se formarán concentraciones peligrosas de Monóxido de Carbono. Usualmente se tiene que en la zona de combustión la relación Aire-Oxígeno es pobre, por lo que en la mayoría de los casos, se obtendrán cantidades importantes de Monóxido de Carbono, a menos que tanto el combustible como la relación Aire-Oxígeno estén premezclados.

Cuando los materiales se queman, se forman gases de otro tipo como son:

- Acido Sulfhídrico

- Oxido Nítrico y Nitroso

- Bióxido de Azufre

- Fosgeno

- Amoniaco

- Acido Clorhídrico

- Acido Cianhídrico

Estos gases dependen de la composición química del material incendiado, la cantidad de Oxígeno disponible para la combustión y la temperatura.

Aunque no existen datos estadísticos exactos sobre las causas de muerte por desastres de incendios, estudios al respecto, revelan que en prácticamente todos los casos, la primera causa de

deceso se debe a la inhalación de gases tóxicos calientes producidos por la deficiencia del Oxígeno en su combustión y los residuos de los combustibles enfriados a una cierta temperatura ambiente.

Se ha demostrado que los efectos tóxicos sobre personas que han inhalado los gases productos de la combustión, son mayores durante un incendio debido a que la velocidad de respiración se ve incrementada por el esfuerzo, el calor y por la alta concentración de Bióxido de Carbono.

Bajo tales condiciones de exaltación, las concentraciones de gases que serían consideradas normalmente inofensivas se convierten en peligrosas.

Ciertas investigaciones han mostrado los siguientes gases como la principal causa de muerte en un incendio:

- Monóxido de Carbono
- Bióxido de Carbono
- Acido Sulfidrico
- Bióxido de azufre
- Amoníaco
- Acido Cianhídrico
- Acido Clorhídrico
- Peróxido(Bióxido Nitrogenado)
- Acroleína
- Fosgeno

- MONOXIDO DE CARBONO

El Monóxido de Carbono no es el más tóxico de los gases, pero es uno de los más abundantes.

Bajo condiciones controladas de combustión, el carbón de la mayoría de los materiales orgánicos, pueden oxidarse completamente formado Bióxido de Carbono al suministrarle un exceso de oxígeno.

En un incendio no controlado, la disponibilidad del Oxígeno nunca es ideal por lo que alguno de los carbones se oxidan en forma incompleta, produciendo sólo el Monóxido de Carbono. Así, en un fuego sin llama o sea del tipo de superficie radiante confinado, la relación del Monóxido de Carbono con respecto al Bióxido de Carbono es usualmente mayor, que en un fuego bien ventilado con suficiente cantidad de Oxígeno.

- BIOXIDO DE CARBONO

El Bióxido de Carbono está usualmente involucrado en la mayoría de los incendios, las altas concentraciones de éste gas estimulan excesivamente la velocidad de la respiración. Esta condición combinada con una disminución de Oxígeno y la presencia de sustancias irritantes en el medio ambiente donde se produce el incendio, puede causar que los pulmones se inflamen por un exceso de líquidos, aumentando el riesgo de muerte a personas expuestas a éste tipo de gas.

- BIOXIDO DE AZUFRE

La completa oxidación de materiales orgánicos con contenidos de Sulfuro, producen el Bióxido de Azufre. Su presencia se detecta mediante los efectos altamente irritantes en los ojos así como en el sistema respiratorio. Concentraciones del orden del 0.05% son consideradas como peligrosas aún en exposiciones breves. Es el producto de la combustión de materiales como los hules, la lana, el caucho y algunas maderas.

- ACIDO SULFHIDRICO

La combustión incompleta de materiales orgánicos que contienen Sulfuro, producen el Acido Sulfhídrico. Este gas se forma cuando la lana, el caucho, la piel, el alimento y el pelo se queman. El Acido Sulfhídrico es rápidamente identificado por su olor a "huevo podrido". Sin embargo, éste olor no es digno de confianza como aviso de exposición ya que en concentraciones por arriba del 0.02%, el sentido del olfato humano se "agota" tan rápidamente que después de pocas inhalaciones la presencia del gas es indetectable.

Exposiciones de 0.04% a 0.07% p.p.m. por más de hora y media es peligroso y puede causar ciertos síntomas como mareos, disturbios intestinales así como resequedad y dolor en el sistema respiratorio. Arriba del 0.07% p.p.m. es sumamente venenoso y afecta el sistema nervioso,

causando respiración extremadamente rápida seguido por una parálisis respiratoria casi simultáneamente.

Estas características enfatizan la vital importancia de tomar acciones protectoras al momento en que éste gas es detectado.

- AMONIACO

El Amoniaco se forma durante la combustión de materiales combustibles que contienen Nitrógeno como por ejemplo la lana, seda, plásticos, acrílicos, fenoles (compuestos orgánicos que tienen a la vez propiedades de ácidos y alcoholes) y resinas melamínicas.

Es común como refrigerante en los sistemas de refrigeración. El Amoniaco es extremadamente irritante para los ojos, nariz, garganta y pulmones. Exposiciones con concentraciones de 0.25% a 0.65% p.p.m. de Amoniaco en el aire durante media hora, es suficiente para causar la muerte o serios daños a la persona.

- ACIDO CIANHIDRICO

Es altamente tóxico, afortunadamente en la mayoría de los fuegos no es probable que se produzcan en cantidades peligrosas. Se producen por una combustión incompleta de ciertos materiales que contienen Nitrógeno como la lana, la seda, el uretano y los acrílicos.

El Acido Cianhídrico es un insecticida que presenta serios riesgos a la vida de los bomberos ya que es muy peligroso en construcciones en donde se producen incendios y previamente han sido fumigados y/o en donde se almacenan fumigantes.

Una exposición del 0.3% p.p.m. es fatal; el característico olor a almendras advierte algunas veces la presencia de éste gas. Esta característica no es confiable ya que puede ser disfrazado por otros olores además de que el sentido del olfato puede ser dañado rápidamente.

- ACIDO CLORHIDRICO

Es un producto de la combustión de materiales plásticos con contenido de Cloro. El Cloruro de Poly-Vinilo, es el más común por las grandes cantidades usadas en aislamientos de conductores eléctricos, tubos para instalaciones eléctricas y cañerías. La inhalación de 1500 p.p.m., en periodos cortos son fatales; tiene un olor picante e irritante por lo que una persona no lo podría oler voluntariamente.

- BIOXIDO NITROGENADO (PEROXIDO)

Es extremadamente tóxico, la concentración segura en el aire para ser inhalado por pocos minutos es sólo de 0.0025%. Está formado por otros Oxidos del Nitrógeno durante la descomposición y combustión del Nitrato de Celulosa y en fuegos donde se involucran el Nitrato de Amonio y otros Nitratos inorgánicos. También se forma cuando en un fuego entran en contacto el Acido Nítrico con metales o materiales combustibles y puede ser identificado por su color café-rojizo. Este gas tiende a anestesiar la garganta así que su presencia no puede ser reconocida. Sus efectos tóxicos son de efectos retardados excepto si la exposición es muy grande. En exposiciones moderadas sus efectos aparecen 8 horas más tarde. La respiración se vuelve dolorosa por la acumulación de líquidos en los pulmones. La recuperación es difícil y algunas veces produce neumonía. Exposiciones cortas con concentraciones de 200 a 700 p.p.m. pueden ser fatales.

- ACROLEINA

Es un gas altamente tóxico e irritante. Se produce durante la combustión de productos derivados del petróleo, grasas, aceites y otros materiales comunes.

Aunque la Acroleína es un componente menor de los gases productos de la combustión, concentraciones de 1 p.p.m. son intolerables y concentraciones arriba de las 10 p.p.m. son letales en un corto tiempo.

- FOSGENO

Es altamente tóxico pero no está presente usualmente en la combustión de materiales combustibles ordinarios (o si la está pero en pequeñas cantidades).

Cuando un compuesto clorinado llega a entrar en contacto con la flama, el Fosgeno es uno de los productos de la combustión. Este puede ser encontrado en fuegos que involucren plásticos como el Cloruro de Poly-Vinilo o cuando algunos solventes clorinados son expuestos a la flama. El Fosgeno se utiliza en la industria de las materias colorantes y ordinariamente no produce serias amenazas para la salud, excepto cuando la ventilación es pobre o cuando grandes cantidades de vapores clorinados están involucrados. Este gas ha sido reportado como la causa de muerte cuando el Tetracloruro de Carbono fue usado como agente extintor.

- FLAMA

Como se definió en un principio, flama es la luminosidad y calor que acompaña a la combustión de materiales en la presencia de una atmósfera rica en Oxígeno. Los incendios pueden ser causados por el contacto directo de los materiales con las flamas o por el calor radiado de las flamas.

Un observador podrá estar seguro que existe fuego donde la flama pueda ser vista. No obstante en cierto tipo de fuego (superficie radiante) sin la evidencia de la flama, el calor, el humo y los gases pueden desarrollarse.

- CALOR

El calor es el producto de la combustión responsable de la propagación del fuego. La exposición al aire caliente puede causar directamente deshidratación, agotamiento, bloqueo de la respiración y quemaduras.

El calor también causa un incremento en el ritmo cardíaco. Cuando la intensidad del calor excede el límite de la tolerancia humana, es fatal, por lo que se recomienda a cualquier persona, no entrar en atmósferas que excedan los 48.88°C/120°F ó 54.44/130°F sin equipo especial que protejan de las quemaduras e inhalación de gases tóxicos.

- HUMO

Este consiste de partículas sólidas muy finas y vapor condensado, por lo que humo se define como el fenómeno en que se hacen visibles los productos de la combustión (Monóxido de Carbono, Bióxido de Carbono, etc.) mediante pequeñas partículas de carbón y alquitrán.

Ciertos gases producto del fuego y algunas ocasiones vapor condensado y otros líquidos pulverizados contribuyen también a la visibilidad de los gases producto del fuego. Así como la flama es evidencia visible de fuego; el humo también lo es, pues generalmente acompaña a éste último. Las partículas del humo pueden ser irritantes cuando son inhalados y en exposiciones prolongadas pueden causar daño al sistema respiratorio.

1.4 CLASIFICACION DE FUEGOS

El sistema usado para la clasificación de fuegos va en función de la naturaleza del combustible que se involucra en éstos y que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, los cuáles de acuerdo a éste criterio, se clasifican internacionalmente en cuatro tipos básicamente.

Estas clases de fuego se designan con las letras "A", "B", "C", y "D".

CLASE "A". SUBSTANCIAS CARBONOSAS

Es la forma en que arden madera, papel, telas y sustancias celulósicas y en general materiales sólidos que al quemarse se agrietan produciendo cenizas y brasas. Su característica principal es que tienen dos maneras de combustión posible, con

producción de flama y en forma incandescente, pudiendo realizarse las dos al mismo tiempo. Generalmente mediante la combustión se produce el carbón lo cuál explica el nombre de sustancias carbonosas con que se les designa.

En el proceso de la extinción generalmente se observa al principio el abatimiento de la flama, quedando la combustión incandescente que es más difícil de apagar; por lo tanto para lograr la extinción total es necesario que no quede incandescencia. Por lo contrario, desde el desarrollo del conato, la fase de combustión lenta puede ser más o menos importante antes de la aparición de las primeras flamas. Es lo que se llama "fuego latente" que puede causar grandes daños aún sin la aparición de la flama. Los fuegos de éste tipo son extinguidos generalmente eliminando uno de sus elementos, que en éste caso es el "calor" mediante el enfriamiento ya sea con agua o cualquier otro elemento que tenga propiedades refrigerantes como la espuma.

CLASE "B". LIQUIDOS Y GASES FLAMABLES

Son todos aquellos que se producen por la mezcla de los vapores que desprenden los líquidos combustibles tales como las gasolinas, petróleo, diesel, aceites, grasas, solventes, pinturas, alcoholes, etc., cuya característica principal es que son más ligeros que el agua, ya que los líquidos más pesados que el agua pueden ser tratados como si fueran de clase "A". Estos tipos de combustible generalmente no tienen combustión incandescente por lo que con el abatimiento de la flama se logra su extinción total.

Dentro de ésta misma clasificación quedan contenidos también todos los gases flamables como son el Gas Butano, Propano, etc.. La manera de extinguir éste tipo de incendio consiste en saturar el área afectada, de materias extintoras que formen una atmósfera inerte, es decir, que al aire se le absorba el oxígeno existente, y con la falta de éste elemento no podrá existir combustión alguna.

Para éste tipo de incendios los agentes extintores más comunes son: La Espuma, el Bióxido de Carbono y el Polvo Químico Seco.

CLASE "C". ELECTRICOS

Se trata de fuegos en aparatos que producen, transforman, utilizan o "transportan" energía eléctrica y en todos aquellos en que siendo cualquier otro combustible se encuentre en las inmediaciones de un conductor y/o equipo eléctrico vivo. Como se ve, la denominación es un poco burda, ya que en realidad se tratara de fuegos clase "A" (madera de un tablero eléctrico, materiales aislantes de los cables), o fuegos clase "B" (aceite de un transformador), pero con la particularidad de que existe el peligro de electrocución para la persona que trate de extinguir el fuego, motivo por el cual se les ha agrupado aparte. La forma de extinguirlos es muy similar al tipo anterior, es decir, aislar el Oxígeno del área en conflicto, pero se debe tener sumo cuidado en escoger un agente extintor que no sea conductor como el Bióxido de Carbono, Polvo Químico Seco y agentes Halogenados, ya que sería lógicamente peligrosos usar uno que lo fuera.

CLASE "D". FUEGOS ESPECIALES

En ésta clasificación entran todas aquellas sustancias químicas como el Nitrato de Celulosa y en cierto tipo de metales combustibles como el Sodio, Magnesio, Titanio, Potasio, Litio, Uranio, Aluminio o Zinc, que necesitan sistemas o agentes especiales para su extinción, debido a la forma particular en que se realiza en ellas la combustión.

Para el control de éste tipo de fuegos, se han desarrollado agentes especiales para su extinción, generalmente a base de Cloruro de Sodio con aditivos de Fosfato Tricálcica o compuestos de grafito y coque. En éste tipo de incendios, no se deben usar los agentes extintores comúnmente utilizados en los fuegos clase "A", "B" o "C"

ya que en la mayoría de los casos existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego, debido a una reacción química entre el agente y el metal ardiendo.

Cabe mencionar, que la mayoría de los incendios no se dan en una sola clase ya que por lo regular es una combinación de las tres primeras clasificaciones ("A", "B", "C"), debiendo tenerlas siempre en mente, para emplear el agente extintor adecuado, como se verá ampliamente en el capítulo IV correspondiente a sistemas de extinción de incendios.

CAPITULO II

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

2.1 INTRODUCCION

Uno de los aspectos principales que siempre se deben de considerar en la operación y construcción de una edificación son las medidas de **PREVENCIÓN DE INCENDIOS**.

Aunque éstas aparentemente resultan ser más costosas, se ha comprobado que resulta mucho más económico invertir en la implementación de éstas, si se compara contra las pérdidas cuantificadas después de un incendio.

Por consiguiente la prevención de los incendios se inicia desde el diseño de las construcciones. En particular nos referiremos a la prevención de incendios en los **almacenes**, para lo cual comenzaremos definiendo lo que es un almacén.

Almacén : Construcción diseñada para resguardar productos de diferente índole, que tiene como finalidad protegerlos del exterior (medio ambiente) y en general todos aquellos agentes que deterioren o perjudiquen a éstos.

2.2 CONSIDERACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EL DISEÑO DE UNA CONSTRUCCIÓN (ALMACEN).

Existen hoy en día ciertas consideraciones generales en la construcción de almacenes, sus usos, contenido y disposición interior deben de afectar necesariamente en el diseño de estos.

En México se ha creado un reglamento que contiene los parámetros principales para las construcciones "REGLAMENTO DE CONSTRUCCION".

Este documento oficial se creo a raíz de los sismos ocurridos en septiembre de 1985. En lo que se refiere a las normas de "Requerimientos de Comunicación y prevención de emergencia" en la sección segunda habla sobre "Prevención contra incendios" tocando los aspectos fundamentales que toda construcción debe cumplir en materia de prevención contra incendios. Solo hacemos referencia de éste documento haciendo hincapié que es de vital importancia que la gente involucrada en el diseño, construcción y operación de un almacén conozcan el contenido de éste.

2.3 CLASIFICACION DE LOS ALMACENES

Por otra parte los almacenes deben ser evaluados por su vulnerabilidad al fuego . Factores tales como:

- Concentración de vapores inflamables.
- Gases.
- Polvos.
- Materiales altamente combustibles.
- Presencia de posibles fuentes de incendio (Chispas, superficies calientes, fuegos abiertos, sobrecarga de circuitos eléctricos, fuentes de fricción, reacciones químicas, la electricidad estática, etc.).

El cálculo deberá tener en cuenta también la posible gravedad de los daños, no sólo para los productos terminados y materia prima almacenada, sino también la propia estructura del almacén, que puede ser una fuente secundaria de combustión durante el incendio.

La construcción de almacenes variará según al uso que sean destinados:

- ALMACENES DE USO NORMAL:

Almacenan materiales que están clasificados como no riesgosos, tales como metales, cales, arenas, mármol, y en general materiales que tienen una temperatura de ignición alta. Para éstas construcciones se exige que el edificio sea solo de madera pesada o de construcción de armadura de acero.

- ALMACENES DE COMBUSTIBLES:

Los almacenes que resguarden combustibles deberán ser de concreto reforzado, o en construcciones protegidas de acero.

- ALMACENES PELIGROSOS:

Se consideran a todos los almacenes que contengan materiales críticos, maquinaria, etc., o en los cuales existen operaciones muy peligrosas; éstos deberán estar aislados por medios resistentes al fuego, divisiones y muros contra incendios.

- ALMACENES DE ALTO RIESGO:

En los casos en que los materiales almacenados presentan un alto nivel de riesgo (tales como materiales radioactivos, etc.), la construcción de éstos deberá ser realizada en edificios independientes, separados por una distancia adecuada de las otras estructuras (almacenes, planta, oficinas, etc.) con el fin de ofrecer a éstos protección adecuada.

- CASOS ESPECIALES:

Existen productos que tienen un alto potencial explosivo, éstos deberán almacenarse en edificios de construcción ligera, o si el clima lo permite, instaladas en el exterior con la protección adecuada. Este tipo de instalaciones en el exterior facilitan las operaciones de mantenimiento permitiendo un movimiento más ágil y seguro del personal que se mueva en estas instalaciones al estar sometidas a situaciones de emergencia.

2.4 TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Es muy importante saber de qué forma se debe almacenar cualquier material dentro de un almacén, ya que la severidad del fuego se reduce cuando el almacenamiento se hace en forma adecuada.

-ALMACENAMIENTO EN APILAMIENTO SÓLIDO:

Almacenamiento por pilas sin espacios libres horizontales o con espacios libres horizontales a intervalos de más de 1.8 m. de altura (Fig. No. 1).

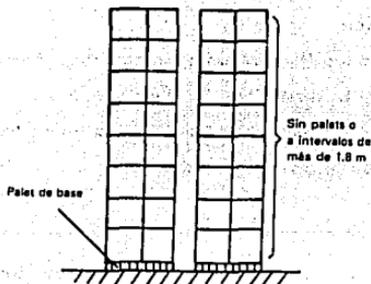


FIG. No. 1 Almacenamiento en apilamiento sólido.

-ALMACENAMIENTO PALETIZADO:

Almacenamiento donde los palets crean espacios horizontales a intervalos de menos de 1.8 m. de altura (Fig. No. 2).

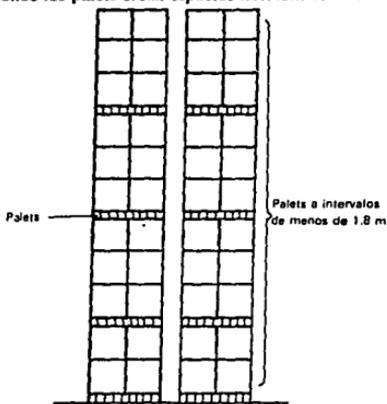
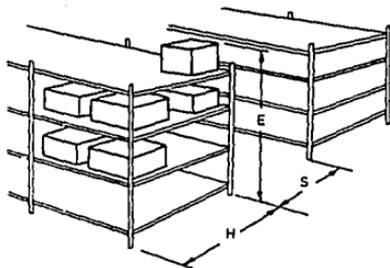


FIG. No. 2 Almacenamiento paletizado.

ALMACENAMIENTO EN BALDAS:

Almacenamiento en baldas sólidas, normalmente de menos de 0.75 m. de ancho y no más de 3.6 m. de altura, con pasillos interiores de 0.75 m (Fig. No. 3).

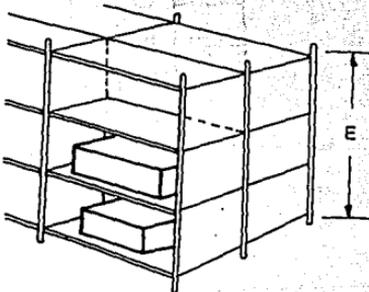


- E = Altura de almacenamiento (≤ 3.6 m)
- H = Anchura estante (≤ 0.75 m)
- S = Separación entre estantes (≤ 0.75 m.)

FIG. No. 3 Almacenamiento en baldas.

ALMACENAMIENTO EN CAJONES:

Almacenamiento en contenedores cúbicos tipo cajón de 5 lados, donde la cara abierta da al pasillo. Normalmente no superior a 4.5 m. de altura y con muy poco o ningún espacio entre cajones. (Fig. No. 4).



E = Altura de almacenamiento (≤ 4.5 m)

FIG. No. 4. Almacenamiento en cajones.

ALMACENAMIENTO EN ESTANERIAS:

Almacenamiento en una estructura normalmente con palets o estén sólidos dentro de ellas. Pueden ser portátiles (Fig. No. 5) o fijas, simples, dobles o múltiples (Fig. No. 6 y 7).

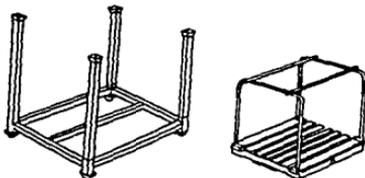
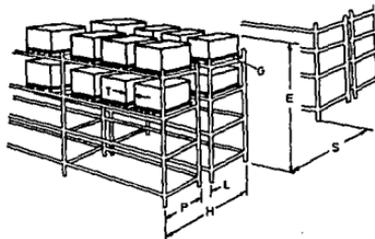
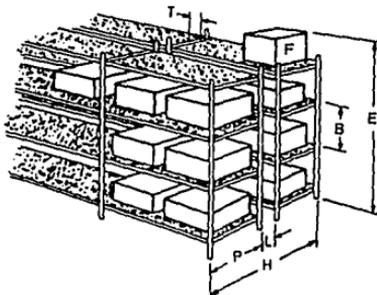


FIG. No. 5. Estantería portátil.



- E = Altura de almacenamiento. P = Anchura estante simple
 G = Palets. S = Separación entre estanterías
 H = Anchura estantería doble T = Separación transversal
 L = Separación longitudinal

FIG. No. 6. Estantería doble con palets.



- B = Altura estante simple
 E = Altura de almacenamiento
 F = Mercancia
 H = Anchura estantería doble
 L = Separación longitudinal
 P = Anchura estante simple
 T = Separación transversal

FIG. No. 7. Estantería dobles con baldas sólidas.

CONSIDERACIONES GENERALES

Organizaciones públicas y privadas han realizado diferentes pruebas y recopilado experiencias para obtener unas generalidades de las características observadas en el comportamiento de éste tipo de elementos respecto al fuego:

- 1.- La severidad del fuego se reduce cuando la pila de almacenamiento se derrumba.
- 2.- La severidad del fuego se reduce cuando el producto tiende a salirse del contenedor después de arder.
- 3.- Los almacenamientos paletizados o en bloques sólidos tienden a arder con menos severidad cuando se apilan muy juntos o pegados, dejando menos de 150 mm de separación entre pilas.
- 4.- La lucha manual en fuegos es extremadamente difícil, cuando arden materiales como son los plásticos, debido a la presencia de gran cantidad de humos negros densos y/o existencia de gases tóxicos.
- 5.- La severidad del fuego queda disminuida con la reducción de distancias entre el tope del almacenamiento y la protección de rociadores automáticos. Con un metro de separación entre la parte más alta de los materiales almacenados y el sistema de rociadores se obtuvo una protección más rápida con actuación de menos con un control de fuego más rápido que cuando la separación era mayor.

2.5 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALMACÉN

La seguridad contra incendios se debe prever durante el proyecto como ya se había mencionado, determinando todas las dimensiones que se darán a alturas, áreas, áreas para circulación, sistemas de prevención y combate de incendios así como la combustibilidad y resistencia de los materiales empleados en la construcción. Se determinarán los usos y ocupación de espacios separando los más peligrosos por elementos resistentes a incendios e integrando al almacén los medios de protección adecuados, como sistemas y equipos de extinción, considerando la capacidad

de los servicios públicos de protección, la facilidad de acceso que se tendrá para el combate de incendios, la protección a la exposición del fuego de otros edificios, las limitaciones impuestas por los costos de construcción y los reglamentos, etc.

FACTORES CAUSANTES DE LA PROPAGACIÓN DEL HUMO Y EL FUEGO.

Cada almacén requerirá un estudio específico de acuerdo a sus condiciones de espacio, estructurales, ocupacionales de funcionamiento y de métodos de prevención contra incendio. El problema fundamental será determinar la manera en que el fuego, calor y el humo se propagan en los almacenes, que son los principales factores causantes de daños.

Propagación vertical

- Cubos de escalera (forman chimeneas).
- Puertas combustibles.
- Cubos de elevadores (forman chimeneas).
- Ductos de instalación (forman chimeneas).
- Falta de muros corta fuegos.
- Propagación exterior por fachadas.
- Otras aberturas sin protección.

Propagación horizontal

- Falta o falta de muros corta fuegos o divisiones combustibles.
- Aberturas sin protección en los muros o divisiones contra incendios.
- Puertas contra incendios diseñadas o instaladas inapropiadamente.
- Areas con plafones combustibles o de escasa resistencia al fuego.
- Propagación exterior.

Areas interiores

- Acabados combustibles de techos y plafones.

- Acabados combustibles en muros.
- Pisos recubiertos o terminados con materiales combustibles.

Equipos e instalaciones

- Ductos de aire acondicionado.
- Aberturas para transportadores y maquinaria.
- Ventiladores.
- Tuberías de plástico.

Contenidos del almacén

- Decorados combustibles.
- Mobiliarios combustibles.
- Alfombrados.
- Archivos.
- Materiales y mercancías combustibles almacenadas.
- Líquidos y gases inflamables en recipientes, (manejados inadecuadamente).
- Trabajos con fuegos y explosivos.

FACTORES CAUSANTE DEL FUEGO O EXPLOSIÓN.

Para que haya un fuego o una explosión, debe reunirse 3 condiciones:

- 1.- Un líquido inflamable, vapor o polvo combustible debe estar presente en el ambiente en cantidades suficientes.
- 2.- El líquido inflamable, vapor o polvo combustible debe mezclarse con aire u oxígeno en las proporciones requeridas para producir una mezcla explosiva.
- 3.- Una fuente de energía debe aplicarse a la mezcla explosiva.

De acuerdo con éstos principios, debe considerarse tanto la cantidad de líquido inflamable o vapor que puede encontrarse en el ambiente, así como sus características físicas. Por ejemplo, los gases más ligeros que el aire se dispersan tan rápidamente en la atmósfera que (excepto en espacios confinados) no producen mezclas peligrosas en áreas cercanas a instalaciones eléctricas; ésto se tratará más a detalle en el transcurso de éste capítulo. Los vapores procedentes de líquidos inflamables tienen una tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y se diluyen rápidamente a concentraciones menores al límite inferior del rango inflamable (explosivo), especialmente cuando existen movimientos de aire. La probabilidad de que la concentración de gases se encuentren por arriba del límite máximo del rango inflamable o explosivo, no proporciona ninguna garantía, ya que la concentración debe pasar primero dentro de los límites de dicho rango.

El análisis de éstas condiciones básicas es el principio para la clasificación de áreas peligrosas.

DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO

Algunos de los parámetros que frecuentemente se omiten en los diseños y construcción de los almacenes se describirán a continuación.

- 1.- Miembros estructurales combustibles o poco resistentes a incendios (trabes, vigas, columnas, muros, losas, etc.) en lugares donde se requiera gran resistencia a incendio.
- 2.- Protección inadecuada de aberturas, muros, pisos, escaleras, puertas, ductos, transportadores, tiros, cubos de iluminación, ventiladores y ventanas.
- 3.- Omisión de separaciones para aislar áreas peligrosas y evitar la propagación del fuego.
- 4.- Ventilación deficiente para la salida de gases productos de la combustión.
- 5.- Acabados combustibles interiores y exteriores e inadecuados recubrimientos protectores o impermeabilizaciones en techos, estructuras, fachadas.

SELECCION DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE UN ALMACÉN

Toda edificación incluyendo los almacenes están expuestas al peligro de un incendio, por lo que es muy importante, conocer las características de combustión de los materiales de construcción para seleccionar los más adecuados y seguros. Estas son las que se mencionan a continuación: (Clasificación según el handbook de la National Fire Protection Association 13a edición 1969).

- 1.- Combustibilidad de los materiales. (Materiales combustibles y no combustibles).
- 2.- La resistencia a incendios de los materiales. (Resistencia al fuego de los materiales).

Se han establecido rangos de resistencia al fuego para los diferentes elementos estructurales, como travesaños, pisos, techos, columnas, muros y divisiones, debido a que sólo mediante las pruebas hechas a tales miembros constructivos, tal como se utilizan, se les puede asignar valores reales significativos para el diseño de un almacén. Se debe emplear toda la información disponible en cuanto a la combustibilidad y resistencia al fuego de los materiales, para determinar una combinación particular de materiales en un edificio, a fin de proveer barreras adecuadas contra incendios, considerando la seguridad de la vida y daños materiales.

AREAS, ALTURAS Y SUBDIVISIONES CONTRA INCENDIOS.

Dentro del desarrollo de un proyecto (almacén) es muy importante tomar en cuenta las alturas y áreas del almacén. Estas deben estar limitadas para evitar volúmenes excesivos sujetos a un solo foco de incendio, y así facilitar la evacuación segura de los ocupantes y de ésta forma facilitar la intervención de los bomberos o equipos especialistas de extinción de incendios.

Específicamente éstas dos características son las que se deben tomar en cuenta para hacer una elección adecuada de materiales en la construcción de un almacén y que indiscutiblemente están afectados por factores que se han discutido y se discutirán a lo largo de éste trabajo.

Es necesario relacionar las alturas y áreas, estableciendo límites por área total de pisos, en proporción a la altura del almacén, con objeto de eliminar el volumen total de materiales

combustibles expuestos a un sólo incendio, tanto de construcción como de los contenidos del almacén.

MUROS Y DIVISIONES

Se define un muro contra incendio a aquel que está construido y diseñado para evitar la propagación del fuego. Para que sean eficaces, deben tener suficiente resistencia para soportar los efectos del fuego más severo y con esto proporcionar una barrera completa contra la propagación del mismo. Obviamente cualquier abertura en tales muros debe ser reparada inmediatamente. Un muro contra incendio debe estar diseñado de tal manera que mantenga su integridad estructural en caso de un colapso de cualquier parte de una construcción.

Los muros contra incendios debidamente diseñados y fabricados deben extenderse a lo largo y por encima de los techos combustibles, para evitar la propagación del fuego. Cuando los muros se extienden sólo unos centímetros sobre el techo del almacén (bodegas, etc.), la ignición del techo colindante se puede iniciar rápidamente, dependiendo de la dirección y velocidad del viento y el tipo de recubrimiento del techo.

El fuego también puede extenderse por ambos lados de los remates del muro contra incendios. Existen dos métodos para minimizar éste peligro:

- a) Prolongar el muro contra incendios algunos metros más allá del límite del edificio.
- b) Construir un remate de sección tipo "T".

Cuando existen volados o elementos combustibles que se prolongan más allá de los muros del edificio, los muros de contra incendios y parapetos deben prolongarse igualmente.

Un parapeto debe tener 1.00 m de altura como mínima en almacenes con techo combustible. En algunos casos son necesarias alturas mayores para mejorar la seguridad, como en muros de 15 metros de longitud. Mientras más largo sea un parapeto mayor será el grado de seguridad. (Fig. No. 8).

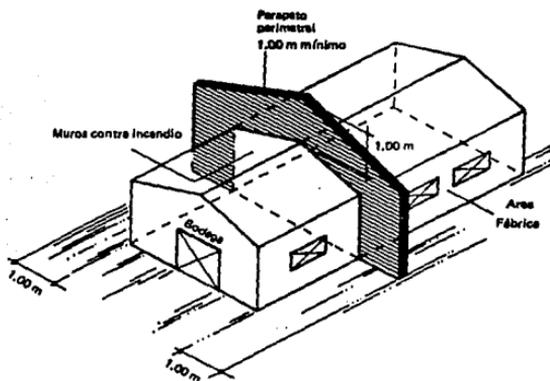


FIG. No. 8 Muros y parapetos contra incendios

DIVISIONES CONTRA INCENDIO

Una división contra incendio sirve para evitar la propagación interior del fuego, pero éstas tienen la característica de que no cumplen con las especificaciones de un muro contra incendio. Estas divisiones poseen menos resistencia al fuego y no se extienden desde el sótano hasta el techo, como los muros contra incendios. Por lo común, se utilizan para subdividir un piso o un área y se construyen para extenderse desde el nivel de piso hasta la parte inferior del techo. Estas se construyen de materiales protegidos o no combustibles y están unidos y soportados por miembros estructurales que tienen una resistencia al fuego, cuando menos igual a la de la división. Los rangos de resistencia a incendio para tales divisiones son de 2 a 4 horas. (Ver Fig No. 9).

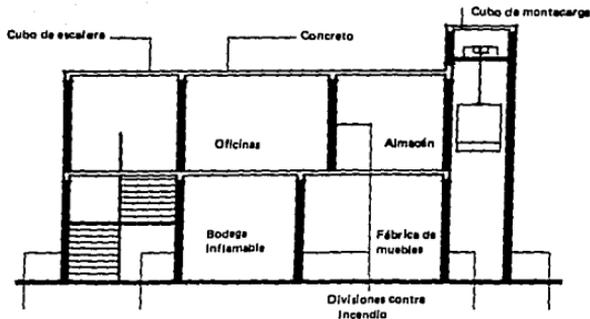


FIG. No.9 Divisiones contra incendios

-ENTREPISOS Y TECHOS

Techos:

Deberá prestarse gran cuidado en la estructura de los techos, esto es, que uno de los lugares por donde se trasmite un incendio de un piso a otro son por el techo. Debido a esto, se ha encontrado necesario que los techos sean tan resistentes al fuego, y tan solidamente estructurados, como los edificios sobre los cuales han sido erigidos.

La determinación de la resistencia al fuego, conveniente para un techo o entrepiso, debe estar condicionada a la resistencia a incendio del edificio como un todo. Obviamente no se justifica construir un techo resistente a incendio en un edificio combustible.

En algunos casos, como edificios industriales con procesos peligrosos o para almacenamiento, donde se requiere una excelente ventilación en caso de incendio o explosión, se construyen techos con áreas bien determinadas, a base de láminas metálicas muy ligeras, con objeto de que éstas se fundan y así ventilar el fuego.

Los factores que se consideran en la construcción de entrepisos y techos son los siguientes:

- Propiedades aislantes de temperatura y sonido.
- Propiedades aislantes de resistencia al incendio.
- Cargas que soportarán.
- Durabilidad y peso.
- Conveniencia para la instalación de bienes y equipos.

PLAFONES

Un plafón, adherido o suspendido de un entrepiso o techo no se considera como parte de una estructura. Desde el punto de vista de protección contra incendio, esto no es necesariamente cierto, ya que al probar su resistencia al fuego, tales elementos pueden tener un plafón adherido o suspendido que se debe incluir necesariamente en la evaluación de la resistencia total, por lo que existen ciertos rangos de resistencia para techos y entrepisos con o sin plafón. (Fig. No. 10).

MATERIAL	RESISTENCIA AL FUEGO	
	HORAS	MIN
<p>LOSA DE CONCRETO REFORZADO (Losa simple) LIBRE O PARCIALMENTE EMPOTRADA 1000 - 1000 PDI</p> <p>$f =$ RECURRIMIENTO DE ACERO 2 cm, mín.</p> <p>$h = 1.5$ cm $h = 10$ cm $h = 15$ cm, y f mín. = 2.5 cm.</p>	<p>—</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>—</p> <p>45</p> <p>10</p>
<p>LOSA DE CONCRETO REFORZADO SOBRE VIGUETAS PRECOLADAS</p> <p>VIGUETA DE CONCRETO DE 20 CM. CON ARREBA-DOS DE ESCOBIAS O GRAVA.</p> <p>$f =$ RECURRIMIENTO DEL ACERO 2.3 cm, mín.</p> <p>CONCRETO PROP. 1:30 : 1 : 4. $h = 7.5$ cm, SIN PLAS-FON.</p> <p>CONCRETO PROP. 1:30 : 1 : 4. $h = 7.5$ cm, CON PLAS-FON DE VISO DE 1.25 CM DE ESPESOR, SUJETO EN GASTIDOR DE MADERA COLADO CON METAL A LAS VIGUETAS.</p>	<p>—</p> <p>1</p>	<p>—</p> <p>45</p>
<p>LOSA COMBINADA DE BLOQUES Y CONCRETO. (Losa simple)</p> <p>BLOQUES DE CONCRETO 15 x 15 x 30 = 30</p> <p>ESPESOR DEL BLOQUE</p> <p>ACERO DE REFORZO</p> <p>$h = 8$ A 3.75 cm, BLOQUES DE 15 x 15 cm DE ESPESOR, SIN PLAS-FON.</p> <p>$h = 3.75$ cm, BLOQUES DE 15 cm. ESPESOR, CON ACABA-DO ENVEBADO, EN PLAFÓN DE 1.5 cm ESPESOR</p> <p>$h = 8$ cm, BLOQUES DE 15 cm DE ESPESOR, CON ACA-DO ENVEBADO EN PLAFÓN DE 1.5 cm DE ESPESOR</p> <p>$h = 6.50$ cm, BLOQUES DE CONCRETO CON ARREBA-DOS CALLES Y ESCOBIAS DE 15 mm ESP. MÍN.</p>	<p>—</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>—</p> <p>30</p> <p>—</p>
<p>LOSA DE CONCRETO REFORZADO CON HERVADURAS (Losa simple)</p> <p>LOSA HERVADA DE CONCRETO AGREGADOS CALCAREOS</p> <p>$f = 2.75$ cm, $b = 90$ cm.</p> <p>$f = 6.25$ cm, $b = 90$ cm.</p> <p>$f = 7.5$ cm, $b = 75$ cm.</p> <p>† IDEM. Con metal alveolar y gabián enterrado de modelo 115, 112 de 2 cm, esp., 300 cm.</p>	<p>—</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>—</p> <p>30</p> <p>45</p> <p>30</p>

FIG. No. 10 Resistencia al fuego de algunos tipos constructivos de entresijos y techos

RECUBRIMIENTO DE PISOS

Se ha encontrado que uno de los factores más importantes para limitar los daños por incendio, es el diseño de los pisos para resistir el calor, humo, gases y agua, de un nivel a otro.

Las superficies de pisos, a menos que contengan aceites o algunas sustancias combustibles (éstos generalmente se encuentran por descuido y falta de higiene), de fácil ignición, no contribuyen a la propagación del fuego por sí mismos, sino hasta que los demás contenidos combustibles y otros acabados interiores se encuentren envueltos en el fuego, y produzcan temperaturas suficientes para generar un flamaso.

Ubicación y Protección de Riesgos Especiales.

Los cuartos o pisos que contienen materiales o procesos que requieren grandes cantidades de agua para la *extinción de un incendio*, no se deben situar en niveles superiores, encima de contenidos de gran valor, particularmente expuestos a daños por agua, a menos que el entrepiso sea totalmente impermeable y éste provisto con coladeras y drenajes adecuados y cuando sea necesario con pendientes, curvas o rampas. (Fig. No. 11)

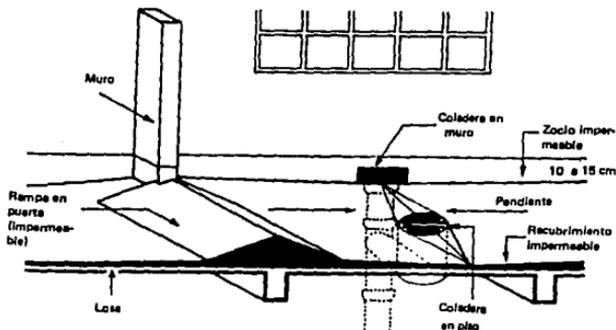


FIG. No. 11 Piso impermeable, drenaje y rampa

El número de coladeras o desagües dependen del peligro y cantidad de agua probable que se tendrá. Para condiciones promedio se usa la siguiente tabla que está basada en el uso de coladeras de muro con salida de 10 X 10 cm o de 10 cm de diámetro en pisos cuya capacidad de carga es equivalente a las del muro.

NUMERO MÍNIMO DE COLADERAS	
AREA DEL PISO	No. DE COLADERAS PARA MUROS Y PISOS
Hasta 45 m ²	2
Hasta 68 m ²	3
Hasta 90 m ²	4

Pisos conductores de Electricidad y chispa

Además del peligro de la electricidad estática, puede existir también el peligro de chispas como las producidas por el contacto de objetos de hierro en pisos de concreto o con maquinaria. En éstas construcciones en que hay materiales de fácil ignición, como gases o líquidos explosivos, sulfuros o disulfuro de carbón, existe la posibilidad de ignición por chispas de una fricción mecánica, aunque éstas sean de baja energía y poca duración, es necesario tener pisos arrestadores o a prueba de chispas. Por lo general pisos como madera, losetas de linóleo, asfalto, vinilo o hule, se consideran arrestadores de chispa. Ciertos tipos y composiciones de recubrimientos a base de cloróxido de algunos pisos de cemento con agregados metálicos, también tienen cualidades satisfactorias como arrestadores de chispas.

PISOS CONDUCTORES DE ELECTRICIDAD

Las superficies de pisos deben ser conductores de electricidad y proveer un trayecto eléctrico a tierra para descargar la electricidad estática de algunas personas u objetos en contacto

con el piso, antes que se desarrolle suficiente potencial para producir una chispa de suficiente intensidad que produzca la ignición de vapores inflamables u otros materiales en el área.

Se consideran satisfactorios los pisos que provean una trayectoria eléctrica a tierra, con una resistencia de menos de 1'000,000 de ohms, medidos entre dos electrodos colocados a 100 cm de distancia en cualquier parte del piso del almacén.

ACABADOS INTERIORES

Se define como acabados interiores a todos aquellos materiales que se aplican sobre las superficies interiores de un almacén, tales como madera, aplanados, paneles, mosaicos materiales acústicos, aislantes térmicos, materiales de decoración, pinturas, barnices, papel tapiz, plásticos, etc. La resistencia al fuego de los materiales de construcción no tienen relación directa con la de los materiales para acabados interiores.

Las propiedades de los materiales para acabados interiores, que son relevantes en los problemas de incendio contribuyen a:

- a) La propagación del fuego (características de propagación de flama).
- b) La contribución como combustible a un fuego.
- c) La cantidad de humo que generan cuando arden.

La generación de gases tóxicos como parte del proceso de descomposición térmica, también es peligroso para la vida. Hasta el momento no existen métodos reconocidos de prueba que determinen el uso de materiales para acabados interiores, pero éstos se han podido estudiar a través de experiencias en incendios.

Considerándolos desde el punto de vista de daños a materiales, la propagación de flama y su contribución como combustible, los materiales para acabados interiores son factores importantes, pero la producción de humo sólo puede considerarse como factor importante en construcciones

ocupadas por bienes susceptibles a daños por humo o donde constituyen un obstáculo para el combate del fuego.

2.6. INSTALACIONES ELECTRICAS

La mayoría de los incendios producidos en los almacenes pueden imputarse al fallo de componentes o sistemas eléctricos. Por otra parte cuando un material eléctrico ha sido correctamente elegido e instalado, su trabajo normal no suele presentar riesgos particulares; éstos se presentan cuando concurren condiciones anormales, es decir, en caso de avería.

FALLA POR AISLAMIENTO

Las situaciones más graves suelen darse cuando se presentan condiciones de cortocircuito, en especial si éste va acompañado de arco. En la mayoría de los casos se produce como consecuencia de un fallo del aislamiento. El corto circuito puede deberse a un exceso de tensión o sobretensión entre las partes que separa; no obstante, en la mayoría de los casos, suele fallar por una disminución de la calidad de ésta separación. Como causas más frecuentes cabe citar las siguientes:

- a) Daños del aislamiento. Perforaciones, roturas, desgastes, agresiones térmicas, químicas y biológicas a los aislamientos.
- b) Reducción del aislamiento. Una de las causas de falla es la reducción de la distancia de aislamiento a un valor tal que no resista la tensión eléctrica, conduciendo al deterioro total y al posible cortocircuito.
- c) Envejecimiento. Con el tiempo, la mayoría de los polímeros orgánicos sólidos cambian su estructura molecular, se endurecen, se contraen y se agrietan, degeneran sus propiedades iniciales y el material llega al final de su vida.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Como medidas de prevención se entienden aquellas que se tomarán para evitar el inicio del fuego, como se ha comentado a lo largo de éste trabajo. A continuación se consideran las principales medidas y dispositivos a tener en cuenta.

MATERIALES ADECUADOS DE USO

Cables Eléctricos:

Los cables, en uso normal, no producen chispas, arcos, ni temperaturas elevadas, y desde el punto de vista del incendio, presentan características peculiares.

- Contienen un elevado porcentaje de material orgánico inflamable o combustible.
- Todo este material orgánico está en contacto o muy cerca de las partes conductoras en que se genera calor.
- Las sobrecargas afectan al cable en toda su longitud.
- Son muy usados los cables aislados o cubiertos con formulaciones cuya base es PVC que, en la mayoría de los casos, contienen aceites plastificantes.

Al aumentar la temperatura, éstos aceites tienden a evaporarse, tanto más rápidamente cuando más alta sea. Si éstos vapores entran en contacto con una chispa o una llama pueden inflamarse generando más calor.

El PVC es termoplástico y, a partir de unos 80 °C, se ablanda, cede, se contrae y a temperaturas más altas, gotea. Por insuficiencia de aislamiento pueden sobrevenir cortocircuitos. En contacto con el fuego se inflama generando gran cantidad de gases tóxicos y corrosivos.

Los cables aislados con goma vulcanizada o elastómeros, por ser termoestables, mantienen mejor sus características dimensionales; por tanto, en éste aspecto, son preferibles a los termoplásticos. No obstante, algunos termoplásticos permiten temperaturas de utilización mucho más altas, como es el caso del PTFE (teflón), que puede usarse hasta 350 °C. Utilizando

aditivos se consigue aumentar el punto de inflamación y, con ello, cables más resistentes al fuego. Los peligros de propagación de la llama y del incendio en un almacén son más pronunciados en tendidos verticales.

También hay que considerar aquellos cables que, por alimentar los servicios imprescindibles en caso de incendio, (alumbrado, servicios de extinción, alarma, señalización de salida para la evacuación de las personas, de bombeo agua y otros servicios de seguridad) deben prestar servicio bajo llama durante tiempos relativamente largos. Son los llamados cables resistentes al fuego, que deben poder prestar servicio al menos durante tres horas estando sometidos a la acción de una llama de 800°C.

Este comportamiento suele lograrse con formulaciones o tratamientos con materiales aislantes inorgánicos.

Protección de cables:

La protección del cable contra la excesiva generación de calor en su interior se consigue disponiendo protecciones eléctricas de tipo térmico, magnético o combinado, que impidan el paso de una potencia superior a la que pueda soportar el cable antes de resultar seriamente afectado.

La protección contra el calor procedente del exterior del cable, es decir, de un incendio ya declarado, es posible en recorridos exteriores y en ambientes amplios que, sin riesgo especial, tengan acceso las personas y los equipos de extinción convencionales. Sin embargo, como en la mayoría de los conductos o canalizaciones no se dan estas circunstancias, deberán establecerse barreras para evitar la propagación del fuego mediante compartimientos y elementos cortafuegos.

Puestas de Tierra:

Todas las masas, no sólo las del equipo eléctrico sino también las de instalaciones próximas y las del propio almacén, deben conectarse eléctricamente entre sí y a tierra.

Esta medida es necesaria para reducir las posibilidades de choque eléctrico para las personas; además, impide la acumulación de cargas eléctricas estáticas y con ello reduce las posibles causas de incendio.

Interruptores automáticos:

Es conveniente la disposición de interruptores automáticos en todos los circuitos principales y derivados de un almacén, con el fin de tener selectividad y que cualquier anomalía quede confinada en un único circuito.

Debido al alto nivel de riesgo de incendios, es aconsejable que los interruptores termomagnéticos sean multipolares de corte omnipolar y pueda reconocerse a distancia la posición real de los contactos.

Interruptores diferenciales (ID):

En determinadas condiciones de humedad, temperatura, etc., los interruptores precisan de poca energía para inflamarse. A los voltajes habituales (220/380 V), se considera que a partir de 300 mA de corriente de defecto se disipa energía suficiente como para provocar la ignición.

Esta intensidad no provoca la actuación de los interruptores automáticos, por lo que han de instalarse interruptores diferenciales, de intensidad de defecto máximo de 300 mA.

Al ser dispositivos fácilmente influenciados por las condiciones ambientales, debe verificarse su correcto funcionamiento presionando el botón de prueba con la frecuencia que indique el fabricante (normalmente cada mes).

Debe instalarse, como mínimo, un ID en la línea principal. No obstante es más razonable y segura la instalación de un ID en cada uno de los circuitos derivados, ya que garantiza una mejor protección y más selectividad, interrumpiendo el suministro únicamente al circuito afectado.

Fusibles:

No se aconseja el uso de fusibles ya que, en caso de inutilización de alguno, supone un grave riesgo realizar un puente. Este problema tiene especial incidencia en éste tipo de explotaciones

debido a las condiciones ambientales y a la dificultad de contar rápidamente con repuestos o con personal especializado.

INSTALACIONES ELECTRICAS EN AREAS RIESGOSAS

Actualmente las industrias están utilizando más y más materiales potencialmente explosivos e inflamables que anteriormente. El uso de equipo eléctrico en éstas industrias continúa incrementándose. Es imperativo que el equipo eléctrico seleccionado sea adecuado y apropiadamente instalado y mantenido, para proteger al personal y las instalaciones de la planta.

El Código Nacional Eléctrico (NEC) es comúnmente aceptado como guía para la práctica de seguridad en la selección e instalación adecuada de equipo eléctrico.

La selección, instalación, operación y mantenimiento del equipo eléctrico en áreas peligrosas requiere de una clasificación precisa de las áreas y de comprensión y atención a los requisitos específicos del equipo y de los sistemas eléctricos.

Existen una gran cantidad de materiales de referencia para ayudar a la clasificación de las áreas y una variedad de equipos está disponible para todo tipo de áreas peligrosas.

El apropiado uso del equipo eléctrico en áreas peligrosas ayudará a proteger vidas e instalaciones y proporcionará estadísticas de mayor seguridad.

Áreas peligrosas son aquellas que contienen vapores, líquidos o gases inflamables o polvos combustibles y fibras, que pueden causar fuego o explosiones si se someten a una fuerte ignición. Las áreas están clasificadas con base en sus características de peligrosidad.

En el NEC los gases inflamables están clasificados como Clase I. Ya que los diferentes gases tienen una temperatura de ignición y características de explosión diferentes. Estos gases están clasificados en los Grupos A, B, C, y D, en los cuales el D es de menor clasificación que el C, etc.

Productos Químicos por Grupos

Atmósfera Grupo A

Acetileno

Atmósferas Grupo B

Acroleína (inhibida)

Butadieno

Oxido de Etileno

Hidrógeno

Gases manufacturados que contienen
más de 30% de hidrógeno (en volumen)

Oxido de Propileno

Atmósferas Grupo C

Acetaldehído

Alcohol Alílico

n-butiraldehído

Monóxido de Carbono

Cratonaldehído

Ciclopropano

Eter Dietílico

Dietilamina

Epiclorhidrina

Etileno

Etilenimina

Sulfuro de Hidrógeno

Morfolina

2-nitropropano

Tetrahidrofurano

Dimetil hidrazina asimétrica (UDMH 1,1-dimetil hidrazina)

Atmósferas Grupo D

Acido acético (Glacial)

Acetona

Acilonitrilo

Amoniaco

Benceno

Butano, 1-butanol (Alcohol Butílico), 2-Butanol (alcohol Butílico secundario)

n-Acetato de Butilo

Acetato de Isobutilo

Alcohol Sec-Butílico

Etano, Etanol (Alcohol Etilico)

Acetato de Etilo

Etil Acrilato (inhibido)

Etilén Diamina (Anhidra)

Dicloruro Etileno

Gasolina

Heptano

Hexano

Isopreno

Propileno

Estireno

Tolueno

Acetato de Vinilo, Cloruro de Vinilo

Xileno.

Para completar la descripción del área, el NEC reconoce 2 Divisiones distintas (Div. 1 y 2).

Area Clase I División 1:

Es aquella en la cual la concentración peligrosa de gases o vapores inflamables existen continua, intermitente o periódicamente en el ambiente bajo condiciones normales de operación; o también, área en la cual la concentración peligrosa de algunos gases o vapores puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas. Puede ser también aquellas áreas en la cual por falla del equipo en operación o proceso podrían fugarse gases o vapores inflamables hasta alcanzar concentraciones peligrosas y podría también causar simultáneamente fallas del equipo eléctrico.

Esta clasificación incluye generalmente sitios donde líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables son transportados de un recipiente a otro; el interior de casetas de pintura por aspersión y zonas aledañas a estas casetas; lugares en los que hay tanques abiertos con líquidos volátiles inflamables; cuartos o compartimientos de secado por evaporación de solventes inflamables; lugares que contienen equipo para la extracción de grasas y aceites que usan solventes volátiles inflamables y todas las demás zonas de trabajo donde existe la posibilidad de que se presenten concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables en el curso de las operaciones normales.

Clase I División 2:

Es aquella en la cual se manejan, procesan o usan líquidos volátiles o gases inflamables pero en las que éstos líquidos o gases se encuentran normalmente dentro de recipientes o sistemas cerrados, de los cuales pueden escaparse solo en caso de ruptura accidental o en caso de operación anormal del equipo, ó en la cual se evitan concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de ventilación mecánica y que solo podrían ser peligrosas en caso de falla u operación anormal del equipo de ventilación, ó aquellas adyacentes a una área Clase I y en la cual concentraciones peligrosas de gases o vapores podrían comunicarse a menos de que ésta comunicación se evite por

medio de una ventilación adecuada con presión positiva de una fuente de aire limpio y protección efectiva contra fallas del equipo de ventilación.

Esta clasificación generalmente incluye sitios donde se usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables pero en los cuales, a juicio de la autoridad correspondiente, llegarían a ser peligrosos solo en caso de accidente u operación anormal del equipo. La cantidad de material peligroso que podría escaparse en caso de accidente, el equipo de ventilación existente, el tamaño del área involucrada y la estadística de explosiones o incendios en esa área industrial, son todos factores que deben considerarse para determinar la clasificación del área y sus limitaciones en cada sitio.

Cuando las tuberías eléctricas (conduit) y sus correspondientes accesorios se encuentran separados del área de proceso por un solo sello o barrera, deberán clasificarse como División 2 siempre y cuando el exterior de la tubería y de los accesorios sea una área no peligrosa.

En el NEC, los polvos combustibles se clasifican como **Clase II** y se agrupan de acuerdo de acuerdo con su temperatura de ignición y su grado de conductividad en **Grupos E, F, y G**.

- Grupo E:** Atmósferas que contienen polvos metálicos, como aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros metales de características de peligrosidad semejantes.
- Grupo F:** Atmósferas que contienen polvo de carbón mineral, carbón vegetal o de coque en concentraciones mayores a 8% de material volátil total o atmósferas que contienen éstos polvos activados por otros materiales que puedan representar el riesgo de una explosión.
- Grupo G:** Atmósferas que contienen harina, almidón o polvos de granos.

Las áreas clasificadas como **Clase II** también pueden ser divididas en División 1 y 2. Una área clasificada como **Clase II División 1** es aquella en la cual hay o puede haber polvo combustible en suspensión en el aire en forma continua, intermitente o periódica bajo condiciones normales de

operación, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables, o donde debido a fallas mecánicas u operación anormal de la maquinaria o el equipo puedan producirse tales mezclas explosivas o inflamables y que una falla simultánea del equipo eléctrico o de los sistemas de protección pueda originar una fuente de ignición, o en la cual polvos combustibles con características de conductividad eléctrica puedan estar presentes.

Esta clasificación incluye generalmente lugares de trabajo donde existe manejo o almacenamiento de granos; plantas donde hay trituradoras, pulverizadoras, limpiadoras, desgranadoras, descargadoras, separadores, transportadores, tolvas o embudos abiertos, mezcladoras, empacadoras, etc., y toda maquinaria y equipo similar que produzcan polvos y todos los lugares similares donde, bajo condiciones de operación normal, estén presentes polvos combustibles en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

Area Clase II División 2

Es aquella en la cual el polvo combustible no está normalmente en suspensión en el aire ni será puesto en suspensión por la operación normal del equipo, en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas, pero donde el depósito o la acumulación de tal polvo combustible puede ser suficiente para interferir la adecuada disipación de calor del equipo o aparato eléctricos. El polvo combustible acumulado o depositado sobre ó alrededor de los equipos eléctricos puede inflamarse por arcos, chispas o calentamientos de tal equipo.

Los lugares donde generalmente se reúnen las condiciones antes mencionadas incluyen secciones de plantas con transportadores , tolvas o maquinaria y equipo que producen apreciables cantidades de polvo solo en condiciones anormales de operación; zonas adyacentes a las áreas clasificadas como Clase II División 1, bodegas y zonas de embarque así como otros sitios semejantes donde materiales que producen polvos son almacenados o manejados en bolsas o recipientes.

Las Areas Clase III son aquellas que son peligrosas por la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales tales fibras o materiales volátiles normalmente no

se encuentran en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Las áreas Clase III se dividen en la siguiente forma:

Clase III División 1:

Estas áreas generalmente incluyen plantas textiles, plantas fabricantes o procesadoras de fibras combustibles; molinos de semilla de algodón, fabricas de ropa, talleres de carpintería y todas las industrias o talleres que tienen procesos o condiciones semejantes. Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamables se encuentran el rayón , el algodón, el henequén, el ixtle, el yute, la fibra de coco, el cáñamo, la estopa, la lana, el musgo, la viruta y otros materiales similares.

Clase III División 2:

Es aquella en la cual se manejan o almacenan fibras fácilmente inflamable, con excepción del lugar donde se fabrican.

TIPOS DE EQUIPO

El equipo eléctrico puede usarse con seguridad en áreas peligrosas siempre y cuando haya sido construido en forma adecuada para una área definida de acuerdo a su Clase , Grupo y División.

En diversas partes del mundo diversos tipos de construcción de equipo se aceptan como apropiados para áreas Clase I. El más comúnmente usado es equipo construido a prueba de explosión. Este tipo de construcción requiere que el material aislante sea lo bastante fuerte para resistir la explosión interna de un determinado gas o vapor y que impida la ignición del gas o vapor que se encuentra en la atmósfera por chispas o flamas que provengan del interior o por el aumento de la temperatura en la superficie del material aislante..

Generalmente estos materiales se hacen de fierro, acero o aluminio con un diseño que impide el paso de la flama o el escape de la presión interna.

Comúnmente se utilizan dos tipos de juntas. Una es la junta plana rectificada, en este tipo de unión, las dos superficies se mantienen perfectamente unidas por el medio de tornillo. El ancho

mínimo para el paso de la flama es de 3/8", con un claro máximo de 0.0015". La experiencia ha demostrado que este claro previene que los gases calientes se escapen. Este tipo requiere que un mínimo de cinco hilos de rosca estén en contacto. Cuando dentro del aislante ocurre una explosión, los hilos de la rosca de la tapa se aprietan contra los hilos de la rosca del cuerpo, forzando así al gas caliente a recorrer toda la trayectoria helicoidal entre el cuerpo y la tapa lo que lo enfría suficientemente antes de lograr salir a la atmósfera.

Se aceptan otro tipos de equipo para áreas peligrosas. Entre ellos podemos nombrar los tipos de equipos sumergidos en aceite, equipos presurizados y equipo intrínsecamente seguro. El uso del equipo sumergido en aceite está declinando. En éste tipo, el equipo eléctrico se sumerge completamente en aceite lo que impide que el gas peligroso se ponga en contacto con el dispositivo que forma el arco eléctrico. Este tipo de equipo se usa frecuentemente en aparatos grandes de control donde no es practico utilizar equipo a prueba de explosión.

El principal tipo de equipo utilizado para áreas Clase II es el equipo a prueba de ignición de polvo. Su diseño es diferente al del equipo Clase I, ya que se diseña para impedir la entrada de polvo a una temperatura lo suficientemente baja para que no incendie o queme el polvo. La mayor parte del equipo se diseña de tal modo que evita la acumulación del polvo,, un ejemplo son luminarias a prueba de ignición de polvos.

El equipo que se instale en áreas Clase III deberá ser capaz de operar a plena capacidad sin calentarse al grado de que cause deshidratación excesiva o carbonización gradual de las fibras o material volátil que se le acumule. El material orgánico carbonizado o excesivamente deshidratado es susceptible de incendiarse espontáneamente.

DISEÑO DE SISTEMAS ELECTRICOS

El diseño de un sistema existente en un almacén puede o no incluir las recomendaciones del Departamento de Seguridad, sinembargo existen algunos puntos clave que el Ingeniero de Seguridad debería tomar en cuenta al diseñar una nueva instalación eléctrica o modificar la existente.

El Código Nacional Eléctrico especifica los requisitos para instalar equipo eléctrico. Debe tenerse en cuenta que éstos son los requisitos mínimos de seguridad. Puede añadirse requisitos adicionales para obtener instalaciones más seguras.

Un nuevo punto del NEC exige especial atención del Ingeniero de Diseño. Este punto es el requisito de límite de temperatura. El Código exige que todos los artículos eléctricos que producen calor sean marcados con una clasificación de temperatura. Este requisito se modificó, lo cual señala que cualquier aparato que opere a una temperatura inferior a 100°C no necesita marcarse. De hecho esto significa que los luminarios, motores y otros equipos similares deben marcarse.

Los requisitos para áreas Clase I División 2 han sido modificados en el NEC de 1978. Los equipos eléctricos para dichas áreas pueden ahora operar a temperaturas iguales a la temperatura de ignición de la atmósfera que los rodea. Anteriormente podían operar a una temperatura máxima del 80% de la temperatura de ignición de la atmósfera.

Al instalar equipo, algunos puntos deben vigilarse para asegurarse que la instalación es segura. Uno importante es el que toda la tubería esté perfectamente apretada a las cajas o coples. Puesto que la tubería es la trayectoria de regreso para la falla de corriente, las roscas flojas pueden causar sobrecalentamiento y chispas. De hecho, el NEC requiere que el tubo conduit se apriete con una llave de tuercas.

Los sellos constituyen otra consideración importante en las áreas peligrosas. De acuerdo al código se requiere que se instalen dentro de una distancia de 18" (45.72 cm) a los dispositivos que producen arco eléctrico, antes de entrar ó salir de una área peligrosa, en todos los tubos conduit de 2 o más pulgadas de diámetro que salgan del material aislante (envolvente), y que presenten derivaciones o empalmes.

Estos sellos se hallan disponibles en varias formas para instalaciones verticales y horizontales de tubería conduit.

El compuesto sellador que se use debe ser aprobado para tal fin. Todos éstos compuestos se mezclan con agua, se expanden y solidifican, resisten el ataque de productos químicos éste proceso

se llama "curado". Un sello bien "curado" impide el paso del gas o de la presión de una área a otra. La instalación del sello sin el compuesto, no ofrece seguridad en la instalación.

Cuando la instalación se ha terminado debe hacerse una inspección para cerciorarse que todas las tapas y tornillos están en su lugar. El dejar un solo tornillo fuera de lugar puede destruir la característica "a prueba de explosión" de una instalación. Deben usarse lámparas y calentadores, que son partes de los equipos, del tamaño y capacidad apropiados. Una lámpara de mayor capacidad que la indicada provocará un sobrecalentamiento en la luminaria y comprometerá la seguridad de la instalación.

2.7. INSPECCION DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

Antes de mencionar las diferentes medidas de protección a las instalaciones de los almacenes debemos mencionar algunas de las causas principales que provocan los incendios; haciendo hincapié que pueden existir tal vez cientos de ellas, pero nos concretaremos a mencionar las más comunes e importantes de ellas.

- 1.- Fumadores dentro de áreas prohibidas.
- 2.- Chispas de energía eléctrica.
- 3.- Falta de ventilación.
- 4.- No utilizar equipos adecuados en zonas de riesgo.
- 5.- Utilizar construcciones que no están diseñadas específicamente a las necesidades de los productos a almacenar.
- 6.- Negligencia y exceso de confianza.

En términos generales, es de indiscutible importancia que todo el personal que labore en un almacén conozca el funcionamiento y localización de los equipos contra incendios. Esto repercutirá en que ellos puedan reportar los equipos cuando se encuentren en mal estado y poder estar capacitados en caso de un incendio.

Gracias a que muchas industrias han adoptado estas normas se han prevenido una gran cantidad de incendios.

Dichas normas se apoyan en las inspecciones rutinarias que deben definirse en periodos de tiempo razonable y no mayores a un mes.

El personal que efectúe éstas inspecciones debe tener como objetivo el de asegurarse que dichos equipos e instalaciones estén en su lugar, que no se haya obstruido su acceso y en general que se encuentren en condiciones óptimas para operar de inmediato en caso de necesitarlas. Es importante contar con una lista de los puntos que deben cubrirse durante la inspección para asegurarse de que todos los aspectos o detalles de todo el equipo serán inspeccionados.

REQUISITOS DE MANTENIMIENTO EN EQUIPO ELÉCTRICO

Los puntos que a continuación se describen deben observarse en cualquier instalación eléctrica:

- 1.- Debe darse servicio o desarmarse el equipo eléctrico solo después de desenergizar los circuitos de abastecimiento y debe ensamblarse perfectamente antes de reenergizarlos.
- 2.- Los martillos, destornilladores y otras herramientas no deben dañar las juntas planas de las envolventes a prueba de explosión.
- 3.- Las tuercas y tornillos que aseguran juntas a prueba de explosión deben permanecer bien atornilladas durante todo el tiempo que los circuitos estén energizados.
- 4.- No deben dejarse acumular partículas extrañas en la superficie rectificada de las juntas planas ya que impiden el ajuste adecuado y podrían permitir que las chispas o flamas del interior se propaguen a la atmósfera.
- 5.- Cuando se ensambla una envolvente, toda la grasa, suciedad, pintura u otro material extraño debe limpiarse de la superficie, utilizando un cepillo y petróleo ó solvente con un punto de ignición (flash point) mayor de 38°C. Una película de aceite ligero ó lubricante del tipo recomendado por el fabricante, debe aplicarse a las juntas del cuerpo y de la tapa.

Inmediatamente después de aplicarlo, la tapa debe cerrarse perfectamente ya que el lubricante puede atraer materiales extraños.

- 6.- Las tapas roscadas deben apretarse bien, sin forzarlas, para evitar que se aflojen por vibración.

2.8. ORGANIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS ALMACENES

La Empresa moderna confronta importantes peligros de incendio y otros accidentes, que pueden afectar a la vida de las personas y a la conservación de la propiedad.

El compromiso humano, social y empresarial supone el peligro potencial de ocurrencia de éstos accidentes, requiere la adopción de una serie de medidas de seguridad que eviten la producción de siniestros y dispongan la dotación de medios que respondan eficazmente ante su ocurrencia. El conjunto de medios y medidas necesarios han de estar debidamente establecidos y mantenidos en todo momento, para lo que se requiere una estructura que se ocupe de su gestión.

Con la Organización de la Seguridad se establecen unos planes de actuación y formación en los que un grupo de personas es capaz de efectuar el correcto manejo y manipulación de los medios materiales disponibles y de llevar a cabo los planes preestablecidos en caso de emergencia.

Programa de Seguridad:

Al organizar la seguridad de una Empresa se debe contar con un Programa de Seguridad en el que se definan claramente los siguientes puntos:

- a) Objetivos del Programa.
- b) Identificación y evaluación de riesgos.
- c) Responsabilidades en la escala empresarial y laboral.
- d) Medios humanos profesionales y voluntarios y medidas a adoptar en cada caso.
- c) Procedimientos operativos de actuación de seguridad.
- e) Plan de mejoras de las condiciones de seguridad.

Departamento de Seguridad Contra incendios:

La ejecución del Programa de Seguridad y de los aspectos relacionados con la Seguridad contra Incendios corresponde al Departamento de Seguridad. La existencia como tal Departamento autónomo y la dotación de medios propios humanos y materiales, serán definidos en función del tamaño y peligros potenciales de incendio de la Empresa (incluyendo el almacén). El Departamento de Seguridad debe contar con una serie de medios humanos, fijos o voluntarios, y materiales, que le permitan realizar todas las acciones necesarias para mantener actualizados los niveles de seguridad propuestos y dar respuestas eficaces a la prevención de accidentes.

Procedimientos Operativos:

La actuación de los Servicios de Seguridad deben estar claramente definidas, por escrito, especificando las condiciones en que se han de llevar a cabo.

El Departamento de Seguridad debe disponer de los siguientes procedimientos operativos, aunque es obvio que pueden existir más o menos dependiendo de la empresa, a continuación se enlistan los más importantes:

- 1.- Comunicaciones internas del Departamento.
- 2.- Patrullas de vigilancia.
- 3.- Regulación del tráfico en una emergencia.
- 4.- Denuncia de infracciones de las Normas de Seguridad.
- 5.- Medidas de prevención a tener en cuenta en periodos de cierre de almacenes.
- 6.- Utilizaciones de las transmisiones por radio y telefónicas.
- 7.- Manejo de la Central de Alarmas.
- 8.- Actuación en alarmas y ataque inicial al fuego.
- 9.- Despliegue de evacuaciones.
- 10.- Identificación y control de líquidos inflamables y materiales peligrosos.

- 11.- Revisión periódica de grupos de bombeo.
- 12.- Inspección periódica de cajas de equipos contra incendios.
- 13.- Inspección y mantenimiento de extinguidores..
- 14.- Inspección y control de válvulas seccionadoras en red de incendio.
- 15.- Inspección y control de puertas cortafuego.
- 16.- Informes de conatos de incendios.
- 17.- Informes de disparos accidentales de los sistemas de protección contra incendios.
- 18.- Inspección de muros cortafuegos.
- 19.- Inspección de TODOS los sistemas de detección y extinción.
- 20.- Notificación de averías y fuera de servicio de sistemas de protección.

COMPONENTES DE LA BRIGADA CONTRA INCENDIOS

En primer lugar, deben establecerse tanto el número total de equipos de intervención como el de componentes de los mismos. Ambos vienen determinados por:

- El peligro potencial de incendio.
- El tamaño y valor de las instalaciones.
- El número de trabajadores por turnos de trabajo.
- Los medios materiales de extinción, móviles y fijos, manuales y automáticos.
- Los medios de socorro y ayuda externos.

El número de componentes se deben distribuir por igual entre todos los turnos de trabajo, encuadrándolos en equipos de no más de 10, ni menos de 6 componentes. Debe tenerse en cuenta, a la hora de establecer el total de miembros, las suplencias necesarias para cubrir vacaciones y bajas por enfermedad y otros motivos.

Una vez establecido el número de componentes de trabajadores necesarios para formar cada uno de los equipos, se debe proceder a seleccionarlos de la plantilla de la empresa, procurando en primer lugar, que los candidatos sean voluntarios.

Las cualidades que se recomiendan deben poseer los candidatos:

- Condiciones físicas, a comprobar en un examen médico.
- Aptitudes generales: cultura general, disciplina, etc.

Posteriormente, recibirán una formación técnica y un entrenamiento que les capacite para desarrollar su función.

SEÑALIZACIÓN

Las ayudas instructivas constituyen un método de enseñanza muy valiosa, con el fin de presentar los puntos necesarios de instrucción con claridad y en forma realista.

Los diagramas son útiles para mantener el interés durante la instrucción, así como para aclarar en forma pictográfica algunos aspectos de la información presentada. El diagrama puede consistir en un diseño o en un dibujo preparado de antemano para su observación.

CAPITULO III

SISTEMAS DE ALARMA Y DISPOSITIVOS DE DETECCION

3.1 INTRODUCCION

En la lucha por evitar o limitar las cuantiosas pérdidas que ocasionan los incendios en el personal, bienes y equipo, es muy importante desarrollar y mejorar los métodos y sistemas que nos lleven a una eficaz prevención, detección y extinción de éstos siniestros.

Dentro de éstos métodos y sistemas es de vital importancia la detección temprana de cualquier riesgo potencial, la supervisión del equipo dedicado a su detección o extinción, la comunicación de siniestros al interior como al exterior y el mantenimiento e instalación adecuada de los sistemas y dispositivos de detección.

Es muy importante señalar que una eficaz y pronta detección y comunicación de los incendios o su posible presencia, contribuirá a reducir muy sensiblemente los costos y pérdidas, ocasionados en instalaciones, edificios, equipos, producción e inventarios, y lo que es más importante, las pérdidas humanas y los daños en el medio ambiente que podrían derivarse de tal situación, lo que hace que cualquier esfuerzo en éste sentido sea justificado no sólo económicamente sino socialmente.

En ésta sección hablaremos de los sistemas de señales de protección o sistemas de alarmas, de los principales dispositivos que los conforman, su instalación y mantenimiento adecuado.

Se denomina sistema de detección de incendios a una agrupación de elementos diseñada de manera adecuada al riesgo a proteger, así como el conjunto de acciones que generalmente inician con la detección y pueden llevar a objetivos diferentes, como el de accionar una señal local, emitir un mensaje a una central, o actuar directamente en la corrección de fallas o siniestros. Dentro de

éstas acciones también están consideradas aquellas que llevan a la supervisión y mantenimiento adecuado de los elementos que lo componen.

Los detectores son los elementos más importantes de éstos sistemas, ya que en ellos se basa su funcionamiento. Entenderemos por detectores a aquellos dispositivos que registran cambios en el medio ambiente como por ejemplo: aumento de temperatura, existencia de gases y humos, cambios de luminosidad o radiación visible, cambios de presión, falta de elementos de extinción, energía eléctrica, etc. y generan una señal que acciona otro elemento como señal visual y/o auditiva, o bien, la activación de una o varias medidas tendientes a la solución o aislamiento del problema.

Otros elementos muy importantes son las centrales de señalización y control; componentes del sistema que aseguran la alimentación eléctrica de detectores y líneas, reciben y evalúan señales producidas por los detectores, señalizan alarmas, averías, disparo de sistemas de extinción, etc., tanto en la central como en posibles repetidores, y señalizan cualquier anomalía que se produzca.

Entenderemos como línea, a una conducción eléctrica habitualmente formada por dos conductores.

LÍNEA DE AVISO: Es la línea que conecta los detectores entre sí y con la central de señalización y control.

LÍNEA DE CONTROL: Línea que conecta la central con diferentes controles de acción (disparo de sistemas fijos de extinción, corte del sistema de aire acondicionado, cierre de puertas, etc.).

LÍNEA PRIMARIA O SUPERVISADA: Línea de transmisión eléctrica vigilada -- eléctricamente; es decir, aquella en la que la aparición de circuitos abiertos o cortocircuitos se reflejan inequívocamente en la central.

LÍNEA SECUNDARIA O NO SUPERVISADA: Línea de transmisión eléctrica no vigilada eléctricamente.

3.2 FUNCIONES DEL SISTEMA DE SEÑALES DE PROTECCION

El sistema de señales de protección es usado generalmente para cubrir 6 funciones fundamentales que son:

- a) Notificar al personal y ocupantes del área, en la que se presenta la contingencia, que deberán tomar medidas para la evacuación.
- b) Convocar a las brigadas de asistencia y departamento de bomberos para tomar el control o --- combatir el fuego.
- c) Supervisar los sistemas de extinción con el fin de asegurar su funcionamiento en caso de ser necesario.
- d) Supervisar los procesos industriales para dar aviso de la existencia de anomalías, que puedan contribuir a un riesgo de incendio.
- e) Supervisar al personal para asegurar la ejecución de las tareas asignadas.
- f) Activación del equipo automático de extinción de fuego.

A continuación mencionaremos los principales principios bajo los que se rigen éstas funciones.

a) Notificar al personal y ocupantes del área para evacuación:

Las señales para la notificación de riesgo de incendio y evacuación, pueden ser audibles, visibles o de otro tipo según las circunstancias en las que van a ser utilizadas. Lo más importante es que éstas señales deberán ser perfectamente distinguibles y diferenciables de cualquier otra señal producida, con el fin de que el personal se entere de manera inmediata, sin probabilidad de equivocación.

Es importante considerar la posible reacción de la gente ante éstas señales, para decidir si éstas serán del conocimiento general o si su código o localización estará sólo accesible a personal seleccionado, que pueda organizar la evacuación, inspeccionar el riesgo potencial o controlar el incendio.

El equipo deberá estar diseñado e instalado para prevenir operación o interferencia dolosa, y en general, siempre debe existir evidencia de su operación, y no permitir su desactivación por personal no asignado para éste propósito.

b) Convocar a las brigadas de asistencia y departamento de bomberos:

Las señales para evacuación también pueden ser utilizadas para llamar al departamento de bomberos y otras organizaciones de asistencia. Puede ser en forma directa (automática), o en forma indirecta por medio de personal seleccionado. El aviso o señal debe llegar, indicando claramente y sin lugar a confusión su ubicación exacta, para lo cual es necesario que se cuente con un sistema de localización en todas las áreas y edificios que se interese proteger.

Otro punto importante a considerar son las facilidades de transporte y probable tiempo de respuesta de los bomberos o brigadas de asistencia, con base en lo cual se deberán tomar medidas para contar con el auxilio en un tiempo óptimo que minimice los daños y costos, considerando: la formación de una o varias brigadas de auxilio, centralizar o descentralizar éste auxilio, contar con un sistema automático conectado con el servicio público de bomberos o formar cuerpos de auxilio locales.

c) Supervisión de los sistemas de extinción:

Para la supervisión de los diferentes sistemas de extinción, es común la aplicación de sistemas de señalamiento para la detección de anomalías. Estos supervisores aseguran la operación continua del sistema, en sus funciones esenciales, indicando si los sistemas están funcionando y su estado operativo.

Los dispositivos de supervisión pueden ser utilizados para evidenciar la presencia de agentes extintores en suficiente cantidad y condiciones de operación. En algunos casos éstos operan en forma automática, el cierre o apertura de válvulas de llenado y purga. Es importante indicar que cada dispositivo debe cubrir únicamente la vigilancia de una función o variable, ya que de no ser así, los mensajes se interferirán y dificultará su ajuste en forma adecuada.

Otra característica importante es que la señal de defecto o problema debe ser transmitida en cuanto ocurra y no deberá de registrar variaciones frecuentes y normales de los sistemas.

d) Supervisión de procesos:

Principios similares a los de los supervisores de los sistemas de extinción, son aplicados a los supervisores de los procesos; éstos supervisores controlan o dan aviso de anomalías sobre los parámetros de un proceso específico, y que podrían ser riesgos potenciales de incendio. Ejemplos típicos de éstos sistemas son los supervisores de condiciones del aire, supervisores de temperatura de aceite en transformadores y presión de depósitos, así como supervisión de características de la red eléctrica.

e) Supervisión de personal:

La supervisión de personal en la práctica de la protección contra incendios, consiste en el monitoreo de los guardias, los supervisores de punto fijo, personal de mantenimiento, etc. Esta supervisión siempre se asocia con los sistemas de prevención manuales, en los que se combinan las estaciones de alarma manuales y la vigilancia directa por personal capacitado, al que éstos monitores

obligan a registrar sus actividades, en cada intervalo de tiempo predeterminado, asegurando su presencia en el área y el cumplimiento de sus actividades.

f) Activación del equipo automático de control de fuego:

La intervención del sistema de señales de protección en la activación de equipo de control de fuego en forma automática y sin la participación de otros elementos, al estar acoplados directamente detectores a los dispositivos de extinción o control de fuego, es muy usual en sistemas de rociadores, puertas contra fuego, extractores de gases y humos, liberación de puertas de escape, etc. Estos sistemas reducen el tiempo de respuesta, pero su operación debido a falsas alarmas, debe ser prevenida por los grandes inconvenientes que representa.

3.3 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE SEÑALES DE PROTECCION O SEÑALES DE ALARMA

Estos sistemas pueden ser clasificados en manuales o automáticos, con base en los elementos que intervienen en su operación; en puntuales, multipuntuales y de línea, con base en la configuración de éstos elementos, o también pueden ser clasificados por la localización de la recepción de la señal en dos tipos: locales y centralizados.

- * Sistemas Manuales.** Se consideran manuales aquellos en los que interviene el hombre de manera directa, ya sea en la detección o comunicación de riesgos o siniestros ya declarados. Los sistemas manuales emplean las cajas de alarma o pulsadores, que son simples interruptores eléctricos y en caso de requerir codificar su operación, ésto se logra mediante la integración de motores eléctricos y levas mecánicas que abran o cierren alternativamente los circuitos, aún cuando ésto no es muy usual.

* **Sistemas Automáticos.** Los sistemas automáticos son los que actúan por diferentes medios, sin la intervención humana en la comunicación de la señal o aviso, así como en algunos casos en la corrección de la falla o la extinción del -- fuego. Los sistemas automáticos son bastante más complejos y em--- plean elementos muy diversos, pero pueden ser clasificados según el - principio de los detectores que lo conforman, que pueden ser:

- **Detectores de Calor**

Estos dispositivos son sensibles a las altas temperaturas y/o a los diferenciales de cambios de temperatura.

- **Detectores de Humo**

Estos son sensitivos a partículas visibles o invisibles de la combustión.

- **Detectores de Flama**

Sensibles a la radiación infrarroja, ultravioleta o radiación de espectro visible producido por el fuego.

- **Detectores de Gases**

Estos funcionan al identificar los elementos que conforman los gases que representan riesgos de envenenamiento o explosión.

Estos a su vez y de acuerdo al diseño pueden funcionar como:

- **Detectores Puntuales**

Responden al fenómeno a detectar en la proximidad de un elemento sensible fijado en un punto.

- Detectores Multi-Puntuales

Responden al fenómeno a detectar en la proximidad de cierto número de elementos sensibles fijos en puntos determinados.

- Detectores de Línea

Responden al fenómeno a detectar en la proximidad de una línea continua.

Con respecto a la localización de la recepción de la señal de los sistemas, éstos pueden ser clasificados como:

*** Sistemas Locales**

Estos sistemas operan activando una señal en el lugar específico, o a corta distancia de donde se presenta el incidente, como por ejemplo una señal luminosa o auditiva en el tablero de control de la máquina o equipo expuesto a riesgo, o bien en los sensores o detectores ubicados en las instalaciones en donde se presente el percance, con el fin de dar aviso a los supervisores u operadores para actuar en la solución del problema o dar la señal de alarma, para la evacuación y aviso a las cuadrillas de auxilio o al departamento de bomberos.

Estos sistemas pueden ser utilizados en sitios en donde no exista peligro de explosión, el siniestro no se propague en corto tiempo, exista una supervisión permanente, pueda ser controlado con recursos del área, o para usos domésticos.

*** Sistemas Centralizados**

La principal característica de éstos sistemas, es que la señal es recibida en una estación o tablero central, que se puede ubicar en las instalaciones, en una oficina, en un lugar cercano o en una estación remota.

Estos sistemas son usados en las plantas industriales de mediano y gran tamaño con diferentes instalaciones y equipo a proteger, plantas con procesos complejos y de alto riesgo, plantas con

sistemas de producción automatizados, almacenes que guardan elementos de combustión espontánea o gases inflamables y no cuentan con supervisión continua, grandes conjuntos habitacionales, edificios de múltiples departamentos u oficinas, etc.

Los sistemas centralizados, generalmente están compuestos de diversos detectores que pueden ser de uno o varios tipos, los cuales están conectados a una estación o tablero central, como la que se muestra en la Figura No.1. Es recomendable contar con una red doble para prever una posible falla de los detectores, además de que ésta segunda red puede funcionar como red de confirmación al mezclarse diferentes tipos de detectores, por ejemplo, detectores de humo en la red primaria y detectores de calor en la red secundaria.

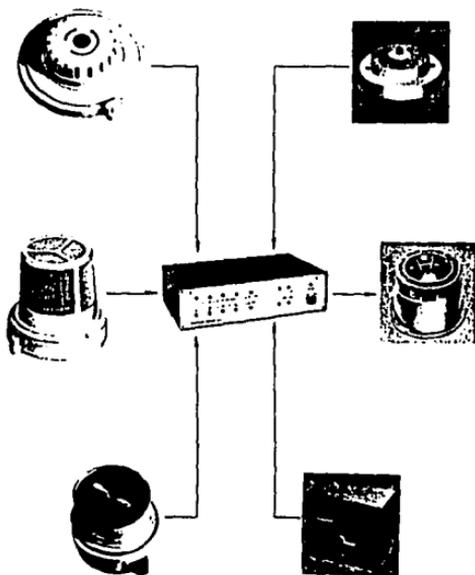


FIG. No. 1 Sistema Centralizado

Las centrales pueden ser de muy diversos tipos, pero en general se conforman de tableros alimentados por corriente eléctrica, que pueden recibir de la red de energía normal y contar al mismo tiempo, con baterías o alguna otra fuente de energía propia para asegurar su funcionamiento continuo. En éstas centrales se puede dar la indicación de alarma en forma visual, por el encendido de una luz o foco piloto, además de activar una señal acústica como por ejemplo, un zumbador, disponiendo también de indicadores de avería en los detectores, falla de tensión, corte de señal acústica y borradores manuales o automáticos de alarma, indicadores de servicio, dispositivos de comprobación de circuitos, etc.. En la Figura No. 2 podemos ver algunos tipos de éstas centrales, que pueden abarcar diferentes zonas de detección.

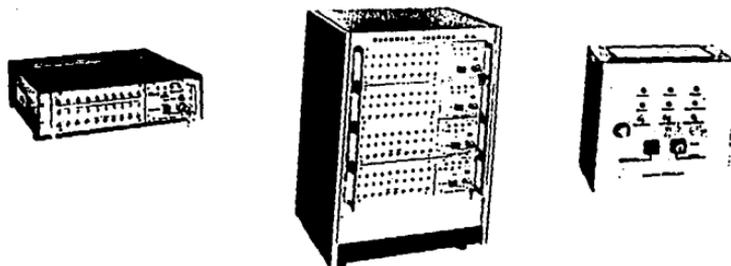


FIG. No. 2 Centrales

Estas centrales pueden enviar señales de acción o de alarma a toda clase de sistemas, como timbres de alarma en piso, señales ópticas en piso, puesta en marcha de sistemas automáticos de extinción, paro o puesta en marcha de equipos especiales, como puertas contra fuego, extractores de humos, etc..

En estos tableros debe estar claramente especificado el lugar y la ubicación a los que corresponde cada indicador, además de que éstos deben de corresponder a uno y sólo uno de los puntos de detección.

La implantación de éstas centrales puede realizarse en una caseta o módulo de vigilancia, bajo la supervisión constante del personal entrenado para éste fin, el cual deberá tomar las medidas necesarias para solicitar la actuación de equipos o brigadas de auxilio local, o solicitar el auxilio del departamento de bomberos del servicio público.

En algunos países se cuenta con facilidades adicionales, como los servicios privados de asistencia, cuya función es la de recibir las señales de alarma de diferentes asociados o clientes, en ocasiones en forma automática directamente de la red interna de protección, contando con personal capacitado para canalizar éste tipo de emergencias. En otras regiones puede conectarse directamente con los servicios públicos de bomberos, para contar con una actuación inmediata.

Podríamos mencionar un tercer tipo, que es el tipo mixto, que consiste en contar con una mezcla de sistemas locales y centralizados, como por ejemplo: el contar con alarmas locales para la toma de acciones inmediatas en el lugar del siniestro y su transmisión automática a una estación central, para el apoyo o la toma de acciones más complejas, Estos sistemas mixtos son aplicables en áreas de alto riesgo, por ejemplo, en donde una evacuación de personal debe ser inmediata por el riesgo que representa.

3.4 DETECTORES

DETECTORES DE CALOR

Estos detectores podemos dividirlos en dos categorías: los que funcionan cuando sus elementos de detección alcanzan una temperatura fija predeterminada (detectores de temperatura fija), y aquellos que responden a un incremento de calor conforme a un valor predeterminado (detectores termovelocimétricos). Algunos equipos combinan ambos principios.

- DETECTORES DE TEMPERATURA FIJA

Los termostatos son los dispositivos más ampliamente utilizados en este tipo de detectores. La forma más común de termostatos son los bimetálicos, en los que se utiliza el diferente coeficiente de expansión térmica de dos metales, lo que causa movimiento, del que resulta el cierre de un contacto eléctrico. A continuación mencionaremos algunos de los tipos más usuales:

+ Termostato Bimetálico de Barras

Esta es la forma más simple de detectores. Estos dispositivos operan cuando una barra metálica, al ser dilatada por el calor, alcanza un punto predeterminado, en donde establece contacto con otro elemento que cierra un circuito eléctrico. Estos termostatos se adaptan directamente al equipo o instalaciones expuestos al calor.

+ Termostato de Interruptores de Disco

Se basan también en el principio de expansión desigual, un ensamble compuesto por dos discos cóncavos de diferentes metales con diferentes coeficientes de expansión térmica; es diseñado para cambiar a forma convexa cuando la temperatura en el dispositivo alcanza el límite fijado, desarrollando una mayor fuerza mecánica en el punto de operación, que el tipo de barras y ésta fuerza es usada para cerrar un par de contactos eléctricos (Fig. No. 3), eliminando la posibilidad de las falsas alarmas, resultado de vibraciones o contactos superficiales.

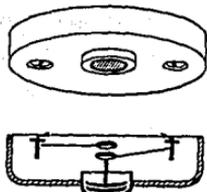


FIG. No. 3 Termostato de Disco

La mayor ventaja de los termostatos bimetalicos de tiras y de disco, es la posibilidad de reestablecer sus condiciones originales cuando decrece la temperatura, ya que no sufre daño o destrucción permanente después de operados, más siempre es recomendable checarlos después de una operación.

+ Cable Termostato

En tanto los termostatos bimetalicos son usados para actuar a una temperatura establecida, en un solo punto de detección, el cable termostato opera como detector a lo largo de una línea. Este dispositivo formado por dos alambres metálicos paralelos, recubiertos por un forro sensible al calor, funciona cuando al sobrepasar la temperatura, el forro se funde, permitiendo el contacto entre los dos alambres, iniciándose la alarma (Fig. No. 4).



FIG. No. 4 Cable Termostato

Este dispositivo se usa para proteger áreas e instalaciones, colocándose a lo largo de ductos de calefacción, tuberías que conduzcan líquidos o gases que deben estar a una determinada temperatura, instalaciones eléctricas o muros y cubiertas a temperatura ambiente normal.

+ Uniones Fusibles y Bulbos de Cuarzo

Otra forma de detectores de calor de temperatura fija son las uniones fusibles, que consisten en elementos de enlace de material que se funde, en cuanto alcanzan ciertas temperaturas, transferidas del exterior. Estas uniones se pueden instalar como eslabones que impidan físicamente el contacto con un switch eléctrico y que al destruirse permitan éste contacto (Fig. No. 5). El funcionamiento de los bulbos de cuarzo es similar; éstos son ampollitas de cuarzo, conteniendo aire

a presión o algún otro elemento sensible al calor, que al expandirse rompen ésta ampolleta (Fig. No. 6).



FIG. No. 5 Unión Fusible



FIG. No. 6 Bulbo de Cuarzo

- DETECTORES TERMOVELOCÍMETRICOS

Los detectores que operan bajo éste principio, actúan cuando la velocidad de incremento de temperatura excede el rango establecido (en número de grados por minuto). Estos dispositivos combinan dos funciones; iniciar una alarma cuando existe un rápido incremento de temperatura y prevenir o demorar la alarma, en caso de incremento de temperatura muy lento.

Las ventajas de los detectores termovelocimétricos son diversas; alguna de éstas son:

- Operan más rápido bajo condiciones de propagación de la combustión, que los de temperatura fija.
- Pueden ser usados más efectivamente bajo condiciones muy variables de temperatura ambiente.
- Se pueden instalar en zonas de temperaturas altas o bajas sin cambiar sus elementos.

- Son reciclables rápidamente y normalmente su uso continuo se facilita mayormente.
- Son más tolerantes a incrementos lentos de temperatura ambiente.

Sus desventajas para algunas aplicaciones son:

- Su susceptibilidad a falsas alarmas cuando el incremento de temperatura ambiente no es resultado de una combustión hostil.
- Falta de respuesta a fuegos de propagación muy lenta.

A continuación mencionaremos algunos de los detectores termovelocimétricos mas usuales:

+ Detectores Neumáticos

Consisten en un tubo o cámara con aire en su interior. Cuando el aire se calienta aumenta la presión sobre un diafragma flexible que cierra un circuito y acciona la alarma. Para impedir falsas alarmas producidas por incrementos de temperatura ambiente o disminuciones de la presión barométrica, éstos detectores cuentan con un pequeño orificio calibrado que libera éstas sobrepresiones no instantáneas (Fig. No. 7).



FIG. No. 7 Detector Neumático

+ Sistemas de Tubo Neumático para una Línea de Operación

Estos sistemas consisten en un circuito de tubo de cobre de un diámetro pequeño, colocado a lo largo de una área protegida. Este circuito termina en uno o dos depósitos con diafragmas flexibles que controlan un contacto eléctrico, y cuentan con salidas, calibradas para mantenerlo abierto para pequeños cambios en la presión del aire, como los ocasionados por el incremento en su temperatura por la radiación solar. Al haber un cambio rápido y las salidas no poder compensar la presión, los diafragmas cierran el contacto eléctrico, activando la alarma (Fig. No. 8).

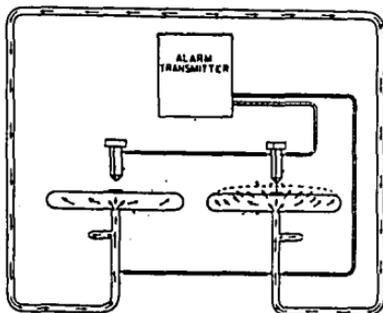


FIG. No. 8 Sistema de Tubo Neumático

+ Detectores Termoeléctricos

Estos detectores están formados por dos sets de termopares, que son montados en una cubierta y ajustados de tal manera que, cuando un set es expuesto a la convección y a la radiación calorífica, el otro es protegido. El voltaje es producido cuando existe una diferencia de temperatura entre el termopar expuesto y el no expuesto. Este voltaje genera un incremento de corriente en un circuito eléctrico supervisado, operando un transmisor galvanómetro, cuyos contactos inician la señal (Fig. No. 9).



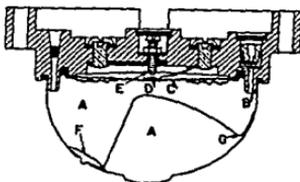
FIG. No. 9 Detector Termoelectrico

Una forma de extender este principio termoelectrico, a una linea, es pasar un cable formado por cuatro alambres a través del área de exposición, dos alambres deben de tener un alto coeficiente de resistividad térmica y los otros dos, un coeficiente bajo, uno de cada par de alambres es completamente expuesto a las variaciones térmicas. Estos cables son apropiadamente dispuestos en un puente de circuitos. Las variaciones entre los dos pares resistivos son detectados en el sistema de alarma, cuando el incremento de temperatura es lento. El sistema de alarma no accionara si el puente está balanceado, es decir, si la variación en las resistencias del par expuesto y el par protegido, están en igual rango.

- DETECTORES TERMOVELOCIMETRICOS Y DE TEMPERATURA FIJA COMBINADOS

Estos dispositivos tienen la ventaja de la capacidad de sensibilidad y respuesta rápida de los termovelocimétricos y la seguridad de los límites de operación, de los de temperatura fija, que cubren las deficiencias de respuesta ante fuegos lentos. La composición típica de éstos dispositivos consiste en una cámara de aire con salidas, cuya parte superior está formada por un diafragma flexible con contactos eléctricos, y cuenta con un resorte o tira sujeta por un fusible; éste equipo funciona de la siguiente manera: El calor exterior expande el aire de la cámara y cuando la

expansión excede la capacidad de las salidas, la presión deforma el diafragma, cerrando los contactos eléctricos. En cambios de temperatura lentos, la presión del aire expandido por el calor es compensado por el escape de éste por las salidas calibradas, e impide que la deformación del diafragma sea suficiente para que se establezca el contacto y active la alarma cuando la temperatura alcanza el límite de fusión del fusible. Este se funde liberando el resorte, con lo cual se establecerá el contacto eléctrico y activará la alarma, en un punto fijo de la temperatura sin importar la presión del aire de la cámara (Fig. No.10).



- a- Cámara
- b- Salida de aire
- c- Diafragma
- d- Contacto eléctrico
- e- Contacto eléctrico
- f- Fusible
- g- Resorte

FIG. No. 10 Detector Termovelocimétrico/temp. fija

DETECTORES DE HUMO

Estos dispositivos tienen como finalidad detectar los residuos gaseosos de la combustión incompleta y las partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en ellos, su tamaño varía entre 0.01 y 5 micras; a continuación mencionaremos los más usuales.

- DETECTORES FOTOELÉCTRICOS

Estos detectores se emplean en donde el tipo de fuego se espere que genere una cantidad sustancial de humo antes que los cambios de temperatura sean suficientes para activar los sistemas

de detección de calor. Estos detectores operan utilizando un haz de luz, el cual es interferido o refractado, por la presencia de humos, impidiendo o desviando su recepción por una fotocelda. A continuación describimos éstos equipos.

+ Detectores de Interferencia Tipo Spot

Consisten en una cámara con una fuente de luz que proyecta un haz sobre un dispositivo fotosensible. Cuando el humo penetra en el interior de la cámara disminuye la intensidad luminosa en el receptor y al alcanzar un cierto nivel de oscurecimiento la alarma se activa (Fig. No.11)



FIG. No. 11 Detector de Interferencia

+ Detectores de Refracción Tipo Spot

Estos dispositivos consisten en una pequeña cámara abierta a la atmósfera que recibe el humo y que contiene una fuente de luz y una celda fotoconductiva, las cuales no se encuentran alineadas por lo que el haz no es recibido normalmente por la celda. Cuando existe en la cámara una cantidad suficiente de partículas de humo, la luz es reflejada por las partículas y ésta es recibida por la celda fotoconductiva, la cual activa la señal de alarma (Fig. No.12)

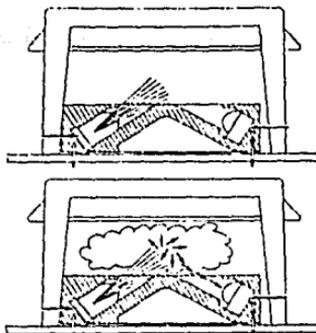


FIG. No. 12 Detector de Refracción

+ Detectores de Rayo de Luz

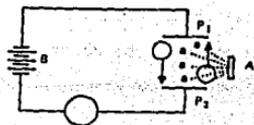
Estos detectores son la extensión del principio fotoeléctrico a espacios mayores (hasta 100 m. de distancia), por medio de dispositivos que emplean un rayo de luz, que es emitido entre elementos alineados en los extremos de una área protegida. Cuando existe humo entre la fuente de luz y la fotocelda se reduce la intensidad luminosa del rayo de luz, y la fotocelda acciona el sistema de alarma.

- DETECTORES IONICOS

Este tipo de detectores se activa cuando se inicia la combustión, puesto que normalmente se desprenden gases y humos no visibles al ojo humano, pero que si alteran el medio ambiente del lugar donde ocurre la combustión, y son éstas alteraciones, las que detecta éste dispositivo.

El detector iónico se compone fundamentalmente de dos cámaras separadas entre sí; ambas cámaras están constantemente ionizadas por una fuente de material radiactivo (amencio 241) situada en la cámara interior o de referencia. La radiación de la fuente es una forma de rayos alfa y gama blandos, las partículas tienen la propiedad de ionizar el aire, desintegrándose sus moléculas en iones positivos y electrones negativos que produciéndose en un campo eléctrico, hacen mover sus cargas y causan la formación de una corriente débil que en condiciones normales es idéntica en ambas cámaras, manteniendo el potencial medio constante.

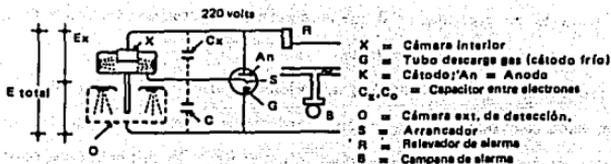
Cuando se produce el desprendimiento de gases o humos por la combustión y éstos llegan a la cámara exterior, éstos gases o humos chocan con la corriente de iones, logrando con esto que las partículas ionizadas sean mas pesadas, impidiendo así su movimiento, lo cual causa una reducción en el flujo de corriente, produciéndose un desequilibrio entre las dos cámaras, disparándose el circuito electrónico que transmite la señal de alarma (Fig. No. 13 y Fig. No.14)



- A = Emisor partículas alfa
- = Partículas alfa.
- + = Ion posit; - = elect. negat.
- P₁, P₂ = Placas o electrodos.
- B = Batería.
- Galv. = Galvanómetro

Principio de la cámara de ionización

FIG. No. 13



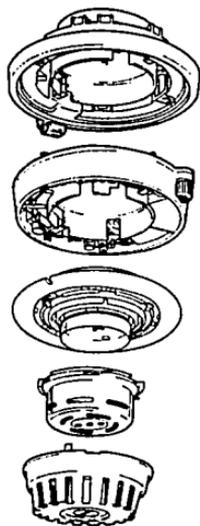
Circuito básico del detector.

FIG. No. 14

Estos dispositivos aún cuando trabajan con una fuente radioactiva, no representan ningún peligro ya que el campo de los rayos gama es muy corto, aproximadamente unos 4 cm, por lo cual no pueden pasar de la cámara exterior y solamente son emitidos por el aparato los rayos gama blandos, cuya radiación ha sido controlada en la fabricación del aparato no dando un valor mayor de 1.5 microcuries por hora, a una distancia de 5 cm desde la superficie del aparato. Este valor lo hace inofensivo por estar por debajo de la radiación normal ambiente admitida, y que está estimada en 5 microcuries por hora.

Estos equipos físicamente están constituidos generalmente por 5 cuerpos; un cuerpo soporte sobre los que van montadas las otras piezas y conexiones de alimentación y salida de la señal, otro cuerpo en donde van montados los circuitos electrónicos que detectan la diferencia de potencial entre las dos cámaras, cuando ésta se produce, al introducirse en las mismas los gases procedentes

de la combustión. La fuente radiactiva va montada en el interior de un tercer cuerpo, que es el que forma la cámara inferior del detector al colocarse la tapa intermedia, formándose la cámara exterior al ser colocada la tapa exterior (Fig. No. 15 y Fig. No.16)



- A = Fuente de emisión de partículas alfa.
- J = Coraza protectora
- O = Cámara exterior
- W = Electrodo de la cámara interior
- K = Cátodo
- P = Vásculo de control.
- An = Base del detector
- L = Tornillo de fijación
- S = Electrodo de arranque
- X = Cámara interior
- G = Tubo de descarga
- N = Lámpara neón
- V = Arillo de soporte

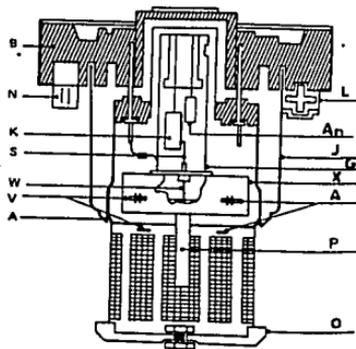


FIG. No. 15 Detector Ionico

FIG. No. 16 Detector Ionico

- DETECTORES DE MUESTRA

Estos detectores consisten en una tubería distribuida desde la unidad de detección hasta las áreas protegidas, una bomba de aire absorbe el aire del área protegida, y la conduce al detector, el cual realiza un análisis del aire en base a las partículas de humo. Una forma de realizar éste análisis es por medio de la cámara de nube, que consiste en que el aire bombeado pasa a una cámara con alto grado de humedad, en la cual la presión es bajada levemente. Si las partículas de humo están presentes al condensarse el aire se forma una nube con una cierta densidad, la cual es medida bajo el principio fotoeléctrico. Cuando la densidad sobrepasa un nivel predeterminado, la alarma es accionada.

DETECTORES DE FLAMA

Los detectores de flama son dispositivos que responden a la luminosidad o radiación de energía lumínica visible para el ojo humano (aproximadamente 4000 a 7700 angstroms) o la energía radiante fuera de la visión humana normal. Estos detectores son sensibles a la incandescencia o flamas vivas, que generen energía radiante de suficiente intensidad y calidad para iniciar una respuesta.

Existen cuatro tipos básicos de detectores de flama, cuya diferencia fundamental estriba en la sensibilidad del elemento fotosensible a cierto tipo de energía radiante o al comportamiento de la misma. En general están compuestos por distintos lentes que amplifican o filtran la señal lumínica hacia el elemento sensible a la luz o la energía lumínica, el cual transmite una señal a un discriminador de frecuencia o a un receptor de energía eléctrica (Fig. No. 17), algunos cuentan con un controlador con circuitos electrónicos, para procesar la señal y relevadores de conmutación, que son energizados si el nivel de radiación permanece por encima de la sensibilidad prefijada y con un retraso también prefijado. Si se produce un mal funcionamiento un relevador de avería que es parte del circuito supervisado, automáticamente indica el problema (Fig. No. 18). En algunos casos se realizan mezclas de los elementos sensibles, para una mayor seguridad en la operación de éstos

detectores, ya que son diseñados de tal manera que, para accionar la alarma, los diferentes elementos sensibles deben de dar la señal (Fig. No. 19).

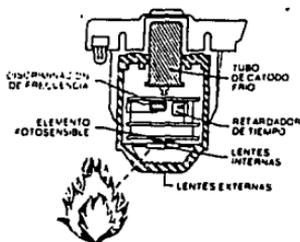


FIG. No. 17 Detector de Flama

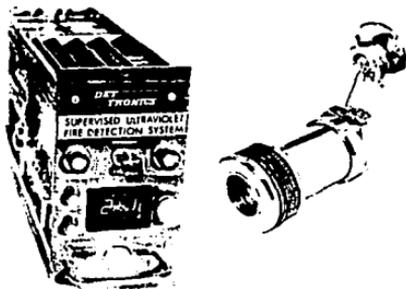


FIG. No. 18 Controlador de Detector de Flama

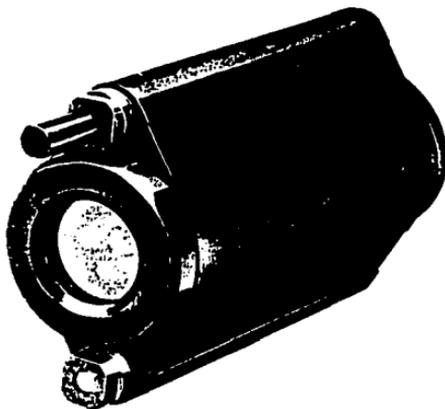


FIG. No. 19 Detector IR y UV Combinado

Los cuatro tipos básicos de detectores de flama son los siguientes:

- DETECTORES INFRARROJOS (IR)

Los elementos sensibles de éstos dispositivos responden a la energía radiante fuera de la visión humana superior a los 7700 angstroms (luz infrarroja) que emite el fuego, consta básicamente de un sistema de filtro y lentes que focaliza la energía incidente en una célula fotovoltaica o fotorresistiva sensible a la energía infrarroja (Fig. No. 20). La principal restricción es que también es sensible a la luz solar, lámparas y objetos calientes.



FIG. No. 20 Detector Infrarrojo

- DETECTORES ULTRAVIOLETAS (UV)

Los elementos sensibles de éstos dispositivos responden a la energía radiante fuera de la visión humana, por debajo de los 4000 angstroms (luz ultravioleta) que emite el fuego. Emplean como elemento sensible un dispositivo de estado sólido, carburo de silicio o nitruro de aluminio, o un tubo lleno de gas (Fig. No. 21). Estos dispositivos son sensibles a la luz generada por los arcos de soldadura eléctrica y relámpagos, pero insensible a la luz solar, artificial y objetos calientes, por lo cual su aplicación es más amplia.

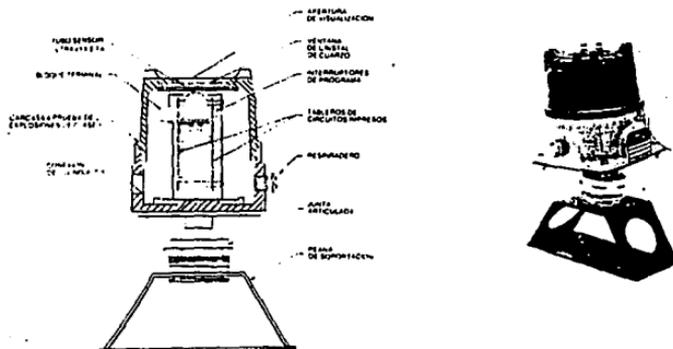


FIG No. 21 Detector Ultravioleta

- DETECTORES DE FLAMA FOTOELECTRICA

Estos dispositivos emplean una fotocelda, en donde son detectados los cambios de conductividad produciendo un potencial eléctrico cuando es expuesta a la energía radiante visible al ojo humano, por lo que opera al producirse un cambio significativo en la luminosidad ambiente.

Estos aparatos son instalados en áreas en donde no se prevén cambios importantes en la intensidad luminosa.

- DETECTORES DE FLAMA VACILANTE O CHISPA

Estos detectores consisten en un detector de radiación infrarroja de respuesta muy rápida y gran sensibilidad, dotados además con un analizador electrónico que rechaza las señales que no son emitidas por una llama oscilante en la banda de frecuencias de 5 a 30 Hz (Fig. No. 22).



FIG. No. 22 Detector de Chispa

DETECTORES DE GASES

En áreas cerradas, en donde se pueden acumular gases y existe probabilidad de fuga de gases inflamables o tóxicos, y que representan un peligro potencial o inminente para la presencia de un siniestro, se hace necesario el contar con detectores de gases, que los identifiquen y emitan una señal de alarma.

La naturaleza y composición de éstos gases puede ser muy diversa, por lo que se requieren equipos versátiles y que puedan ser ajustados para el reconocimiento de un gas en particular. En la actualidad existen un variado número de métodos para detectar la presencia de un gas; a continuación comentaremos los principios de operación de algunos de los más usuales.

- DETECTORES DE GASES POR ABSORCION DE LUZ INFRARROJA O ULTRAVIOLETA

Estos tipos de detectores existen en varias configuraciones, pero en todos los casos, el principio básico con el que operan es el siguiente: cuando un gas es atravesado por un rayo de

espectro infrarrojo o ultravioleta, parte de la energía es absorbida dejando pasar la restante; ésta absorción se realiza en ciertas longitudes de onda las cuales son características de cada gas.

En los sistemas más comunes, se emplea éste principio de la manera siguiente: se produce un rayo en el espectro infrarrojo o ultravioleta, el cual después se modula con algún dispositivo mecánico, y se hace pasar a través de dos conductos paralelos, uno de los cuales contiene el gas que se pretende analizar, y el otro el gas conocido de referencia. En el caso de los infrarrojos a la salida de los conductos, se coloca una celda dividida a la mitad por un diafragma sensible a las variaciones de presión. Esta celda contiene un gas altamente absorbente en la región infrarroja, por lo cual hay un desequilibrio en los dos rayos recibidos; una de las cámaras aumenta de presión respecto a la otra, produciéndose así un desplazamiento en el diafragma que a su vez varía la capacidad eléctrica de una placa paralela. Esta variación de capacidad es aprovechada para producir una señal eléctrica que será proporcional a la cantidad de radiación absorbida por el gas analizado. En el caso de el de espectro ultravioleta el funcionamiento es diferente, ya que al pasar el haz de luz por los conductos de gas, tanto el de referencia como el de muestra, son registrados por fotoceldas, una para cada conducto, que detectan la diferencia de los espectros, o su similitud.

- DETECTORES DE GAS POR CONDUCTIVIDAD TERMICA

Este tipo de detectores se basan en la propiedad de los gases de conducir el calor, pero en diversas capacidades. Esta diferencia se emplea para determinar cuantitativamente la composición de mezclas binarias o de mezclas complejas, siempre y cuando todos los componentes de la muestra tengan conductividades similares, excepto el componente que se pretende determinar.

En la práctica, éste principio se emplea de la siguiente manera: se calienta por medios electrónicos dos filamentos cuyo coeficiente de resistencia en función de la temperatura sea elevado. Estos filamentos se conectan en un circuito fuente; en éstas condiciones, se hace circular alrededor de un filamento un gas de referencia conocido y alrededor del otro, el gas que se pretende analizar. Si los gases fluyen con una velocidad constante y una temperatura controlada provocarán un cambio en la temperatura de los filamentos, siendo éste cambio proporcional a la

conductividad térmica de los gases circundantes. Si ambos gases tienen la misma conductividad térmica, la diferencia en el puente será nula, mientras que si uno de los dos gases presenta diferencias térmicas, con respecto al otro, se producirá un desequilibrio en el circuito puente.

Este tipo de detector opera con un control estricto del flujo y de temperatura, ya que si existen variaciones de éstos factores, el sistema se vuelve inestable, dando resultados falsos y hasta contradictorios. Los gases generalmente introducidos al detector a una temperatura constante próxima a los $65^{\circ}\text{C}/149^{\circ}\text{F}$, y los filamentos se operan a temperaturas comprendidas entre los 200 y $400^{\circ}\text{C}/752$ y 392°F , dependiendo ésta temperatura, de la aplicación específica.

El elemento sensible de éstos detectores no siempre es un filamento caliente, sino que también se pueden emplear otros elementos capaces de detectar pequeñas variaciones de temperatura con gran rapidez, como pudieran ser por ejemplo, termistores o dispositivos similares.

- DETECTORES DE GAS POR COMBUSTION

Este detector solo opera con gases combustibles, ya que el principio de funcionamiento consiste en oxidar un gas, y detectar el incremento de temperatura obtenido de la oxidación; por lo que si el gas no es combustible, no existe reacción y el detector no opera.

En éstos detectores se emplea un sistema similar al del detector por conductividad térmica, utilizando filamentos de tipo catalítico con el fin de hacer la oxidación de los gases combustibles más rápida, sin que alcancen su temperatura de ignición; al efectuarse la reacción desprende calor, que es detectado como un incremento en la resistencia eléctrica del filamento (Fig. No. 23).

También se emplea éste principio utilizando dos termistores en un puente; uno de los termistores se incrusta en un catalizador sólido el cual entra en contacto con una mezcla combustible, provocando la combustión al incrementar su temperatura, lo cual hace que varíe la resistencia del termistor incrustado, y al compararse con el otro termistor manteniendo a temperatura de referencia, se obtiene una señal proporcional a la temperatura diferencial producida por la reacción catalítica; sin embargo empleando éste segundo método, es necesario introducir el

gas precalentado, a una temperatura superior a la misma temperatura a la que se efectúa la reacción catalítica, además de que debe ser eliminada con anterioridad la humedad que pueda contener el gas.

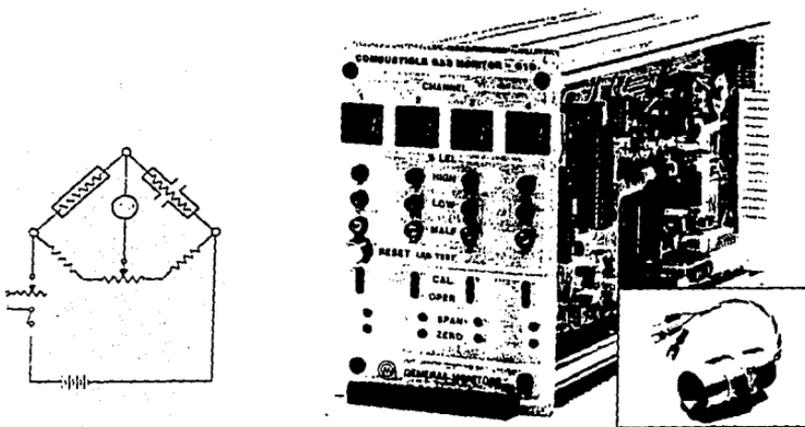


FIG. No. 23 Detector de Gases por Combustión

Los detectores de gases por combustión presentan la desventaja de solo indicar la presencia de gases combustibles (por el principio de operación en el que se basan), pero sin indicar de que gas se trata. Algunos detectores combinan los principios de operación de conductividad térmica y combustión, por abajo del rango de flamabilidad, pero al igual que los detectores de conductividad térmica simples, tienen la desventaja de la poca selectividad para distinguir los gases en muestras

variables, es decir que pueden producir señales falsas, causadas por muestras de gases, que en mezcla producen una conductividad térmica total, equivalente a la conductividad térmica del gas que se pretende detectar. Las ventajas de éstos detectores, son su costo más reducido con respecto a los de espectro y su tamaño reducido, que permite que puedan ser portátiles o fijos, con capacidad para 20 o más puntos de registro conectados a una estación central (Fig. No. 24).



Detector portátil de gases



Detector continuo de gases

FIG. No. 24

DETECTORES INCORPORADOS A SISTEMAS AUTOMATICOS DE CONTROL DE FUEGO

Los sistemas automáticos de control de fuego, usan detectores de calor, humos o gases y flama, para activar usualmente elementos electromecánicos, que realizan el trabajo deseado como por ejemplo; accionar puertas corta fuego, sistemas de escape, abrir válvulas de suministro de agua, activar sistemas de sprinklers (rociadores), además de operar otros sistemas de extinción, que abren automáticamente drenajes, liberan tanques cubiertos o realizan otras operaciones, mandando la señal a un solenoide o liberando sistemas de contrapeso.

Al estar directamente acoplados a los sistemas, éstos detectores ponen en funcionamiento los sistemas o elementos individuales de éstos, sin mediar la intervención humana, o la operación de una central de monitoreo, respondiendo exclusivamente a las condiciones ambientales locales. A continuación mencionaremos algunos ejemplos de éstos dispositivos.

-DISPOSITIVO DE ACTUACION NEUMATICA TERMOVELOCIMETRICOS

El principio de operación neumática termovelocimétrica, puede ser utilizado en la actuación de equipos de extinción automática de la siguiente manera. Estos sistemas consisten en una o más cámaras en forma de bulbo con pared delgada, conocidas como dispositivos de actuación caliente (heat actuated divices, H A D s), conectados a un mecanismo de liberación por un sistema de tubos de diámetros pequeños (Fig. No. 25), o puede ser solo un sistema de tubería conectado con el sistema de liberación. Cuando el calor expande el aire en la cámara o el sistema de tubos, el incremento en la presión del aire es transmitido a través del tubo a un diafragma que activa un liberador eléctrico y mecánico. Los cambios bajos, normales en la temperatura ambiente, no producen un aumento en la presión, debido a pequeñas aperturas calibradas a una capacidad predeterminada.

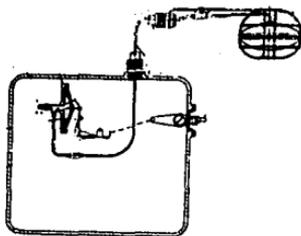


FIG. No. 25 Dispositivo de Actuación Caliente

- DISPOSITIVOS DE EXPANSION METALICA TERMOVELOCIMETRICOS

Estos dispositivos involucran una acción termovelocimétrica, dependiendo del rango de expansión desigual de dos varillas de metal de diferente tamaño, que disparan una pequeña válvula, que a su vez libera un piloto de aire o de presión de agua, que acciona algunos mecanismos conectados a éste dispositivo. Con pequeños rangos de cambio de la temperatura de exposición, las dos varillas se expanden aproximadamente igual, con altos rangos de cambio de temperatura, la varilla pequeña se calienta más rápidamente, por lo que también se expande más rápido que la varilla

más larga; la diferencia de la longitud de las dos varillas es amplificada por un sistema mecánico de liberación que abre el piloto de aire o válvula de agua.

Un ejemplo de éstos dispositivos es mostrado en la Fig. No. 26, en donde la diferencia de expansión térmica de una varilla de metal y un tubo metálico, debido al rápido incremento de temperatura, abre una válvula piloto que recorre hasta el tope la cámara del cuerpo y permite que la presión pase a la línea de liberación, la cual provoca una abertura de media pulgada, operando el sistema de extinción al producir una liberación de la línea de agua o aire, activando un sprinkler o un sistema de ellos.

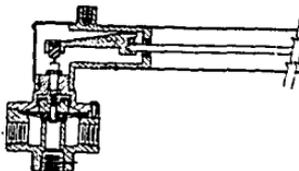


FIG. No. 26 Dispositivo de Expansión Metálica

- SISTEMAS DE TEMPERATURA FIJA

Estos sistemas son utilizados en sprinklers (rociadores) automáticos, pueden utilizar varios tipos de termostatos eléctricos, conectados con los operadores eléctricos de las válvulas de los sistemas de extinción, o pueden usar dispositivos de elementos fusibles en los pilotos de los sprinklers, que liberan la presión de los pilotos de aire o los controladores de las válvulas de la línea de agua. Estos pilotos de sprinklers no son usualmente una parte del diseño del sistema de extinción.

SISTEMAS DE DETECCION DE ALARMA TEMPRANA

Desde la aparición de los detectores de humo y de tipo iónico, éstos son considerados como detectores de funcionamiento temprano y son los dispositivos más recomendados para las instalaciones de doble detección, que operan anticipando la liberación automática de los medios de extinción. Estos sistemas son llamados de zonas cruzadas, y utilizan dos zonas del panel de control, una mitad del número de detectores requeridos es conectado a la primera zona y los restantes a la segunda zona. Cuando es iniciado un pequeño fuego, los detectores de la primera zona son activados, produciendo únicamente el aviso o las señales, pero los agentes de extinción no son liberados, dando oportunidad, al personal a utilizar medios de extinción manuales, si el fuego progresa y se extiende, los detectores de la segunda zona liberan a los sistemas y agentes de extinción.

3.5 ASPECTOS GENERALES DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO.

La correcta instalación y mantenimiento de los sistemas de detección y detectores, es de suma importancia para optimizar su funcionamiento y de los costos que implica, evitando la no detección o las falsas alarmas, el uso de sistemas y detectores inadecuados o la colocación de un mayor o menor número de éstos, el uso malicioso o la liberación sin causa o tardía de los agentes de extinción y mecanismos de combate al fuego, así como el peligro para el personal y los altos costos

que implica su utilización inapropiada, por lo que a continuación mencionaremos los aspectos más importantes a tomar en cuenta en el diseño de los sistemas de detección, uso e instalación de detectores y normas para su mantenimiento.

AMPLITUD DE LA PROTECCION

Un sistema de detectores automaticos de incendios debe vigilar las edificaciones que pueden ser afectadas por el mismo incendio; como mínimo se requiere que la vigilancia se extienda a un sector de incendio completo (protección total por sector), entendiendose como tal, la parte de la edificación que aún cuando se produzca la combustión completa de los materiales existentes en la misma, el incendio no afecte a otras partes de la edificación; la protección total incluirá también las siguientes zonas:

- Huecos de ascensores, montacargas, etc.
- Conductos y galerías para cables, cuando éstos sean transitables o con registros para su revisión.
- Instalaciones de acondicionamiento, de ventilación y extracción de aire.
- Conductos o galerías para materiales y desperdicios, así como sus colectores.
- Zonas encerradas bajo pisos falsos o sobre plafones.
- Espacios creados por estantería u otros dispositivos, que se separen del techo menos de 300 mm.

Se admiten como excepciones las siguientes;

- Recintos sanitarios, siempre y cuando no se acumulen productos o desperdicios combustibles.
- Conductos o galerías de cables que no sean accesibles.
- Los espacios ocultos por encima de plafones o bajo pisos falsos cuando:
 - + No contengan materiales combustibles, a excepción de un pequeño número de cables, y estén limitados exteriormente por elementos incombustibles.

- + Su altura sea inferior a 0,8 m y estén divididos mediante materiales incombustibles, en superficies de menos de 10 m de largo y menos de 10 m de ancho.
- Otras pequeñas zonas, siempre que sean autorizadas y esté justificada su exclusión.

Es importante considerar el contar con una doble red de detectores de diferentes tipos para asegurar su funcionamiento, evitar falsas alarmas o anticipar la operación de sistemas de extinción, mediante la operación de una alarma temprana, que permita la actuación preventiva y de bajo costo, antes de activar acciones más energicas y costosas en forma automática.

ZONIFICACION

Los locales cubiertos por protección total se subdividen en zonas de aviso, de tal manera que sea posible identificar inequívocamente el foco del incendio. Estas zonas no comprenderán más de una planta, a excepción de los cubos de escalera, patios interiores cubiertos por tragaluces, cubos de ascensores o estructuras tipo torre, que han de agruparse en zonas propias.

Una zona no debiera extenderse más allá de un sector de incendio y no debe superar los 1500 metros cuadrados. Se podrán agrupar varios recintos en una misma zona si:

- Los recintos son contiguos, su número no sobrepasa a 5, la superficie total de los mismos no excede los 400 metros cuadrados y el recorrido mínimo que une todos los accesos tiene una longitud no mayor a 25 metros.
- Los recintos son contiguos, los accesos se pueden apreciar con facilidad, la superficie total no excede los 1000 metros cuadrados y si en su cercanía se encuentran indicadores bien perceptibles, que identifiquen el recinto afectado, al darse el aviso correspondiente.

Los detectores colocados en plafones, pisos falsos, conductos para cables, instalaciones de ventilación, etc. se tienen que agrupar en zonas propias, para identificar de manera inmediata, en que parte se produjo la activación de los detectores, así como también los sistemas manuales de alarma.

LINEAS DE CONDUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

Las instalaciones electricas para los sistemas de detección deben reunir las siguientes características:

- No se utilizaran cables paralelos de ningún tipo, debiendo utilizarse cable unifilar.
- No se debe utilizar cable trenzado, deben de utilizarse cables de un sólo conductor.
- No se admitirán diámetros de conductores menores de 0.6 mm, por razones de resistencia mecánica.
- Cuando el trazado lo exija, se realizarán cálculos de caída de tensión y se dimensionará el diámetro del cable en función de éstos cálculos.
- La resistencia al aislamiento de los diferentes cables contra tierra tendrá que ser como mínimo de 500 kilo/ohms, siempre que el fabricante no haya autorizado valores más bajos.
- Se realizará el menor número posible de empalmes que se efectuarán en cajas de derivación y tendrán que estar soldados mediante un método mecánico fiable.
- Las cajas y el entubado será preferentemente metálico, excepto en el caso de que el local protegido no exista la posibilidad de perturbaciones electricas; pero si existe posibilidad de daño por incendio, las cajas y el entubado tendrán que ser metálicos.
- La instalación no debe ser paralela a otras instalaciones electricas de alta tensión y en todos los casos debe ser diferente del resto de las conducciones.
- Los tubos se fijarán mediante grapas metalicas normalizadas, la distancia máxima entre grapas será de 30 cm. en tendido horizontal y 50 cm. en tendido vertical.

ALIMENTACION ELECTRICA

Para el suministro de energia se utilizarán dos fuentes de alimentación, siendo una la red electrica general empleando un circuito propio con fusible separado, identificado y señalado en la central, realizando la conexión lo más directo posible a la acometida general del edificio, quedando excluida la posibilidad de interrupción del suministro por la desconexión o falla de algún otro equipo y ser capaz de suministrar durante el estado normal de servicio, la corriente de carga para la batería,

que deberá cargar automáticamente el 80% de su capacidad nominal en un tiempo máximo de 24 hrs. y quedar concluido éste proceso de carga en un máximo de 72 hrs. La otra fuente deberá ser una batería de acumuladores que al fallar la red, se encargue automáticamente y sin interrupción, de mantener la operación de la red por un mínimo de 72 hrs.; no se deberán conectar a esta instalación dispositivos ajenos a la instalación de detección de incendios. Estas fuentes de alimentación deberán estar conectadas a la central mediante conexiones fijas y el desperfecto o falla de una red de alimentación no debe tener como consecuencia la falla de la otra.

SELECCION DE DETECTORES

Al planificar un sistema de detección de incendios, los detectores deben de ser elegidos conforme a:

- El tipo de fuego potencial que se pueda producir.
- El tipo y cantidad de combustible presente.
- Las posibles fuentes de ignición.
- Las condiciones ambientales.
- El valor de la propiedad a proteger.

En general los detectores térmicos son los de más bajo costo y de tasa más baja en falsas alarmas, pero son más lentos en su respuesta, debido a que el calor generado por pequeños fuegos tiende a dispersarse rápidamente. Los detectores térmicos tienen su mejor aplicación en la protección de espacios confinados o directamente en áreas donde se esperan fuegos con llamas.

Generalmente se instalan en disposición de rejilla, separados a las distancias recomendadas o con separaciones inferiores para obtener una respuesta más rápida. La temperatura de funcionamiento de un detector térmico debe ser al menos de 14°C superior a la máxima temperatura ambiente esperada en la zona protegida.

Los detectores de humo son más costosos que los térmicos, pero responden más rápidamente a los incendios. Son más adecuados para la protección de grandes espacios cubiertos, por que el humo no se disipa con tanta rapidez como el calor en un espacio de las mismas dimensiones. Se instalan en una disposición en rejilla, o en función de las corrientes de aire.

Los detectores de humo ionizante son útiles cuando se producen incendios con llamas. Estos tienen mejor aplicación en lugares que tengan posibilidad de ser afectados por incendios de rescoldos o afecten aislantes de cables y otros componentes de PVC.

Los detectores de llama ofrecen respuestas muy rápidas, pero se activan con cualquier fuente de radiación dentro de su campo de sensibilidad; si son instalados inadecuadamente la tasa de falsas alarmas puede ser elevada, debido a que son dispositivos que necesitan "ver" el fuego. No deberán de ser bloqueados accidentalmente por equipos o materiales almacenados; su sensibilidad va en función al tamaño de la llama y la distancia de ésta al detector. Aún cuando son relativamente caros, son adecuados para proteger áreas con presencia de polvos o vapores explosivos o inflamables debido a que están normalmente dotados de carcasas a prueba de explosión. Para la selección de detectores de gases es necesario conocer:

- El tipo de riesgo en relación con el gas que se trata de detectar (gases tóxicos, explosivos, etc.).
- El alcance de la protección y emplazamiento de los detectores.
- Las propiedades del gas o gases posibles.
- Presencia de sustancias que puedan contaminar o afectar a los detectores.
- Características del local.

Las recomendaciones para su selección se deben a la gran diversidad de productos a detectar, con muy diversas características, propiedades y comportamientos, por lo que no es posible generalizar, pero es recomendable siempre contemplar más de una alternativa y valorarla cuidadosamente.

En la Tabla No. 1, se muestra un cuadro resumen de las principales características de aplicación de los detectores de fuego conforme a sus principios de operación.

·INSTALACION DE DETECTORES

Una vez elegido el detector más adecuado, el siguiente paso consiste en instalarlo en la zona a proteger, para lo cual es necesario determinar su número y localización, la superficie de vigilancia y

TABLA No. 1

	TIPO DE DETECTOR	DESARROLLO DEL INCENDIO		ALTURA DEL LOCAL (m)					Superficie máx. de vigilancia	CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES CON										PRINCIPIO DE OPERACION	RECOMENDACIONES
		Lento	Rápido	4.5	6	7.5	12	20		Temp. ambiente °C		Movimiento del aire (m/s)	Vibraciones	Humo y Aerosoles	Radiación Óptica						
										TA	TA				Ultravioleta	Infrarrojo					
TEMPERATURA	TEMPERATURA FIJA	NA	A	A	A	NA	NA	NA	20-30 m ²	*	*	A	-	A	A	A	A	FUSION O EXPANSION TERMICA DE METALES U OTROS ELEMENTOS A UNA TEMPERATURA PREDETERMINADA	APLICABLES EN AREAS CERCANA AL PUNTO DE ELEVACION DE TEMPERATURA, NO RECLAMABLE, EN ALGUNOS CASOS, SU COSTO ES MUY BAJO, SU RESPUESTA EN UN PUNTO FIJO DE TEMPERATURA.		
	TERMOVELOCIMETRICOS	NA	A	A	A	A	NA	NA	20-30 m ²	*	*	A	-	A	A	A	A	INCREMENTO DE TEMPERATURA EN UN PERIODO DE TIEMPO DETECTADO MEDIANTE EXPANSION DE PRESION NEUMATICA O TERMOPARES ELECTRICOS.	APLICACION EN AREAS CERRADAS O CERCANAS AL PUNTO DE ELEVACION DE TEMPERATURA, ES RECLAMABLE - SU COSTO ES BAJO.		
HUMO	IONICOS	A	A	A	A	A	A	NA	80 m ²	A	A	A	-	A	NA	A	A	IONIZACION DE PRODUCTOS DE LA COMBUSTION (HUMOS Y GASES) CUYA CONDUCTIVIDAD ES COMPARADA CON UNA CUMARA DE REFERENCIA.	APLICACION EN AREAS CERRADAS, SON RECOMENDABLES PARA ALARMA TEMPRANA, SU COSTO ES MUY ALTO.		
	OPTICO POR OSCURECIMIENTO	A	A	A	A	A	A	NA	60 m ²	A	A	A	-	NA	NA	A	A	INTERFERENCIA DE RAYO DE LUZ POR EL HUMO.	APLICACION EN AREAS CERRADAS, SU RESPUESTA ES RAPIDA, SU COSTO ES INTERMEDIO.		
	OPTICO POR DISPERSION	A	A	A	A	A	A	NA	60 m ²	A	A	A	-	NA	NA	A	A	REFRACCION DE RAYO DE LUZ EN PARTICULAS DE HUMO.	APLICACION EN AREAS CERRADAS, SU RESPUESTA ES RAPIDA, SU COSTO ES INTERMEDIO, EN FALLAS ALARMAS POR FALLAS EN LA FUENTE DE LUZ.		
FLAMA	ULTRAVIOLETA	NA	A	A	A	A	A	A	*	A	A	A	-	A	A	A	NA	RESPONDE A ENERGIA RADIANTE INFERIOR A 4000 ANGSTROMS (LUZ ULTRAVIOLETA)	CAMPO DE APLICACION LINEAL Y DENTRO DE UN CONO DE VISION, RESPUESTA RAPIDA, AREAS SIN FUERTE INTENSIDAD LUMINOSA SU COSTO ES ALTO.		
	INFRAROJOS	NA	A	A	A	A	A	A	*	A	A	A	-	A	A	NA	A	RESPONDE A ENERGIA RADIANTE SUPERIOR A 7700 ANGSTROM (LUZ INFRAROJA)	CAMPO DE APLICACION LINEAL Y DENTRO DE UN CONO DE VISION, RESPUESTA RAPIDA, AREAS CON MUY BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SU COSTO ES ALTO.		

FALLA DE ORIGEN

TABLA No 1 (CONT.)

TIPO DE DETECTOR	DESARROLLO DEL INCENDIO		ALTURA DEL LOCAL (m)					Superficie máx. de Vigilancia	CONDICIONES AMBIENTALES					NORMALES CON		PRINCIPIO DE OPERACION	RECOMENDACIONES
	Lento	Rápido	4.5	6	7.5	12	20		Temp. ambiente		Movimiento del aire	Vibraciones	Humo y Aerosoles	Radiación	Optica Foto-Chips Elect.		
									<20	<50							
FLAMA	FOTOLECTRICOS	NA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	NA	NA	RESPONDE A ENERGIA RADIANTE VISIBLE AL OJO HUMANO	CAMPO DE APLICACION LINEAL Y DENTRO DE UN CONO DE VISION, RESPUESTA RAPIDA, AREAS CON BAJA INTENIDAD LUMINOSA SU COSTO ES BAJO.
	FLAMA VACILANTE	NA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	NA	NA	RESPONDE A ENERGIA RADIANTE QUE ES EMITIDA EN UN RANGO DE FRECUENCIA DE 5 a 10 Hz.	CAMPO DE APLICACION LINEAL Y DENTRO DE UN CONO DE VISION, AREAS CON BAJA INTENIDAD LUMINOSA, SU COSTO ES ALTO.

118

A= APLICABLE

NA= NO APLICABLE

* DETERMINADO POR EL FABRICANTE

la distancia entre cada uno de ellos, a paredes y techos, ésto realizado en función del tipo de detector empleado, de las características del local y de las actividades desarrolladas en los lugares vigilados, considerando los efectos perturbadores, de forma que se eviten las alarmas intempestivas. Así tenemos qué; los detectores tipo spot o puntuales se emplean generalmente a una distancia no menor de 10 cm. del techo o paredes. Cuando se instalan detectores térmicos, se debe de tomar en cuenta las fuentes de calor en el espacio protegido, que podrían causar falsas alarmas, como por ejemplo: Apartados de unidades de calefacción y hornos, de donde salen oleadas de aire caliente. Si se desea obtener respuesta más rápida, se debe reducir la separación entre cada uno de éste tipo de detectores. También cuando los techos son altos (mayores de 4.5 m.) o cuando su construcción no sea plana, la separación entre éstos debe reducirse adecuadamente (se puede encontrar información específica en el apéndice A del NFPA 72 E, norma para los detectores automáticos contra incendio). La instalación adecuada para los detectores de humo es más importante que la de los detectores térmicos, debido a que en un incendio, el transporte del humo está fuertemente afectado por las corrientes de aire convectivas en la zona protegida, y aún cuando se instalen en parrilla se debe de tener cuidado en colocar adecuadamente los registros de suministro de calor y retorno de aire. Los detectores de humo deben de colocarse apartados de las turbulencias producidas por las salidas de aire caliente, su colocación deberá ser en favor del aire de retorno, debido a que éste dirigirá el humo hacia el detector.

Al instalarse detectores de humo, debe de considerarse también la estratificación del humo, ya que éste puede estratificarse debajo del techo, debido a gradientes de temperatura, o a corrientes de aire a lo largo del techo (Fig. No. 27).

La instalación de detectores de gases es similar a la de los de humo, puesto que los gases de incendio tienden a circular con el humo y se ven afectados en forma similar por las corrientes de convección en el espacio protegido. Cuando el gas es menos denso que el aire o el efecto de la alta temperatura ambiente y éste es más pesado que el aire, el gas se acumulará más cerca del suelo y su difusión será lenta, por lo que la presencia de un obstáculo o un rincón en el suelo deben ser consideradas en el diseño. Para no dejar zonas desprotegidas en éstos casos, el proyectista debe

determinar a cuántos centímetros del suelo se deberá montar, ya que situados al ras del suelo, éstos durarían poco por la acumulación de suciedad, tráfico de personas, materiales, etc.

Los detectores de humo y de gases deberán colocarse lejos de fuentes de humos y de gases, oxidantes propios de los procesos que podrían ocasionar falsas alarmas.

Los requerimientos de detectores de flama son distintos a los de calor y humo, ya que las distancias de separación no son importantes para los dispositivos de línea de visualización. Deben emplearse de forma que puedan "ver" la radiación luminosa que emane de cualquier punto del espacio protegido. Debido a que el "cono de visión" varía según el diseño del detector, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para la cobertura de la zona. Es necesario cubrirlos con una pantalla o situarlos de tal forma que no "vean" fuentes de energía radiante que no procedan de fuegos y puedan producir falsas alarmas.

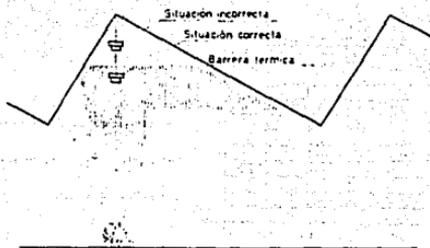


Fig 51

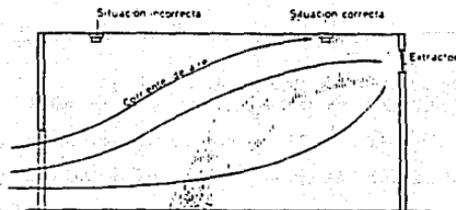


FIG. No. 27 Instalación de Detectores de Humo.

SUPERFICIE DE VIGILANCIA Y DISTANCIA ENTRE DETECTORES

Como se mencionó anteriormente la determinación del número y espaciamento de los detectores depende de muchos factores, pero de una manera general podemos auxiliarnos por la siguiente tabla y las fórmulas indicadas en ellas (Tabla No. 2) con el fin de darnos una idea aproximada de la superficie que cada detector puede cubrir y la distancia entre éstos.

El número de detectores debe de determinarse de manera que la superficie vigilada por cada detector no sobrepase los valores de "A" indicados en la tabla. Los detectores deberán de distribuirse de forma que ningún punto del techo quede situado a una distancia horizontal de un detector superior a los valores "D" indicados en la tabla. En el caso de techos con vigas, deberá considerarse la altura del local y el borde de dichas vigas para determinar la localización adecuada de los detectores. En la Figura No. 28, se muestra la relación de éstos parámetros.

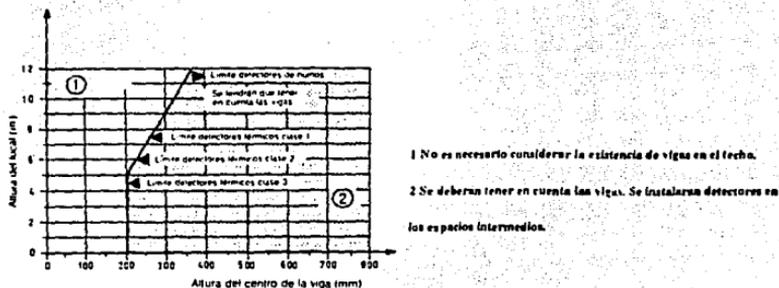


FIG. No.28 Relación de Centro de Viga y Altura del Local.
(Para Considerar la Existencia de Vigas en la Instalación)

Si de acuerdo con la Fig. No. 28 es necesario considerar las vigas, y la superficie de la separación es igual o mayor a $0.6A$ (siendo "A" la superficie máxima de vigilancia por detector determinada en la Tabla No. 2), será necesario instalar un detector en cada separación. Si las

Tabla No. 2

Superficie del local (m ²)	Tipo de detector	Alura del local (m)	Superficie máxima de vigilancia por detector (A) y distancia horizontal máxima entre el detector de incendios y un punto cualquiera del techo (D)									
			Inclinación del techo (1)									
			Hasta 15°			> 15 - 30°		> 30°				
			A (m ²)	D (m)	x e y son las dimensiones de la superficie de la vigilancia	A (m ²)	D (m)	A (m ²)	D (m)			
≤ 80	Detector de humos	≥ 12	80	8,7	$9 \leq x < 114 \Rightarrow y = 80/x$ $114 \leq x < 134 \Rightarrow y = \sqrt{180-x^2}$	80	7,2	$9 \leq x < 13 \Rightarrow y = 80/x$ $13 \leq x < 144 \Rightarrow y = \sqrt{207-x^2}$	80	8,0	$9 \leq x < 151 \Rightarrow y = 80/x$ $151 \leq x < 18 \Rightarrow y = \sqrt{256-x^2}$	
> 80	Detector de humos	≤ 8	60	5,8	$7,8 \leq x < 89 \Rightarrow y = 60/x$ $99 \leq x < 118 \Rightarrow y = \sqrt{125-x^2}$	80	7,2	$9 \leq x < 13 \Rightarrow y = 80/x$ $13 \leq x < 144 \Rightarrow y = \sqrt{207-x^2}$	100	9,0	$10 \leq x < 17 \Rightarrow y = 100/x$ $17 \leq x < 18 \Rightarrow y = \sqrt{324-x^2}$	
	Detector de humos	8 - 12	80	8,7	$9 \leq x < 114 \Rightarrow y = 80/x$ $114 \leq x < 134 \Rightarrow y = \sqrt{180-x^2}$	100	8,0	$10 \leq x < 144 \Rightarrow y = 100/x$ $144 \leq x < 18 \Rightarrow y = \sqrt{256-x^2}$	120	9,9	$11 \leq x < 18,7 \Rightarrow y = 120/x$ $18,7 \leq x < 198 \Rightarrow y = \sqrt{322-x^2}$	
≤ 30	Detector térmico Grado de respuesta 1	Hasta 7,5										
	Detector térmico Grado de respuesta 2	Hasta 6,0	30	4,4	$5,5 \leq x < 7,9 \Rightarrow y = 30/x$ $7,9 \leq x < 8,8 \Rightarrow y = \sqrt{17-x^2}$	30	4,8	$5,5 \leq x < 9,3 \Rightarrow y = 30/x$ $9,3 \leq x < 9,8 \Rightarrow y = \sqrt{96-x^2}$	30	5,5	$5,5 \leq x < 10,8 \Rightarrow y = 30/x$ $10,8 \leq x < 11 \Rightarrow y = \sqrt{121-x^2}$	
	Detector térmico Grado de respuesta 3	Hasta 4,5										
> 30	Detector térmico Grado de respuesta 1	Hasta 7,5										
	Detector térmico Grado de respuesta 2	Hasta 6,0	20	3,8	$5,5 \leq x < 6,5 \Rightarrow y = 20/x$ $6,5 \leq x < 7,2 \Rightarrow y = \sqrt{52-x^2}$	30	4,8	$5,5 \leq x < 9,3 \Rightarrow y = 30/x$ $9,3 \leq x < 9,8 \Rightarrow y = \sqrt{96-x^2}$	40	6,3	$6,4 \leq x < 12,1 \Rightarrow y = 40/x$ $12,1 \leq x < 12,6 \Rightarrow y = \sqrt{159-x^2}$	
	Detector térmico Grado respuesta 3	Hasta 4,5										
	Detector de flamas	1,5 - 20	Determinación en cada caso individual									

(1) Si la cubierta y/o el techo tienen inclinaciones, se tomará en cuenta la inclinación menor.

117

FALLA DE ORIGEN

separaciones fueran inferiores a 0.6A, la distribución de detectores se hará de acuerdo a la Tabla No 3.

En pasillos y cubículos estrechos cuya anchura sea inferior a 3 m. podrán realizarse distribuciones distintas a las indicadas en la Tabla No. 2, de tal forma que la distancia entre detectores "a" podrá ser de 10 m. en detectores térmicos, y hasta de 15 m. para detectores de humo. Sin embargo, si los valores indicados en la tabla son superiores, pueden éstos ser utilizados. En el caso de que dos vigas se encuentren a una distancia inferior a 1 m. se considerará como un sólo elemento.

Las distancias entre los detectores y los muros no deben ser inferiores a 0.5 m, a excepción de los pasillos, conductos y partes del edificio similares de menos de 1 m. de ancho. Si existen vigas o conductos de cimentación bajo techo cuya distancia al mismo tiempo sea inferior a 15 cm, la distancia entre los detectores y éstos elementos deben ser también al menos de 0.5 m. Esta distancia también se respetará entre los detectores y los materiales y equipos almacenados.

Los detectores térmicos se instalarán en el techo, la distancia entre los detectores de humo y el techo dependerá de la forma y altura del techo. En la Tabla No. 4 se indica cuál es el intervalo de distancias adecuado para la colocación de éste tipo de detectores. En locales con techo con pendiente superior a los 15°, se deberá colocar una fila de detectores en el plano vertical que pase por la parte más alta del local. En locales con techo de diente de sierra, cada diente será equipado con una fila de detectores; ésta fila debe de estar situada en el lado del techo que tenga la pendiente menor, a una distancia horizontal determinada en la Tabla No. 4 del palano vertical que pasa por la parte más alta de la sección (Fig. No. 29).



FIG. No. 29 Distancia al Techo de los Detectores de Humo.

Tabla No. 3

Superficie máxima de vigilancia (m ²)		Superficie del cubículo (m ²)	No. Cubículos vigilados por detector
Detectores térmicos	20	> 12	1
		8 - 12	2
		6 - 8	3
		8 - 6	4
		< 4	5
Detectores térmicos	30	> 18	1
		12 - 18	2
		9 - 12	3
		6 - 9	4
		< 6	5
Detectores de humos	60	> 36	1
		24 - 36	2
		18 - 24	3
		12 - 18	4
		< 12	5
Detectores de humos	80	> 48	1
		32 - 48	2
		24 - 32	3
		16 - 24	4
		< 16	5

Tabla No. 4

Altura del local (m)	Distancia entre el elemento sensible al humo y el techo o cubierta (mm)					
	Inclinación del techo					
	< 15°		15° < θ < 30°		> 30°	
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
< - 6	30	200	200	300	300	400
6 - 8	70	250	250	400	400	600
8 - 10	100	300	300	500	500	700
10 - 12	150	350	350	600	600	800

La distancia entre los detectores de llamas y el techo se determinará en cada caso particular.

MANTENIMIENTO Y REVISIÓN DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

El objetivo del mantenimiento y revisión de los sistemas de detección es asegurar el buen funcionamiento continuo del sistema, y hacer patente sus desviaciones o fallas, de modo que puedan corregirse a tiempo. El buen funcionamiento del sistema tiene una importancia decisiva para evitar que un conato se convierta en un incendio, o que éste se convierta en un siniestro de importancia. A continuación mencionaremos las principales normas a seguir para lograr un adecuado mantenimiento a un sistema de detección, cualquiera que sean los elementos que lo compongan:

- **CONDICIONES GENERALES;** en cualquier caso el personal al cuidado del sistema deberá disponer de los manuales de operación del mismo, así como de los registros de incidencias.

En los manuales de operación debe figurar de forma fácil de entender, las instrucciones de actuación en caso de alarma y de avería, las instrucciones para efectuar pruebas, conectar y desconectar zonas, etc. El registro de incidencias debe contener nombre o iniciales de los operadores del sistema, y espacio para escribir todas las alarmas, averías y operaciones de revisión y mantenimiento que se efectúen. Tanto el manual de operación como el registro de incidencias debe de estar junto al dispositivo que usan habitualmente los operadores del sistema.

Es conveniente que el responsable disponga también de los planos de distribución de aparatos, un esquema de bloques del sistema, las características del sistema, conviniendo que disponga también de los criterios de diseño utilizados para proyectar la protección, normas o instrucciones técnicas, calificación del riesgo, y parámetros de diseño adoptados.

Como componentes de la instalación debe de haber los repuestos básicos recomendados por la compañía instaladora. Si se ha contratado el mantenimiento con una empresa especializada, los repuestos deben decidirse de acuerdo con dicha empresa.

En cualquiera de los casos se deben tener como mínimo los siguientes repuestos: fusibles, lámparas de filamento si se usan en la central o en los repetidores, un detector de cada uno de los tipos montados, así como aerosoles para pruebas de detectores de humo.

Además de las operaciones periódicas de mantenimiento, deben de estar contratadas con la empresa responsable del mantenimiento, las operaciones siguientes: Limpieza y calibración de los detectores, suministro de refacciones y respuestos, modificaciones como por ejemplo cambios en el tipo de detectores o variaciones y ampliaciones de los sistemas de detección.

- REVISIONES MENSUALES

La revisión mensual la hace habitualmente el propio usuario del sistema, ya que ésta no requiere más conocimiento ni experiencia que los del usuario, y en una cantidad importante de pruebas se refiere a la claridad de los mensajes para el personal que acude cuando suena la alarma.

En la revisión mensual se efectuarán dos tipos de comprobaciones:

- Que los detectores y pulsadores den correctamente la alarma.
- Que la central de señalización actúe correctamente al recibir la señal de alarma de los detectores.

Al efectuar las comprobaciones de alarma correcta de detectores y pulsadores, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- En caso de poder poner en situación de prueba una sola zona a la vez, hay que efectuar las pruebas de una en una, si es posible poner en situación de prueba todas o varias zonas a la vez, se efectuaran las pruebas por grupos de zonas tan reducido como sea posible.
- La situación de prueba implica que no se activan las alarmas acústicas ni las alarmas a distancia. Las alarmas se rearmarán automáticamente al cabo de un tiempo (10 segundos) sin necesidad de manipulación alguna en la central de señalización.
- En caso de que el sistema no sea capaz de distinguir una alarma real, que ocurra durante las pruebas, una persona responsable deberá de estar permanentemente delante de la central de señalización; ésta deberá conocer el orden en que se verificarán las pruebas de manera que si ocurre una alarma real, de manualmente la señal.

- Las pruebas se efectuarán: Para los detectores ionicos y opticos de humos, con aerosoles adecuados. Para detectores termovelocimetricos y termostáticos, con calentadores de aire (no con llamas u objetos encendidos). Para los detectores de flamas, con lámparas apropiadas para generar la radiación detectada. Para los pulsadores manuales, sobre los mismos de manera que no destruya el cristal protector. Los aerosoles, calentadores y lámparas, deberán ser suministrados por la empresa que los suministra.

- REVISION ANUAL

La revisión anual requiere de algún equipo especial y una experiencia que no suele tener el propio usuario, sino el personal dedicado al mantenimiento, ya sea del propio usuario o de una empresa externa especializada, de preferencia la que efectuó la puesta en servicio y entrega inicial.

En caso necesario (condiciones ambientales difíciles), las revisiones serán más frecuentes, por ejemplo semestrales.

En la revisión anual se efectuarán comprobaciones de:

- Programación del sistema de alarma en la central.
- Programación de actuadores en la central.
- Pruebas de señalizaciones generales.
- Líneas de aviso.

Es conveniente recalcar la necesidad de una adecuada instalación y mantenimiento de los sistemas de detección, ya que de no efectuarse de forma adecuada implica un mayor peligro que el no contar con éstos, ya que se estará confiando en un sistema que no funciona cuyo funcionamiento deficiente implica peligros adicionales para el personal y los bienes de la empresa.

CAPITULO IV.

DESCRIPCION Y APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE EXTINCION CONTRA INCENDIO.

4.1. INTRODUCCION.

El criterio general para extinguir un incendio es la de combatirlo en su etapa inicial. Por tanto en el presente capítulo se enfoca en primer lugar hacia el logro de la extinción del fuego inicial con los recursos propios y posteriormente relevar las actividades subsecuentes al Cuerpo de Bomberos del Servicio Público.

4.2. EXTINCION DEL FUEGO.

Sabemos que el fuego se origina, cuando se combinan en proporciones adecuadas los combustibles (vapores) aire (oxígeno) y calor (energía), de aquí que para extinguirlo, basta con eliminar cualquiera de sus componentes.

Tomando como base "El Triángulo del Fuego"; la extinción del fuego puede realizarse por los métodos siguientes :

- Eliminación del calor o por enfriamiento.
- Eliminación del oxígeno o por sofocación.
- Eliminación del combustible.
- Inhibición.

Los métodos anteriormente mencionados, ya fueron descritos y explicados en el capítulo I Tema 1.2.

4.3.- CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS.

Los sistemas y equipos para la extinción de incendios se clasifican en :

A.- FIJOS.- Son los que están instalados en formas de sistemas y que proporcionan un agente extintor.

B.- PORTATILES.- Son los extinguidores, cuyo contenido está en relación con la clase de incendio.

EQUIPO FIJO.

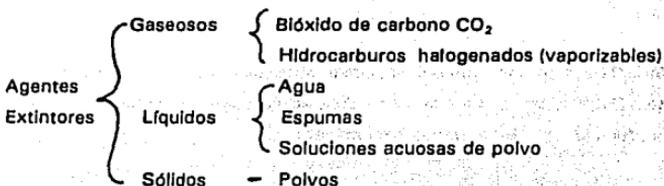
El equipo fijo para la extinción de incendios se clasifica a su vez en :

MANUALES.- Son los que están instalados en forma de sistemas que proporcionan agua, bióxido de carbono u otras sustancias específicas, y que requieren ser operados manualmente.

AUTOMATICOS.- Son los que están instalados en forma de sistemas, que proporcionan agua, bióxido de carbono, halones 1211 y 1301, polvo químico seco u otras sustancias específicas y que operan en forma automática.

AGENTES EXTINTORES.

Para que sea efectiva la utilización de un determinado agente extintor, éste debe ser el indicado en cada caso específico.



A continuación indicaremos las propiedades del agua para ser utilizada como agente extintor:

AGUA.

El agua es el agente extintor más conocido y empleado como tal desde tiempos remotos.

a) PROPIEDADES GENERALES. Las propiedades que favorecen la acción extintora del agua son las siguientes:

- A temperatura ambiente es un líquido pesado y relativamente estable.
- El calor específico del agua es de 1 cal/g. (4.18 KJ/Kg)
- El calor de vaporización es aproximadamente 539 cal/g (2253 KJ/Kg)
- Cuando el agua se vaporiza, el vapor producido desplaza al aire que rodea al fuego y, por tanto, al oxígeno disponible. Por otro lado, el agua es más densa que la mayoría de los combustibles líquidos, no siendo efectiva en la extinción de éstos.

b) PROPIEDADES EXTINTORAS. Los efectos del agua para la extinción del fuego son los siguientes:

- **ENFRIAMIENTO:** producido por la cantidad de calor que absorbe para vaporizarse o aumentar su temperatura.
- **SOFOCACION:** debido a la atmósfera que se produce al vaporizarse el agua, que desplaza al oxígeno.
- **EMULSIONAMIENTO:** al aplicar agua pulverizada a determinados líquidos viscosos inflamables, éstos líquidos inmiscibles se dispersan, se produce enfriamiento en su superficie y se reduce la emisión de gases inflamables.
- **DILUCION:** para extinguir los fuegos de algunos productos inflamables e insolubles.

c) APLICACIONES DEL AGUA. Los agentes extintores líquidos presentan distintas aplicaciones, según su forma de proyección:

AGUA A CHORRO: tiene mucho alcance y actúa enfriando al foco. Se usa principalmente proyectando desde larga distancia sobre fuegos de Clase A.

AGUA PULVERIZADA: se proyecta en forma de multitud de pequeñas gotas. Tiene muy poco alcance, pero realiza un enfriamiento muy rápido.

Se utiliza fundamentalmente para la extinción de fuegos combustibles sólidos y para el control de fuegos de Clases A, B y C.

Antes de ver cada uno de los sistemas de extinción contra incendio, introduciremos algunas definiciones, relacionadas con el presente capítulo :

INFLAMAR : Encender una cosa que al quemarse produce llama inmediatamente.

INFLAMABLE : Fácil de inflamar.

INFLAMABILIDAD : Calidad de inflamable.

4.4 SISTEMAS DE HIDRANTES.

La instalación de los sistemas de hidrantes, es necesaria para la protección contra incendio de grandes áreas de trabajo como son : Plantas generadoras, campamentos, almacenes, edificios de oficinas, etc..

El agente extinguidor que generalmente se utiliza es el agua, la cual posee un gran poder de enfriamiento y penetración en los materiales combustibles sólidos, además existe en gran abundancia y su costo es mínimo.

Estos sistemas también son necesarios, cuando la protección contra incendio es a base de espuma mecánica, como la de los tanques de almacenamiento de combustible.

COMPOSICION DEL SISTEMA DE HIDRANTES.

Un sistema de hidrantes debe contar con los siguientes elementos :

- Fuente de suministro de agua.
- Sistema de bombeo.
- Tuberías.
- Hidrantes o tomas de agua.

- Válvulas de control.
- Mangueras.
- Boquillas.

FUENTE DE SUMINISTRO DE AGUA.

Para que el sistema sea abastecido en cantidad suficiente, es conveniente que cuente con dos fuentes de agua que son :

- a) **FUENTE PRIMARIA.**
- b) **FUENTE SECUNDARIA.**

FUENTE PRIMARIA.

Esta es la que le suministra agua a la fuente secundaria y, puede ser, un río, lago, un embalse, pozo o la propia red municipal.

FUENTE SECUNDARIA.

Esta fuente, es la que abastece de agua directamente a la red de hidrantes, pudiendo ser un depósito subterráneo, al ras del suelo o elevado.

La capacidad de la fuente debe ser tal, que el abastecimiento del agua sea continuo, por un lapso comprendido entre 2 a 6 horas.

SISTEMA DE BOMBEO.

Una de las partes más importantes de las redes de hidrantes, es el sistema de bombeo, es por eso que éste debe contar con el equipo y accesorios adecuados y, mantenerlos en buen estado de funcionamiento.

Los elementos principales de que está compuesto un sistema de bombeo, son los siguientes :

- Motores eléctricos.
- Motor de combustión interna.

- Bombas.
- Manómetro.
- Tablero de control.
- Casa de bombas.

MOTORES ELECTRICOS

Los motores deben ser de la capacidad suficiente, para evitar sobre cargas que pudieran afectar al sistema. La instalación eléctrica debe ser de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Eléctricas.

Los motores que normalmente se utilizan, por sus características de construcción y funcionamiento son los de corriente alterna, del tipo de inducción jaula de ardilla, con arranque directo de la línea.

En el sistema deben estar conectados dos motores eléctricos:

- Uno para mantener presurizada la red a 1 Kg/cm^2 (14.22 lb/in^2)
- Otro, para proporcionar a la red, una presión de 7 kg/cm^2 (99.56 lb/in^2) en caso de incendio.

MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

Este tipo de motor se instala, para que entre en funcionamiento, en caso de que se interrumpa el servicio de energía eléctrica y, el motor eléctrico quede fuera.

Este motor debe proporcionar a la red una presión de 7 Kg/cm^2 (99.56 lb/in^2)

BOMBAS.

Las bombas, para su funcionamiento, deben ser de la capacidad adecuada y, estar bien acopladas a los motores. Las bombas que normalmente se utilizan son las centrífugas por su solidez, confiabilidad, características hidráulicas y su fácil accionamiento; éste tipo de bombas pueden accionarse por medio de motores eléctricos, de combustión interna o con turbinas, además es muy sencillo darles mantenimiento.

MANOMETRO.

Los manómetros que se instalan en el sistema de bombeo nos indican la presión proporcionada a la red.

TABLERO DE CONTROL.

En este tablero se encuentra conectado todo el equipo y dispositivos necesarios para arrancar y proteger el sistema como son Interruptores, arrancadores, señalización, etc. El tablero debe tener instalados dispositivos para arrancar los motores, automática y manualmente.

CASA DE BOMBAS.

La casa de bombas debe ser de construcción resistente e incombustible, estar aislada para que el equipo esté protegido contra corrosión, suciedad y manipulación indebida. Las bombas deben de estar libres de riesgo de incendio, explosión e inundación. Deben contar con una buena iluminación, calefacción, ventilación y sumidero de desagüe en el piso.

TUBERIAS.

Para seleccionar el tipo de tubería que se debe instalar, es necesario considerar, bajo qué condiciones van a estar, ya sea de trabajo o ambientales.

Dependiendo del material de que están hechas, existen en el mercado tuberías de fierro colado, fierro dúctil, acero, hormigón armado, amianto - cemento, etc..

TUBERIAS DE FIERRO COLADO.

Este tipo de tubería se instala para soportar grandes presiones y porque es resistente a la corrosión.

TUBERIAS DE FIERRO DUCTIL.

Estas se instalan, cuando se necesita cierta resistencia a la corrosión y que el material sea resistente y dúctil.

TUBERIAS DE ACERO.

Estas tuberías se utilizan, tanto para conducciones enterradas como en el interior de túneles y edificios, por su ductibilidad y gran resistencia a la tracción.

TUBERIA DE HORMIGON ARMADO.

Son tuberías de hormigón y acero, normalmente se utilizan para conducciones de gran longitud y acueductos.

TUBERIAS DE AMIANTO - CEMENTO.

Este tipo de tuberías se instalan en los lugares en donde las de tipo férrico se dañarían por aguas activamente corrosivas, por las condiciones desfavorables del subsuelo o por electrólisis.

CLASIFICACION DE LOS HIDRANTES.

Los hidrantes son las tomas donde se conectan las mangueras de agua contra incendio, ya sea en la parte superior de un tubo vertical o empotradas en los muros.

Existen dos clases de hidrantes que son :

- a) **DE TIPO HUMEDO.**
- b) **DE TIPO SECO.**

HIDRANTE HUMEDO.

En los sistemas de hidrantes húmedos, la tubería siempre debe estar llena de agua, a una presión de 1 Kg/cm²; esto es para que la bomba se mantenga cebada.

Estos sistemas se instalan en las zonas donde no exista el peligro de congelación.

HIDRANTE SECO.

El cuerpo de este tipo de hidrante se encuentra normalmente seco, tiene instalada en su base, una válvula que es la que regula el paso del agua. La válvula y la acometida de agua deben estar por debajo del punto de peligro de congelación. Este tipo de hidrantes se instalan en zonas en donde se produzcan heladas.

VALVULAS DE CONTROL.

Las válvulas deben conectarse, en puntos estratégicos y en número suficiente para que el funcionamiento del sistema sea eficiente.

Las válvulas que generalmente se utilizan son de dos tipos : de compuerta y checks.

VALVULAS DE COMPUERTA.

La instalación de éste tipo de válvulas permite que al sistema se le dé mantenimiento por zonas o en caso de que se produzca una falla en determinada área, ésta quede fuera sin que se afecte el funcionamiento del sistema.

VALVULAS CHECKS.

La finalidad al instalar este tipo de válvulas es que el agua fluya, sólamente en una dirección. Por ejemplo, si se conecta el sistema privado al sistema público, el agua fluya solamente del sistema público al privado.

MANGUERAS CONTRA - INCENDIO.

Estas mangueras son el enlace entre el sistema de distribución de agua y las boquillas, chiflones, lanzas o pitones que se utilizan para descargar el agua contra el fuego.

De la buena selección de las mangueras, depende en gran parte, que el fuego sea combatido eficazmente. Deben ser capaces de resistir las presiones altas y al mismo tiempo, ser flexibles y fáciles de manejar.

Existen diferentes tipos de mangueras, aunque la mayor parte de ellas consisten en un tubo o forro interno de hule de superficie lisa y una o varias capas de revestimiento exterior, éstas son de trama de algodón y urdimbre de fibras sintéticas.

En cuanto a sus dimensiones, en el mercado hay mangueras desde 19 mm. (3/4") hasta 150 mm. (6") de diámetro interior y 15 ó 30 m. (49.21 a 98.43 pies) de longitud. Las mangueras llevan en sus extremos, conexiones de bronce, en uno,

conexión macho y, en el otro, hembra; para que puedan acoplarse entre sí o a otros equipos.

BOQUILLAS.

Las boquillas, chiflones, pitones o lanzas, se acoplan a las mangueras para dirigir y dar mayor alcance al chorro de agua.

Las boquillas pueden ser : De chorro directo o regulables (chorro niebla). Las que normalmente se utilizan son las regulables, como su nombre lo indica, se puede regular la forma de salir del agua, desde chorro directo hasta en forma de niebla o pulverizado. Existen en el mercado boquillas de diferentes diámetros, dependiendo de la cantidad de agua que sea necesario descargar, se tienen boquillas de 25 mm (1"), 31 mm (1 1/4"), 34 mm (1 3/8"), 38 mm (1 1/2"), 45 mm (1 3/4"), 50 mm (2"), etc.

FUNCIONAMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA DE HIDRANTES.

Es necesario conocer el funcionamiento de éste sistema, así como su manejo, para que en caso de ser necesario, pueda ser utilizado eficazmente.

FUNCIONAMIENTO.

Al abrir la válvula de un hidrante, disminuye la presión, esto hace que arranque automáticamente el motor eléctrico para que la bomba conectada a él proporcione la presión de trabajo.

En caso de falla de éste motor o se interrumpa el servicio de energía eléctrica, arrancará automáticamente el motor de combustión interna. En el tablero de control, se encuentran instalados los controles automáticos y manuales. Este tablero tiene un sistema de alarmas a base de señalización luminosa, que indica las fallas que pudiera tener el sistema de bombeo.

MANEJO.

En caso de que se produzca un incendio, para combatirlo, se debe hacer lo siguiente :

- Abrir el gabinete portamangueras.

- Desenrollar y tender la manguera.
- Abrir la boquilla para eliminar el aire y después cerrarla.
- Abrir la válvula del hidrante.
- Tomar la boquilla con una mano y, con la otra, sujetar firmemente la manguera, pasándola por debajo del brazo.
- Apoyar bien los pies sobre el piso, con un ligero giro hacia el fuego.
- Dirigir el chorro del agua hacia el centro del fuego, en forma de chorro o niebla, según se requiera.
- Al terminar de combatir al fuego, lavar y escurrir la manguera.
- Una vez que las mangueras estén secas, colocarlas nuevamente en su gabinete.

Finalmente, dejar el sistema de hidrantes en condiciones de entrar en funcionamiento, cuando se le requiera.

4.5 SISTEMAS DE ROCIADORES (SPRINKLERS)

El sistema automático contra incendio a base de rociadores es una de las armas más importantes en las técnicas modernas referentes al control de incendios. El sistema está basado sobre el hecho de que en toda organización industrial se cuenta con el agua, por lo que en la mayoría de los casos es el más barato.

DESCRIPCION DEL SISTEMA.

El sistema de rociadores automático consiste en un conjunto de dispositivos que tienen por objeto la distribución automática del agua sobre la zona afectada por el fuego, extinguiendo o controlando el incendio.

Básicamente la efectividad de un sistema de éste tipo, estriba en el volúmen y presión del agua con que se cuenta, ya que ha habido muchos casos que dichos sistemas fallen por carecer de las características mencionadas.

BASES FUNDAMENTALES PARA LA PROTECCION CON ROCIADORES.

La distribución del agua deberá fluir libremente sin obstrucción alguna, de tal manera que en cualquier caso de incendio el agua pueda llegar a las cabezas rociadoras.

Deberá tenerse precaución en no bloquear ni temporalmente la zona de descarga de dichas cabezas. No pintar las cabezas rociadoras, ya que éstas pierden su sensibilidad y características, lo que ocasionará el mal funcionamiento de éstas, a tal grado de nulificar totalmente el sistema.

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ROCIADORES.

A SISTEMAS DE LINEAS CARGADAS O TUBERIA HUMEDA.

Este sistema utiliza rociadores conectados a las tuberías de alimentación de agua y éstas tuberías conectadas a la fuente o fuentes de abastecimiento. Su operación es inmediata al abrirse un rociador automáticamente por la acción de la temperatura del fuego, detectada por un elemento sensor.

B SISTEMAS DE LINEAS SECAS O DE TUBERIA SECA.

Estos sistemas también utilizan rociadores automáticos, conectados al sistema de tuberías que contienen aire o nitrógeno a presión. Esta presión es liberada al abrir un rociador, permitiendo que la presión del agua opere la válvula llamada "válvula de tubería seca". El agua fluye entonces por la tubería que poco antes contenía aire o nitrógeno y sale ésta por el rociador o rociadores.

C SISTEMAS DE ACCION ADELANTADA O DE ACCION PREVIA.

Este sistema emplea rociadores automáticos, interconectados con un sistema de tubería que contiene aire el cuál puede o no estar bajo presión, provisto de un sistema complementario de detección de fuego instalado en la misma área que los rociadores. La operación del sistema detector abre una válvula que permite que fluya el agua dentro de las tuberías del sistema de rociadores y descargue por aquel o aquellos rociadores que estén abiertos.

D SISTEMA DE LLUVIA SIMPLE O DE DILUVIO.

Este sistema mantiene abiertos los rociadores conectados al sistema de tuberías; alimentando éste por la fuente de abastecimiento, y provisto de una válvula que se abre por la operación del sistema detector que debe estar instalado en la misma área que los rociadores. Cuando la válvula es abierta el agua fluye dentro del sistema de tuberías y es descargado por los rociadores en forma de lluvia o diluvio.

E SISTEMAS COMBINADOS DE LINEAS SECAS Y ACCION ADELANTADA.

Estos sistemas utilizan rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías secas que contienen aire a presión. El sistema está provisto de un sistema complementario de detección de fuego que se instala en la misma área de los rociadores.

La operación del sistema detector hace funcionar dispositivos muy sensibles que abren las válvulas de llenado de tubería seca sin que haya pérdida de la presión del aire que llena la tubería.

Este sistema detector también abre las válvulas de salida del aire en el extremo

de la tubería principal de alimentación, lo que facilita el llenado de la tubería con agua que generalmente precede la apertura de los rociadores.

El sistema detector también funciona como sistema de alarma.

Este sistema combinado de tubería seca y acción previa debe de estar instalado de manera que una falla en el sistema detector no impida que la instalación opere como un sistema automático de tubería seca.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ROCIADORES.

Los factores principales que afectan al número de rociadores son:

- 1 Tipo de industria.
- 2 Inflamabilidad de materiales
- 3 Areas por proteger.
- 4 Altura del material estibado.
- 5 Tipo de construcción del techado.
- 6 Altura del techado.
- 7 Areas verticales descubiertas.
- 8 Condiciones desfavorables de ventilación.
- 9 Dimensiones de áreas no divididas.

En donde podrán esperarse condiciones desfavorables, el volumen en agua requerida deberá ser incrementado.

Los riesgos de incendio de los sitios habitados o utilizados son clasificados de la siguiente manera :

- a) Ligero.
- b) Común (Ordinario).
- c) Alto (Extra y/o Mayor).

LIGERO.- Comprende iglesias, clubes, escuelas, hospitales, bibliotecas, museos, oficinas, residencias, salas de restaurantes, teatros y auditorios, excluyendo escenarios y proscenios. Lugares en donde la cantidad y la combustibilidad de los materiales es baja y sólo hay posibilidades de incendios de escasa proporción y escaso desprendimiento de calor.

COMUN.- Se divide en tres grupos. El grupo uno comprende los sitios ocupados en los que la combustibilidad de los materiales es moderada; las pilas o trincheras de materiales combustibles no exceden de 2.40 m. (8) y hay posibilidad de incendio con radiación moderada de calor. En éste grupo pueden incluirse : Estacionamiento de automóviles; panaderías, fábricas de refrescos, empacadoras, fábricas de productos lácteos, plantas electrónicas, fábricas de vidrio y derivados, y lavanderías.

COMUN.- Grupo dos.- Comprende los sitios ocupados en los que la cantidad y la combustibilidad de los materiales contenidos es moderada; las pilas o anaqueles no exceden de 6m (20) de alto y es posible la ocurrencia de incendios con desprendimiento moderado de calor. Pueden incluirse en éste grupo : Molinos de cereales, plantas químicas, almacenes de productos refrigerados, talleres de confección, destilerías, fábricas de objetos de piel, bibliotecas y almacenes de libros, comercios, talleres de maquinaria, forjado y estampado de metales, Imprentas y encuadernaciones, fábricas de hilados, fábricas de cigarros, talleres de ensamble de productos de madera.

COMUN.- Grupo tres.- Comprende los sitios ocupados en los que la cantidad y/o combustibilidad de los materiales es alta y hay posibilidad de desprendimiento de calor elevado. Pueden incluirse en éste grupo : Almacenes, salas de exhibición, molinos de pulpa y papel, fábricas de papel, embarcaderos y muelles, fábricas de llantas.

ALTO.- Los sitios ocupados de riesgo alto son aquellos en los que la cantidad y combustibilidad de los materiales es muy alta, el polvo, los líquidos inflamables, la pelusa o hilachos y otros materiales que señalen la posibilidad de desarrollo rápido de incendio con elevado desprendimiento de calor. En éste riesgo pueden incluirse : Hangares, fábricas de productos químicos, plantas desfibradoras de algodón, fábricas de explosivos y fuegos pirotécnicos y talleres de carpintería que usan líquidos inflamables.

La distancia máxima entre cabezas rociadoras es de :
12 pies para el riesgo COMUN grupo tres y ALTO.

15 pies para los riesgos restantes.

Existen varios tipos de cabezas rociadoras o Sprinklers aplicadas a la protección de sistemas contra incendio, las cuales se aprecian en las figuras A, B y C, al final de esta sección.

Todos los rociadores de cualquier tipo están diseñados de tal manera que se rompa un recipiente de vidrio especial o funda un elemento termosensible a cierta temperatura permitiendo así la salida libre del agua en forma pulverizada o niebla.

Las cabezas se fabrican dependiendo del lugar y condiciones en donde vayan a ser instalados en diferentes rangos de temperatura en su elemento termosensible, ver Tabla No. 1.

Los rociadores se clasifican en cuatro grupos :

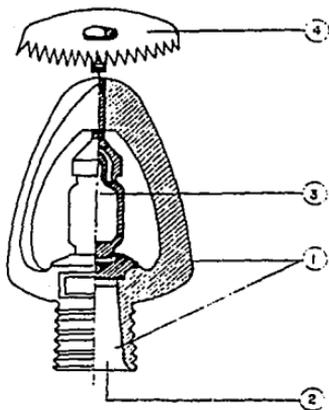
- a) Ordinarias.
- b) Intermedias.
- c) Altas.
- d) Extra altas.

TEMP. MAX EN EL TECHO DEL AREA	DESIGNACION POR SU CLA- SIFICACION	TEMPERATURA DE OPERACION		CODIGO DE COLOR
		TIPO SILDADA (°C)	NO SILDADA (°C)	
38 °C	ORDINARIA	57 - 66	68 - 74	AMARILLO
66 °C	INTERMEDIA	79	100	BLANCO
107 °C	ALTA	121	141	AZUL
149 °C	EXTRA ALTA	163	149	ROJO
191 °C	EXTRA ALTA	204*	213 **	VERDE
246 °C	EXTRA ALTA	260*	---	ANARANJADO

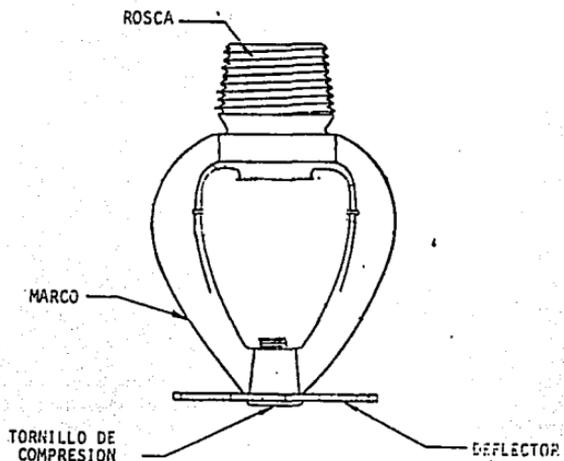
* Especial : Aplicable solamente en fusibles.

** Especial : Aplicable solamente en tipos químicos

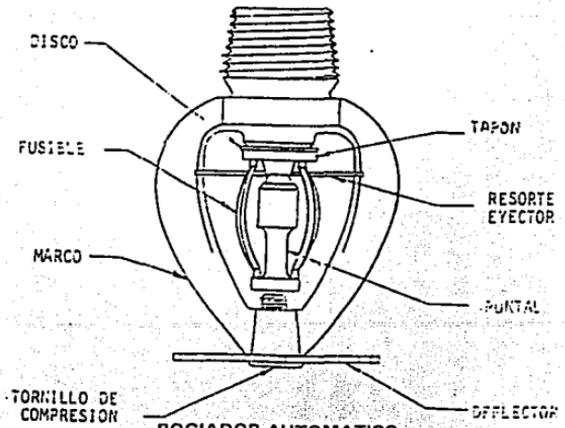
TABLA No. 1 Clasificación de los rociadores de acuerdo a su temperatura de funcionamiento.



- 1.- CUERPO DEL ROCIADOR 3.- ELEMENTO TERMOSENSIBLE
2.- ORIFICIO DE SALIDA DEL AGUA 4.- DEFLECTOR.
FIG. A - COMPONENTES BASICOS DE UN ROCIADOR (SPRINKLER).



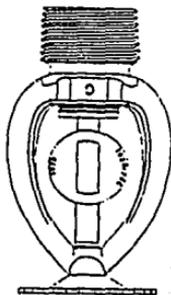
ROCIADOR TIPO ABIERTO.



ROCIADOR AUTOMATICO.

FIG. B - TIPOS DE ROCIADORES (SPRINKLERS).

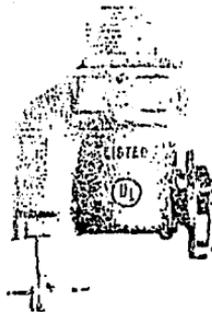
**FIG. C - TIPOS DE ROCIADORES (SPRINKLERS) AUTOMATICOS:
SEGUN ELEMENTO TERMOSENSIBLE.**



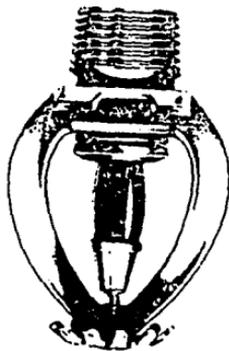
ELEMENTO FUSIBLE.



AMPOLLETA DE VIDRIO.



ELEMENTO BIMETALICO (ON - OFF).
SEGUN TIPO DE DEFLECTOR Y DESCARGA.



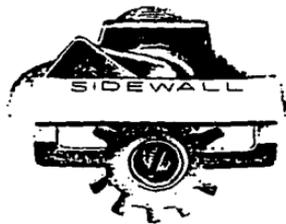
CONVENCIONAL (OLD - TYPE).



STANDARD O PULVERIZADOR



GOTA GORDA (LARGE DROP).



DE PARED (SIDE WALL).
SEGUN LA POSICION.



MONTANTE (UPRIGHT)



COLGANTE (PENDENT).

145

FALLA DE ORIGEN

4.6 SISTEMAS A BASE DE ESPUMA

La espuma para extinción de incendios consiste en una dispersión de diminutas burbujas dentro de una película resistente de una solución acuosa que contiene sustancias que estabilizan sus propiedades formativas de espuma. Las burbujas pueden estar llenas de CO_2 o de aire, cuya acción es de cubrir y enfriar; sofocando en ésta forma el fuego.

Ya que la espuma es ligera fluye sobre la superficie de los líquidos evitando que se pongan en contacto con el oxígeno del aire. Una de sus principales propiedades es que mientras se tenga continuidad en su aplicación, se extingue más fácilmente el fuego sobre la superficie afectada, ésta llega a una completa extinción, evitando a través de la capa aisladora la reignición.

Una vez que se aplicó la espuma ésta permanece compacta el tiempo necesario sin sufrir deformación alguna.

Estos sistemas tienen su aplicación principal en la protección de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables así como también en ciertos procesos a base de materiales inflamables. Además quedan limitados en aquellos casos en que el área por proteger se encuentran materiales con ciertas características que produzcan reacciones desfavorables al tener contacto con la humedad (agua, espuma).

a) PROPIEDADES GENERALES.

La gran variedad de tipos de espumógenos y, por tanto, de espumas existentes hace muy difícil la generalización de sus, a veces dispares, propiedades:

- **TOXICIDAD NULA O MUY LIGERA.** Determinados espumógenos pueden producir irritación, que se puede eliminar por simple lavado con agua.

- Todas las espumas presentan una cierta conductividad eléctrica, normalmente mayor cuanto menor es su grado de expansión, por lo que no se debe utilizar en presencia de equipos con tensión, salvo determinadas aplicaciones especiales.

- Ciertos agentes, y principalmente los polvos extintores, pueden ser incompatibles con las espumas y descomponerlas instantáneamente. Asimismo, no suelen ser compatibles los espumógenos de diferentes tipos, aunque sí las espumas obtenidas.
- La mayoría de las espumas, salvo tipos especiales, son destruidas por los combustibles de tipo polar (alcoholes, etc.)

b) PROPIEDADES EXTINTORAS.

Las espumas extinguen por sofocación y enfriamiento:

- Eliminan el contacto del combustible con el aire e impiden la liberación de vapores inflamables.
- Desplazan las llamas, separándolas del combustible.
- Enfrían el combustible, así como las superficies metálicas adyacentes.

c) CARACTERISTICAS.

Aunque todas las espumas actúan en mayor o menor medida según los principios antes citados, cada una de ellas suele presentar unas características peculiares que las hacen más o menos adecuadas al tipo de fuego a combatir.

Estas características básicas son :

- **COHESION O ADERENCIA** entre las diferentes burbujas para conseguir una capa resistente.
- **SUPRESION DE VAPORES INFLAMABLES**, que minimice el riesgo de reignición.
- **ESTABILIDAD O CAPACIDAD DE RETENCION DEL AGUA** con el fin de conseguir el adecuado grado de enfriamiento. Se expresa mediante el tiempo de drenaje.
- **FLUIDEZ** que le permite extinguir rápidamente un fuego, salvando cualquier elemento que obstaculice su extensión o desplazamiento

- **RESISTENCIA AL CALOR**, que le permite resistir los efectos del propio fuego o elementos calientes, como las paredes de un tanque, sin degradación importante de la capa.

- **RESISTENCIA A SER CONTAMINADA**, por el propio combustible, lo que podría llevar a la destrucción de la capa, al arder el combustible captado.

- **RESISTENCIA A LOS COMBUSTIBLES POLARES**, en cuanto a éstos son capaces de extraer, por disolución, el agua presente en la espuma, destruyendo la capa formada.

d) TIPOS DE ESPUMA.

1) Según el espumógeno utilizado para generar la espuma, se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **ESPUMA PROTEINICA**: obtenida por hidrólisis de residuos proteínicos naturales. Se caracteriza por una excelente resistencia térmica y estabilidad, pero una muy pobre fluidez y resistencia a la contaminación. No suelen ser compatibles con los polvos extintores, ni permite combatir fuegos de combustibles polares.

- **ESPUMA FLUOROPROTEINICA**: obtenida mediante la adición de elementos fluorados activos a concentrados proteínicos, con lo que se consigue una notable mejora de la fluidez y resistencia a la contaminación. Estas espumas suelen ser compatibles con los polvos extintores, pero no son aptas para combatir fuegos de combustibles polares.

- **ESPUMA FORMADORA DE PELICULA ACUOSA AFFF**: obtenida a partir de agentes espumantes de tipo sintético combinados con elementos fluorados activos, cuya principal característica es la baja tensión superficial de las espumas producidas. Esta característica tiene como contrapartida una menor estabilidad y cohesión.

Estas espumas forman una fina película que se extiende rápidamente sobre la superficie del combustible. Su efectividad es mayor cuanto mayor es la tensión superficial del combustible.

Estas espumas suelen ser compatibles con todo tipo de polvos extintores, pero no son adecuadas para combatir fuegos de combustibles polares.

- **OTRAS ESPUMAS SINTETICAS:** en la actualidad se están desarrollando diversos espumógenos de tipo sintético, que combinen las ventajas de los tipos anteriores.

Para determinar las características de cada uno de éstos tipos habría que recurrir, en cada caso, a un análisis de las mismas. Entre éstas se encuentran los espumógenos generadores de espuma de media y alta expansión, cuyo uso debe circunscribirse a éstas aplicaciones y de acuerdo con sus características específicas.

- **ESPUMAS ANTI-ALCOHOL:** desarrolladas especialmente para evitar su destrucción por los combustibles polares, aunque también pueden ser usadas en fuegos de hidrocarburos. Existen dos tipos generales de éstas espumas según sean de base protéinica o sintética.

- **OTRAS ESPUMAS:** últimamente se están desarrollando espumas para combatir los riesgos debidos a derrames de productos o compuestos tóxicos. Estas espumas son de aplicación únicamente para éstos supuestos, y no deben confundirse con las espumas contra incendios.

2) El porcentaje de mezcla agua-espumógeno preciso por obtener una espuma con unas características adecuadas, suele ser :

- Espumógenos al 3 %.
- Espumógenos al 6 % Otros tipos especiales

En la mayoría de los tipos antes citados existen espumógenos para uso en concentraciones del 3 % o de 6 %, siendo las de tipo anti-alcohol las únicas que pueden utilizarse a diferentes concentraciones (6 % o mayores para combustibles polares y 3 % para hidrocarburos).

Los espumógenos para espumas de media y alta expansión se suelen utilizar en porcentajes; de mezcla de 1 al 2 %, según los tipos.

3) Atendiendo el coeficiente de expansión de las espumas, éstas se clasifican en: baja, media y alta expansión. El coeficiente de expansión es la relación entre el volumen final de la espuma y el original del espumante que la produce.

- **ESPUMAS DE BAJA EXPANSION:** aquellas cuyo coeficiente de expansión están comprendidas entre 3 y 30.

- **ESPUMAS DE MEDIA EXPANSIÓN:** aquellas cuyos coeficientes de expansión están comprendidas entre 30 y 250.

- **ESPUMAS DE ALTA EXPANSION:** aquellas cuyos coeficientes de expansión están comprendidas entre 250 y 1,000

Existen dos formas de generar espumas, que son las siguientes :

La espuma química y la espuma mecánica.

ESPUMA QUIMICA.

La espuma química se forma de la combinación de los siguientes tres sistemas:

1° Una solución de agua que contiene una sal alcalina que generalmente es bicarbonato de sodio.

2° Una solución de sal ácida que normalmente es sulfato de aluminio.

3° Estos dos componentes al reaccionar forman dióxido de carbono (CO_2) en presencia de agente espumante produciendo así las burbujas que dan la consistencia de la espuma resistente al calor.

La operación de mezclado de las dos componentes de la espuma química se hace principalmente por tres métodos :

1 El primero utiliza dos recipientes; en uno de ellos se almacena la solución de sulfato de aluminio y en el otro la de bicarbonato de sodio más el agente estabilizador

(orozus); ambas soluciones se mezclan en un dispositivo conocido como proporcionador, obteniéndose la espuma en el punto de mezclado.

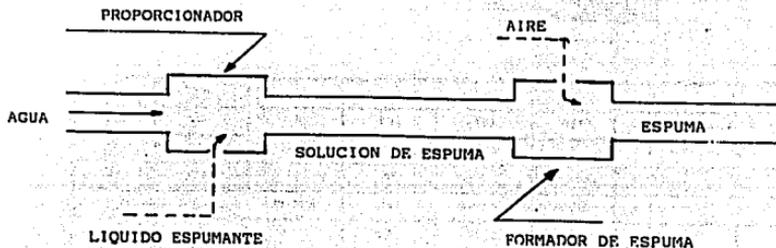
2 El segundo consiste en mezclar un solo polvo que contiene ambas sustancias, con el flujo del agua.

3 El tercero consiste en mezclar por separado cada polvo con su flujo de agua, uniéndose posteriormente ambas soluciones en las cámaras de mezclado para formar la espuma; éste último método es el más recomendable.

ESPUMA MECANICA.

La espuma mecánica se produce reuniendo en condiciones de turbulencia sus tres componentes que son : agua, aire y líquido espumante (estabilizador líquido); los cuales al mezclarse totalmente producen la espuma.

En la siguiente figura se muestra el método básico de combinar las tres componentes en un dispositivo conocido como formador de espuma.

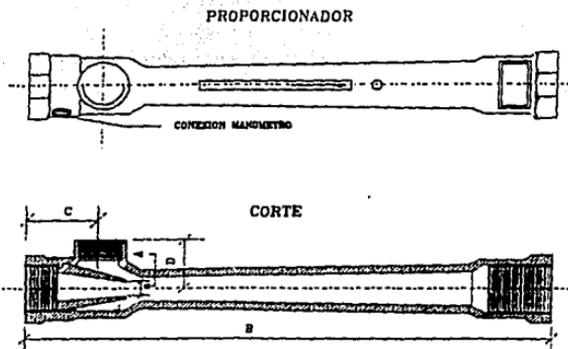


Equipo formador de espuma.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Consiste básicamente de un recipiente abastecedor del líquido espumante, que se combina con agua a presión en los proporcionadores para que ahí se forme la espuma, que es conducida por las tuberías a los tanques de almacenamiento, en donde una vez haciendo contacto con el aire en las cámaras generadoras se produce la "Espuma Mecánica" distribuyéndose en la superficie libre del combustible.

La solución espumante está compuesta generalmente de 97 partes de agua y 3 partes de líquido espumante, las cuales son combinadas por medio de los proporcionadores, ver figura No. 1.



MODELO	7L	16L	25L	30L	35L	45L	55L
G.P.M.	75	150	250	300	350	400	450
A	1	1	1 1/1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
B	14 5/8	14 5/8	1	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
C	2 5/8	2 5/8	2 15/16	2 15/16	2 15/16	2 15/16	2 15/16
D	1 7/8	1 7/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8

Figura No. 1 Dimensiones y características de los proporcionadores

COMPOSICION DEL SISTEMA DE ESPUMA MECANICA.

- 1 Tanque contenedor del líquido espumante
- 2 Bomba de suministro de agua.
- 3 Proporcionadores.
- 4 Cámaras generadoras de espuma.
- 5 Tolva de distribución.
- 6 Hidrantes.
- 7 Tanques de almacenamiento de la espuma.

CARACTERISTICAS DE LAS COMPONENTES.

1 **EL TANQUE CONTENEDOR** del líquido espumante debe tener ciertas características, y sus dimensiones deben de estar de acuerdo con las magnitudes de la instalación.

2 **LA BOMBA DE AGUA** deberá suministrar el gasto necesario así como, la presión requerida por los proporcionadores y cámaras generadoras de espuma, previendo el total de las pérdidas en tuberías y accesorios.

3 **LOS PROPORCIONADORES** básicamente son tubos venturi instalados directamente a la tubería, los cuales trabajan con el aumento de velocidad del agua a la salida de la tobera para así formar un vacío alrededor de ésta y proporcionar la solución.

La presión mínima de entrada para que trabajen es de 8.8 Kg/cm^2 (125 lb/in^2) pero, para obtener un mejor funcionamiento será mejor tener 10.55 Kg/cm^2 (150 lb/in.^2). Sin olvidar que a la salida de los mismos obtenemos un 70 % de la presión de entrada.

- 4 **LAS CAMARAS GENERADORAS** de espuma constan de dos partes:
- a) **LA BOQUILLA DE DISPERSION.**
 - b) **EL TUBO ASPIRADOR.**

LA BOQUILLA consta de una tobera con una aguja difusora a la salida, la cual dispersa la solución espumante produciendo un chiflón dentro del tubo aspirador succionando así el aire del exterior que pasa a través de una rejilla para formar de ésta manera la espuma.

EL TUBO ASPIRADOR debe tener cierta longitud y diámetro para formar una espuma mecánica adecuada. La cámara tiene un sello de vidrio a la entrada del tubo aspirador, que deberá resistir presiones del rango de 0.4 Kg/cm^2 (4 lb/in^2) producidas por los vapores y tendrá que romperse a una presión mínima de 1.8 kg/cm^2 (25 lb/in^2) en caso de incendio. Las dimensiones y características de las cámaras de espuma fuerón mostradas en la fig. No. 1, debiendo tener presente que necesitamos a la entrada una presión de 3.5 kg/cm^2 (50 Lb/in^2).

5 LAS TOLVAS DE DISTRIBUCION tienen la función de evitar la caída brusca de la espuma sobre la superficie libre del líquido inflamable e ir alimentando la capa en forma de espiral de las paredes del tanque hacia el centro lográndose con ésto aislarlas del contacto directo con las llamas.

6 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LA ESPUMA deberá tener ciertas dimensiones que estarán de acuerdo con las magnitudes de la instalación.

DETERMINACION DEL GASTO.

El gasto necesario de solución para extinguir un incendio en tanques verticales de almacenamiento de líquidos inflamables ha sido determinado experimentalmente con pruebas efectuadas en los laboratorios de las compañías de seguros que son las que dictan las normas que rigen las instalaciones contra incendio, y se considera lo siguiente :

Para los sistemas de Espuma Mecánica se ha fijado un gasto de 1 gpm. de solución por cada (10 Ft^2) de superficie libre de combustible; y el número de cámaras generadoras de espuma que deberán de instalarse en cada tanque vertical dependerá exclusivamente del diámetro de éstos, estando de acuerdo con la siguiente tabla :

Ø DEL TANQUE Ft	NO. DE CAMARAS DE ESPUMA REQUERIDAS
HASTA 20	1
DE 20 A 36	2
DE 36 EN ADELANTE	3

TABLA No. 2 Número de cámaras de espuma requeridas en función del diámetro del tanque.

SELECCION DE LA BOMBA

Una vez obtenido el gasto, la presión a la salida de la bomba quedará determinada por el diseño de los proporcionadores que requieren 10.55 Kg/cm^2 (150 lb/in^2 .) a la entrada para un funcionamiento óptimo, con lo cual ya podremos fijar la capacidad de ésta.

CALCULO DE LA TUBERIA.

Para que la presión en las cámaras generadoras de espuma sea en todos los casos de 3.5 Kg/cm^2 (50 lb/in^2), es necesario forzar las pérdidas por fricción variando los diámetros de la tubería.

A través de la tabla No. 3, obtenemos el gasto mínimo de solución espumante, y a travez de la tabla No. 4, obtenemos el tiempo de aplicación del líquido formador de espuma en función del tipo de riesgo.

TIPOS DE DESCARGA :

1 Descargas fijas con aditamentos para suministrar la espuma en la superficie del líquido. Ejemplo Cámaras de espuma con tubo de Moeller.

- 2) **Descargas fijas sin aditamentos.** Ejemplo cámaras comunes de espuma.
- 3) **Dispositivos portátiles de descarga** capaces de transportarse y ser elevados a los techos de los tanques.
- 4) **Aplicaciones con mangueras :** Este método ésta limitado para tanques horizontales y verticales que no exedan de 9 metros de diámetro y 6 metros de altura.

COMBUSTIBLES	APLICACION CON CAMARAS Lts/Min*M ²	APLICACION CON MANGUERAS Lts/Min*m ²
HIDROCARBUROS LIQUIDOS (1)	4.0	6.8
SOLVENTES QUE REQUIEREN ESPUMA RESISTENTE AL ALCOHOL,ALCOHOL METILICO, ETILICO PROPILICO, ETC.	4.2	6.8
ETER ISOPROPILICO Y SUSTANCIAS SIMILARES.	5.5	8.8
ETER DIETILICO Y SUSTANCIAS SIMILARES.	11	18.8

TABLA No. 3 Gasto mínimo de solución espumante para extinción de líquidos incendiados

(1) Para hidrocarburos altamente volátiles como la gasolina, se considera dos veces el valor especificado en la tabla.

TIPOS DE DESCARGA DE ESPUMA. SUBSTANCIAS COMBUSTIBLES:	R I E S G O S			
	LIGERO	COMUN 1 Y 2	COMUN 3 Y ALTO	
	M I N U T O S			
A).- ACEITES LUBRICANTES.	15	25	35	35
B).- KEROSINA, DIESEL, ETC.	20	30	50	50
C).- GASOLINA, NAFTA, BENZOL, ETC.	30	55	65	65
D).- PETROLEO CRUDO	30	55	65	65
SOLVENTES SOLUBLES AL AGUA:				
E).- ALCOHOL ETILICO, METILICO, ISOPROPILICO, ETC	20	30	50	50
F).- ETER ISOPROPILICO Y SUSTANCIAS SIMILARES.	20	30	50	50
G).- ETER DIETILICO Y SUSTANCIAS SIMILARES.	25	50	65	65

TABLA No. 4 Tiempo de aplicación del líquido formador de espuma necesaria para extinción de incendios de diferentes tipos de combustibles, usando diferentes métodos de aplicación y los gastos especificados previamente en la tabla No 3 .

La cantidad total de agente productor de espuma para extinguir incendios en

tanques, puede calcularse de acuerdo con las recomendaciones de la asociación " National Fire Protection ". Se requiere contar con el diámetro del tanque, tipo de combustible incendiado, tipo de descarga y el agente espumante (químico o mecánico)

OBSERVACIONES.

- La utilidad de este sistema está limitado por la capacidad de almacenamiento y por la distancia que debe de recorrer la espuma antes de llegar a su destino.

- La solución de sulfato de aluminio es corrosiva, por lo que es necesario contar con recipientes especiales para su almacenaje; la solución de bicarbonato de sodio se descompone con el tiempo y debe cambiarse periódicamente.

- Este sistema requiere de especial precaución con respecto a las descargas en partes energizadas, ya que es eléctricamente conductor.

4.7 SISTEMAS DE BIXIDO DE CARBONO " C O ₂ "

INTRODUCCION

El bióxido de carbono ha sido usado por muchos años en los sistemas de extinción de incendios. Es efectivo para la mayor parte de materiales combustibles, con pocas excepciones, pero especialmente satisfactorio para equipo eléctrico vivo (El CO₂ es un gas inerte eléctricamente hablando no conductor o cerca de éste).

La forma en que extingue el fuego es reduciendo la concentración de oxígeno.

El uso y limitaciones de este tipo de sistemas generalmente es en equipos en donde el factor limpieza es básico, ya que una vez que haya cumplido su cometido no queda huella alguna debido a la rápida volatilización del mismo.

Mencionaremos algunos de los más importantes tipos de riesgos en donde los sistemas en cuestión pueden funcionar de una manera satisfactoria

- 1 Gases, líquidos y materiales inflamables.
- 2 Riesgos eléctricos, como transformadores, interruptores, switches y motores.
- 3 Máquinas que usen cualquier tipo de combustible.
- *4 Materiales carbonosos.

* Únicamente controla apagando la flama quedando por extinguir en otra forma las brazas que existen en los residuos.

TIPOS DE SISTEMAS

Actualmente se conocen cinco diferentes tipos de sistemas de bióxido de carbono.

- a) Sistema de saturación total.
- b) Sistema de aplicación local.
- c) Sistema de descarga abierta.
- d) Sistema de mangueras de mano.
- e) Sistemas de tubería y abastecimiento móvil.

a) SISTEMA DE SATURACION TOTAL.

Consiste básicamente en una instalación de tuberías y toberas de descarga en una área cerrada en donde puede existir riesgo de incendio. La forma de operar podrá ser automática o manual.

b) SISTEMA DE APLICACION LOCAL.

Difiere del anterior en que solamente está cubierta una porción en donde se encuentran los materiales inflamables, ver Tabla No. 5.

c) SISTEMA DE DESCARGA ABIERTA.

Es una combinación de los dos sistemas anteriores.

d) SISTEMAS DE MANGUERA DE MANO.

Prácticamente es un sistema provisto con mangueras y difusores que se operan manualmente.

e) SISTEMAS DE TUBERIAS Y ABASTECIMIENTO MOVIL.

Consiste en una unidad móvil de dióxido de carbono que podrá ser transportada y conectada a un sistema de tuberías previamente instaladas en las áreas de riesgo.

Existe el riesgo para el elemento humano si permanece en las áreas cerradas que van a ser saturadas de CO_2 ya que la concentración de oxígeno se reduce considerablemente.

Los elementos principales que constituyen un sistema de dióxido de carbono son:

- Fuente de abastecimiento del gas, que siempre son tanques en los cuales se encuentra a presión y a $70^{\circ} F$.

- La red de tuberías cuyos diámetros previamente calculados de acuerdo al número de boquillas de descarga que tienen que alimentar, así como el volumen que tiene que cubrirse y a la presión requerida.

- Las alarmas que funcionan con el sistema.

- Las boquillas o difusores de descarga se fabrican en diferentes tipos de acuerdo a la cantidad de gas que deben de descargar.

- Las tuberías y conexiones deberán ser de preferencia de los siguientes materiales :

Tubos de fierro galvanizado, de cobre o bronce o cualquier otro material que esté protegido o tratado para resistir la acción de la corrosión tanto interior como exterior.

- Los tubos y juntas de fierro negro también podrán ser usados, pero para instalarse en lugares en donde la atmósfera sea relativamente no corrosiva.

Otra de las propiedades que deberán tener las tuberías es que puedan resistir altas temperaturas y presiones para así evitar posibles deformaciones que pudieran dejar fuera de servicio al sistema.

En los sistemas que usen alta presión, todas las conexiones, accesorios y tuberías deberán estar probadas a una presión de 351.54 Kg/cm^2 ($5\ 000 \text{ lb./in}^2$) y los que trabajen a baja presión deberán estar probados a 126.55 Kg/cm^2 (1800 lb./in^2). Deberán reducirse en lo más posible las pérdidas de presión por fricción a lo largo de la tubería así como prever las posibles contracciones y dilataciones debidas a los cambios de temperatura; y en los casos en donde exista la posibilidad de explosiones, protegerla y soportarla de tal manera que impida que sea desplazada.

Se deberán instalar válvulas de alivio para cerrar secciones de la tubería que operará entre 168.7 a 211 Kg/cm^2 (2400 a 3000 lb/in^2) en los sistemas de alta presión y de 31.6 Kg/cm^2 (450 lb/in^2) en los de baja presión.

Debido a los cambios de temperatura, la presión del gas varía por lo que es muy importante checar que los discos de seguridad de los cilindros sean los adecuados para así poder evitar posibles accidentes.

VOLUMEN DEL LUGAR POR PROTEGER (Ft ³)	CANTIDAD DE CO ₂ EN (LBS)	NUMERO DE CILINDROS
500	35	1 - 35 LBS.
800	50	1 - 50 LBS.
1100	70	1 - 75 LBS.
1600	100	2 - 50 LBS.
2400	133	2 - 75 LBS.
3000	166	3 - 75 LBS.
6000	300	4 - 75 LBS.
10000	500	4 - 74 LBS.
15000	750	10- 75 LBS.
20000	1000	14- 75 LBS.
30000	1500	20- 75 LBS.
40000	2000	27- 75 LBS.
50000	2500	34- 75 LBS.
60000	2730	37- 75 LBS.

TABLA No. 5 Para el sistema de aplicación local.

A continuación mencionaremos el criterio a seguir para el diámetro de las tuberías y conexiones de acuerdo a la cantidad en libras de CO₂ requerido para la protección de áreas específicas, ver Tabla No. 6.

Es conveniente mencionar que para la protección de los equipos eléctricos en movimiento, existe un sistema llamado de acción retardada o sea, que aunque el equipo por proteger ya haya sido extinguido, el CO₂ seguirá saliendo hasta que el movimiento de los motores, generadores haya cesado.

Para calcular la cantidad de CO₂ requerido, será necesario hacer un estudio especial, pero basado en el siguiente criterio :

De 1 Lb. de gas x cada 10 Ft³ hasta 2 000 Ft³

y de 1 Lb. de gas x cada 12 Ft² para espacios mayores.

Los dispositivos actualmente usados para la operación de éstos sistemas son dos :

a) **TIPO ELECTRICO.** Trabaja de la siguiente manera; un termostato recibe inicialmente el aumento de temperatura, accionando al dilatarse unos contactos eléctricos que transmiten la señal al diafragma que cierra al sistema, provocando así su operación.

b) **TIPO NEUMATICO.** Opera al aumentar la presión del aire por el incremento de la temperatura desplazando el diafragma de control de la salida.

CANTIDAD MAXIMA DE CO ₂ REQUERIDA EN (Lbs.)	DIAMETRO INTERIOR DEL TUBO EN (Pulg.) Y CALIBRE	AREA DEL DIAMETRO INTERIOR EN Pulgs. ²
100	1/2" TUBO CED. 40	0.304
225	3/4" TUBO CED. 40	0.533
300	1" TUBO CED. 80	0.719
600	1 1/4" TUBO CED. 80	1.282
800	1 1/2" TUBO CED. 80	1.767
1400	2 1/2" TUBO CED. 80	2.953
2000	3" TUBO CED. 80	6.605

TABLA No. 6 Diámetro interior, calibre y área del diámetro interior en función de la cantidad máxima de CO₂ requerida

4.8 SISTEMAS AUTOMATICOS DE POLVO QUIMICO.

INTRODUCCION.

El polvo químico seco hasta la fecha, es el agente de mayor poder de extinción y ventajas, en comparación con los descritos anteriormente. Prácticamente ha venido a sustituir al bioxido de carbono, ya que su uso fundamental es en los incendios del Tipo "B" (líquidos inflamables) y en los del Tipo "C" (equipo eléctrico, energizado). Puede aplicarse también en los incendios del Tipo "A" (materias carbonosas), ya que aunque no tiene las propiedades de apagar las brasas, si es muy efectivo en apagar las flamas, por lo que prácticamente controla y evita la propagación del incendio.

En la actualidad, ya se fabrican polvos con las propiedades de poder atacar cualquier tipo de fuego.

El sistema básicamente es igual a los de bioxido de carbono, con la lógica diferencia de que consta de un tanque que contiene al polvo de la capacidad que se requiera; un cilindro de nitrógeno generalmente (puede ser CO_2) que va a tener la función de expeler el polvo a presión, además de formar una atmósfera inerte.

Existen tres tipos de sistemas :

- a) De aplicación o saturación total.
- b) De aplicación local.
- c) De aplicación local compuesto con mangueras y chiflones de operación manual.

Los lugares en donde generalmente se instalan son similares al del CO_2 , pero donde el riesgo es mucho mayor.

La tubería que sale de los cilindros, casi siempre es de 5 cm (2 ") como matriz, de donde salen los ramales de 3.81 cm (1 1/2 ") y cabezales de 2 cm (3/4 ") de cuyos extremos se instalarán las boquillas de descarga.

En éste tipo de sistemas el número de boquillas de descarga de acuerdo al área que se tiene que cubrir puede ser de 4-8-16-32.

Para calcular el número de boquillas, podremos usar la fórmula siguiente :

$$\text{No. de Boquillas} = \text{volumen} / 500$$

donde:

500 : es el volumen de descarga por boquilla en Ft³

y para definir la capacidad del tanque de polvo :

$$\text{Cap. T.} = \text{Volumen} * 0.0385$$

Uno de los puntos más importantes en las tuberías es el cálculo de las conexiones, codos, tes, ya que son los lugares en donde podemos tener las mayores pérdidas tanto de presión como de flujo de polvo.

La separación mínima entre tuberías es de 20 veces el diámetro de las mismas.

En el tipo de sistemas de aplicación local, deberán considerarse los siguientes puntos:

- 1 Determinar exactamente el área que se quiere proteger.
 - 2 Referir a una gráfica el área que se va a proteger para saber la cantidad mínima de polvo necesario, así como el tiempo mínimo de descarga.
 - 3 Las tuberías se designarán alfabéticamente, la que sale de la unidad como la "A", la "B" la que sale del ramal de "A", la "C" la que sale del ramal de "B", así sucesivamente.
- Las tuberías serán seleccionadas suponiendo un flujo de 12 Lbs/seg.

A continuación se muestra la tabla No. 7, que nos sirve para calcular las caídas de presión en las tuberías.

DESIGNACION DEL TUBO	DIAMETRO DEL TUBO	DESCARGA MINIMA (LB/SEG)	PERDIDAS DE PRESION POR (FT) DE TUBO
A	2	12.4	0.1280
A	1 1/2	7.3	0.3470
A	1 1/4	5.4	0.5260
A	1	3.3	1.9400
A	3/4	2.0	5.2000
B	2	24.8	0.0275
B	1 1/2	14.6	0.0755
B	1 1/4	10.8	0.1400
B	1	6.6	0.4200
B	3/4	4.0	1.1000
B	1/2	2.4	3.3800
C	1 1/2	29.2	0.0166
C	1 1/4	21.6	0.0309
C	1	8.0	0.0917
C	3/4	8.0	0.2440
C	1/2	4.8	0.7800
D	1	26.4	0.0201
D	3/4	16.0	0.0540
D	1/2	9.6	0.1600
E	1	52.8	0.0051
E	3/4	32.0	0.0120
E	1/2	19.2	0.0350
F	1/2	38.4	0.0074

TABLA No. 7 Para calcular las caídas de presión en las tuberías de los sistemas de polvo químico.

NOTA : Todas las caídas de presión se calcularán considerando un flujo de 12 Lb/seg

Ya que el polvo químico seco se está usando en la actualidad con mucho éxito en los siniestros en equipo eléctrico, es conveniente mencionar las distancias en las que se puede aplicar de acuerdo a los voltajes existentes, ver Tabla No. 8.

VOLTS	DIST. EN (CMS).
7,500	6
16,000	12
25,000	17
37,000	24
50,000	32
73,000 A 88,000	52
88,000 A 110,000	64
110,000 A 132,000	77
132,000 A 154,000	89
154,000 A 187,000	106
187,000 A 220,000	124

TABLA No. 8 Relación de los voltajes existentes en función de la distancia de aplicación del sistema de extinción.

4.9 HIDROCARBUROS HALOGENADOS (HALONES)

INTRODUCCION.

El gas halón es un agente extintor que resulta al ser substituido el hidrógeno del metano (CH_4) por elementos del grupo de los halógenos (flúor, cloro, bromo).

En condiciones normales (21°C) de temperatura y cierta presión manométrica de vapor, el halón es un gas. En los equipos contra - incendio el halón se encuentra en estado líquido, porque se le aplica una presión mayor a la citada.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

De acuerdo a los elementos de que se compone el halón, existen varios tipos, de los cuales los más usuales son el Halón 1301 (Bromotrifluorometano BrCF_3) y el Halón 1211 (Bromoclorodifluorometano BrCClF_2). Las características de éstos tipos de Halones son similares, con la diferencia de que el Halón 1301 es menos toxico que el Halón 1211, lo mismo que su capacidad de extinción.

- Densidad relativa mayor que la del aire.
- Forman atmósferas inertes.
- Producen un olor acre ligeramente irritante.
- Son ligeramente tóxicos.
- No dejan residuos.
- No son corrosivos.
- No conducen la electricidad.
- Interrumpen la reacción en cadena del fuego.

APLICACION.

Al descargar el Halón sobre el fuego, se encuentra en estado líquido, pero al contacto con él, se vaporiza rápidamente interrumpiendo la reacción en cadena del fuego, además, por ser más pesado que el aire, lo desplaza formando una atmósfera inerte, de ésta manera el fuego se extingue. Cuando se apaga un fuego de sólidos ordinarios con Halón, debe aplicarse agua, ya que el Halón no posee la propiedad de enfriar.

OBSERVACIONES.

El Halón 1301 es un gas a 21°C y 14 Kg/cm² de presión manométrica de vapor. Las atmósferas con una concentración de éste gas mayor al 10 % son tóxicas.

El Halón 1211 es un gas a 21°C y 1.4 Kg/cm². de presión manométrica de vapor.

Las atmósferas con una concentración de éste gas mayor al 4 % son tóxicas.

Tomando en cuenta el grado de toxicidad, se ópto por utilizar el Halón 1301 para sistemas automáticos.

Cabe hacer el siguiente comentario; La capacidad de extinción del fuego del Halón 1211 es mayor que la del 1301, por lo que en algunos casos especiales es conveniente utilizar un sistema de extinción a base de Halón 1211.

4.10 EXTINGUIDORES PORTATILES.

Esta sección tiene por objeto servir de guía a las personas encargadas de la selección, adquisición, aprobación, registro, control y mantenimiento del equipo portátil de extinción de incendios.

El extinguidor portátil es un aparato autónomo, capaz de ser transportado y utilizado a mano, que contiene un agente extintor, que puede ser proyectado y dirigido contra el fuego por una presión interna.

El extinguidor portátil de incendios, por sus características, es el medio básico de lucha contra incendios, ya que con él puede obtenerse gran accesibilidad, variada gama de agentes extintores aplicables a todos los tipos de fuegos, sin originar trastornos importantes en el entorno. Sin embargo, debido a su uso manual y a su limitada efectividad, debe ponerse especial cuidado en su elección y en su utilización, ver figuras No. D.

Los extinguidores portátiles son clasificados para usarse en determinados tipos de fuego ver cuadro No. 1, y son clasificados además por su poder relativo de extinción a la temperatura de 21°C. en pruebas efectuadas por laboratorios de confiabilidad reconocida.

La clasificación más aceptada es la siguiente :

Extinguidores A, probados en fuego A, de madera, papel, etc.

Extinguidores B, probados en fuego B, de una capa de 5 cm. de líquidos inflamables depositados en charolas rectangulares.

Extinguidores C, no probados. El agente extintor debe ser no conductor de electricidad.

Extinguidores D, probados en fuego D, en pruebas especiales de fuegos de metales combustibles.

Clasificación según el agente extintor		Aplicaciones	Ventajas	Inconvenientes	Peligros
AGUA	a chorro	• Fuegos con brasa	• Gran alcance	• Dispersión del incendio • Poca penetración • Daños adicionales en documentos	• Fuego de equipos en presencia de tensión eléctrica (con agua pulverizada el peligro es menor) • Fuegos de metales
	pulverizada	• Fuegos con brasa	• Gran penetración en fuegos con brasa	• Poca alcance	
	pulverizada con aditivos AFF	• Fuegos con brasa • Fuegos de líquidos inflamables	• Mejora la eficacia del agua	• No extingue fuegos dinámicos	
ESPUMA		• Fuegos con brasa • Fuegos de líquidos inflamables	• Efecto acumulable a partir de la densidad crítica de aplicación	• Hidroización del espumógeno • No extingue fuegos dinámicos (derrames)	• Fuegos de metales • Fuegos de equipos bajo tensión eléctrica
PÓLVO	químico seco (BC)	• Fuegos de líquidos inflamables • Fuegos combustibles gaseosos o líquidos bajo presión • Fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica	• Alta eficacia		
	polivalente (ABC)	• Fuegos con brasa • Fuegos de líquidos inflamables • Fuegos de combustibles gaseosos o líquidos bajo presión • Fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica	• Alta eficacia	• Pueden originar daños en máquinas o equipos delicados	
	especial (D)	• Fuegos de metales			• Suenen ser específicas para tipos concretos de metales
DIOXIDO DE CARBONO		• Fuegos de líquidos inflamables y combustibles gaseosos confinados o de pequeño tamaño • Fuegos en presencia de tensión eléctrica	• No deja residuos	• Baja eficacia	• Asfixiante • Puede originar quemaduras por alta temperatura en la descarga
HALON 1211		• Fuegos de líquidos inflamables • Fuegos de combustibles gaseosos o líquidos bajo presión • Fuegos en presencia de tensión eléctrica	• No deja residuos	• No muy eficaz frente a fuegos con brasa	• Corrosiones • Productos tóxicos en la descomposición del agente
PRESIÓN PERMANENTE		• Extintores de CO ₂ siempre • Extintores de halón, habitualmente • Extintores de agua y espuma • Extintores de polvo	• Extintores sencillos • Aplicables para uso por personal poco adiestrado	• No detienen la tensión de agente extintor a la mayoría de las partes operativas sin descargar el agente extintor lo que obliga a una nueva recarga	
PRESIÓN NO PERMANENTE		• Extintores de halón muy raramente • Extintores de agua y espuma • Extintores de polvo	• Permiten la recarga de agente o de menor esfuerzo tras las descargas • Por lo general su mantenimiento permite mayor efectividad en el extinción de incendios	• Requiere mayor número de operaciones para su funcionamiento • Exige un adecuado mantenimiento para evitar accidentes en la бурста a presión • Aplicables para uso por personal adiestrado	

CUADRO No. 1 - PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE APLICACION SEGUN EL AGENTE EXTINTOR.

La clasificación de extinguidores obliga a presentar la clasificación de los riesgos, lo que se hace enseguida :

RIESGO LIGERO. Es aquel en que la cantidad de líquidos inflamables o combustibles constituyen posibilidades de fuego reducidos. Puede corresponder a oficinas, aulas, salas de reuniones, centrales telefónicas, etc.

RIESGO COMUN.- Es aquel en que la cantidad de líquido inflamables o combustibles puede producir fuegos de dimensiones moderadas. Pueden comprenderse en este riesgo bodegas, salas comerciales, estacionamientos de automóviles cocheras, talleres pequeños, almacenes no clasificados como de riesgo alto, talleres de escuelas, etc.

RIESGO ALTO.- Es aquel en que la cantidad de líquidos combustibles o inflamables puede producir un incendio de magnitudes graves. Pueden comprenderse en este grupo, talleres de carpintería, de reparación de automóviles, de aviones, almacenes con objetos en trincheras o anaqueles elevados de materiales combustibles, o sitios en los que se efectúen trabajos de pintura, de impregnación de materiales o manejo de líquidos inflamables.

La clasificación de extinguidores debe consistir de una letra que indique la clase de fuego en la que el extinguidor ha resultado efectivo. Esta LETRA ("A" o "B" únicamente) estará precedida de un número arábigo que indique la relativa capacidad del extinguidor.

Los extinguidores clasificados para usarse en fuegos clase C o clase D no deben ser requeridos de tener el número que acompañe a la letra de clasificación.

Los fuegos de líquidos o gases sometidos a presión deben considerarse como un riesgo especial, ya que algunos extinguidores de espuma o bióxido de carbono, clasificados para fuego B, han resultado ineficaces en éste riesgo debido a las características del chorro emitido y del agente extintor. La selección de extinguidores

para este tipo de fuego debe hacerse en base a las recomendaciones de los fabricantes de éste equipo especializado.

El sistema utilizado para clasificar los extinguidores para fuegos B (líquidos inflamables en espesor considerable) no es aplicable en éste tipo de riesgo.

Se ha comprobado que es necesario usar chiflones de diseño especial y la aplicación del agente extintor en emisiones especiales. De esto se desprende que : No es conveniente intentar la extinción de éstos fuegos a menos que haya seguridad razonable de que la salida del combustible pueda ser interrumpida.

TAMAÑO DE EXTINGUIDORES PARA FUEGO CLASE C.

Los extinguidores con clasificación C deben estar disponibles en los lugares en que exista equipo eléctrico energizado lo que requiere un agente extintor no conductor de energía eléctrica. Este riesgo comprende el fuego directo del equipo eléctrico y el fuego de materiales que estén cerca de dicho equipo.

Puesto que el fuego en sí es de Clase A - B, los extinguidores deben escogerse y localizarse considerando el riesgo de fuego Clase A o B.

En la inteligencia de que previamente al disparo de cualquiera de los extinguidores, Clase A o B, deben desenergizarse el equipo eléctrico involucrado en el fuego.

TAMAÑO DE LOS EXTINGUIDORES CLASE D.

Estos extinguidores deben proveerse en los sitios en que haya riesgo de fuego de metales combustibles; y se colocarán a una distancia no mayor de 22 m. La determinación del tamaño de éstos extinguidores debe basarse en las características del metal combustible, el tamaño de sus partículas, el área por proteger y las recomendaciones escritas del fabricante fundadas en las pruebas de control efectuadas.

Inspección, mantenimiento y recargado de los extinguidores.

INSPECCION : Es una verificación rápida de que el extinguidor está disponible y en condiciones de ser útil. La inspección tiene el objeto de dar una seguridad razonable de que el extinguidor está cargado y que puede operarse. Esto se efectúa viendo que esté en el lugar designado; y que no muestre daño físico visible ni condiciones que indiquen que está fuera de servicio.

MANTENIMIENTO.- Este se efectúa mediante una revisión completa del extinguidor. Con la que se pretende lograr una seguridad máxima de su operabilidad, efectividad y confiabilidad. El mantenimiento incluye un examen completo y de ser necesario la reparación pertinente. Por lo general se hace forzoso someterlo a la prueba hidrostática.

RECARGA.- Esta consiste en la reposición total o parcial del agente extintor. También comprende la reposición del aire o gas a presión que requieren algunos tipos de extinguidores.

La inspección debe ser mensual o a intervalos más frecuentes cuando las circunstancias lo requieran.

INSTRUCTIVO.

- 1 El extinguidor debe de estar en un lugar designado.
- 2 Debe de estar accesible, y su visibilidad no debe ser obstruida.
- 3 Las instrucciones de operación deben estar claramente visibles en la placa del extinguidor y esta placa colocada al frente.
- 4 Debe reponerse el sello u otra señal rota o faltante.

- 5 En los extinguidores cargados con agua, carentes de manómetros, la carga debe comprobarse por el peso.
- 6 Cualquier daño físico, corrosión fuga o boquilla tapada debe registrarse.
- 7 La lectura de manómetros indicadores de presión baja deben registrarse.

CORRECCIONES.

Cuando la Inspección indique que el extinguidor ha sido mal manejado, que esté dañado, inutilizado, que tenga fuga, bajo de carga o sobrecargado, corrosión franca, éste extinguidor deberá someterse al mantenimiento necesario.

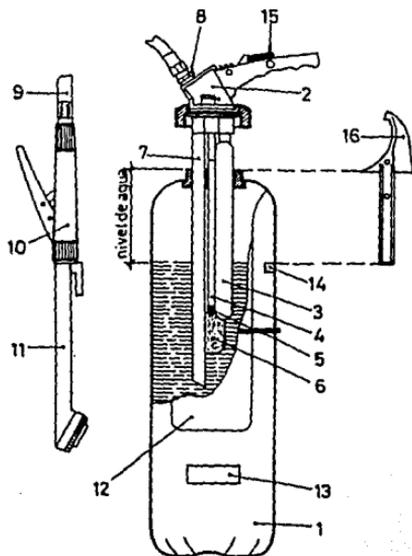
MANTENIMIENTO.

Los extinguidores deben someterse a mantenimiento con no más de un año de intervalo o cuando claramente se determine como resultado de la Inspección.

ADVERTENCIA:

- a) No deben usarse dos o más extinguidores de menor tamaño para satisfacer los requerimientos de uno mayor.
- b) Para el caso de líquidos inflamables de aspersion considerable como en el caso de tanques profundos, debe preverse un extinguidor clase B a razón de una unidad de potencia extintora por cada 9 m². (1 Ft²) de superficie de líquido inflamable del tanque de mayor superficie en el área. (La Información específica sobre protección de tanques de combustible se encuentra en la Norma correspondiente).

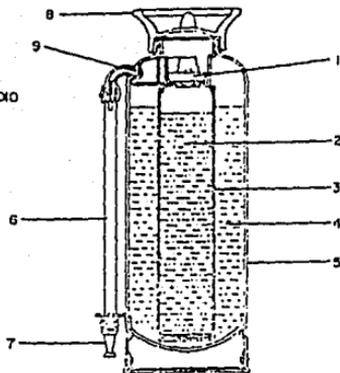
FIG. D - TIPOS DE EXTINGUIDORES.
SEGUN EL AGENTE EXTINTOR.



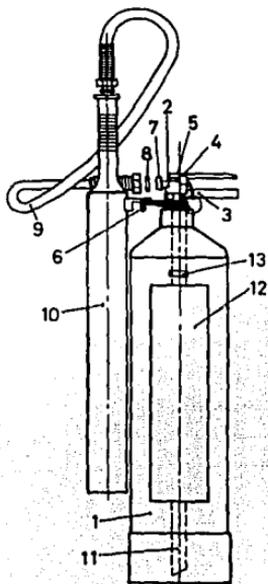
- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Cuerpo extintor. | 9. Manguera. |
| 2. Tapa de cierre. | 10. Lanza de salida. |
| 3. Boiellin de gas impulsor. | 11. Difusor de salida. |
| 4. Tubo repartidor. | 12. Etiqueta instrucciones. |
| 5. Racord de unido. | 13. Contraste oficial. |
| 6. Frasco espumogeno. | 14. Etiqueta nivel carga. |
| 7. Tubo salida agua. | 15. Precinto de seguridad. |
| 8. Racord acoplamiento manguera. | 16. Llave tapa. |

EXTINGUIDOR DE AGUA.

- 1- TAPA DEL RECIPIENTE INTERIOR
- 2- SOLUCIÓN "A" SULFATO DE ALUMINIO
- 3- RECIPIENTE INTERIOR
- 4- SOLUCIÓN "B" BICARBONATO DE SODIO
- 5- CILINDRO
- 6- MANGUERA
- 7- BOQUILLA
- 8- MANERAL
- 9- FILTRO



EXTINGUIDOR DE ESPUMA.

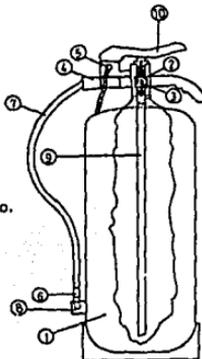


1. Cuerpo del extinguidor.
2. Válvula salida CO₂.
3. Membrana de seguridad.
4. Pasador con anilla y cadena.
5. Precinto.
6. Soporte lanza difusora.
7. Racord acoplamiento.
8. Junta.
9. Manguera.
10. Lanza difusora.
11. Tubo salida.
12. Etiqueta instrucciones.
13. Contraste oficial.

EXTINGUIDOR DE BIXIDO DE CARBONO.

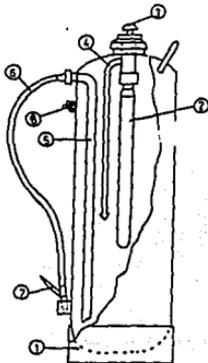
SEGUN EL TIPO DE FUNCIONAMIENTO.

1. Cuerpo extintor.
2. Cuerpo de la válvula.
3. Orificio conexión manómetro.
4. Racor unión manguera.
5. Pasador de seguridad.
6. Boquilla.
7. Manguera.
8. Soporte de manguera.
9. Tubo sonda salida.
10. Palanca de accionamiento.



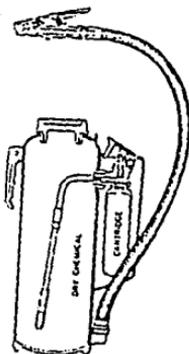
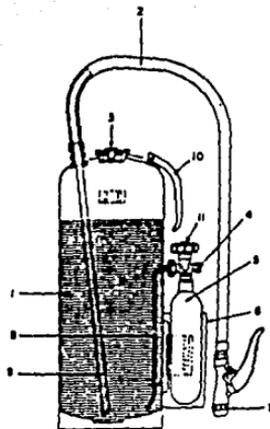
EXTINGUIDOR DE PRESION PERMANENTE.

1. Cuerpo extintor.
2. Botellín.
3. Conjunto percutor.
4. Acceso de gas impulsor.
5. Tubo salida agente.
6. Manguera.
7. Lanza salida polvo.
8. Válvula de seguridad.



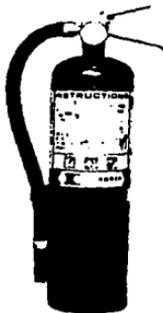
EXTINGUIDOR DE PRESION NO PERMANENTE CON AGENTE IMPULSOR ENCAPSULADO INTERNO.

- 1.—Recipiente para el polvo químico seco
- 2.—Manguera
- 3.—Tapa para llenado, con válvula de seguridad
- 4.—Válvula de seguridad
- 5.—Cilindro con bióxido de carbono o nitrógeno a presión
- 6.—Soporte para el cilindro de bióxido de carbono o nitrógeno
- 7.—Boquilla de descarga
- 8.—Tubo de alimentación del bióxido de carbono
- 9.—Tubo alifón
- 10.—Maneral
- 11.—Válvula de tornillo del cilindro de gas

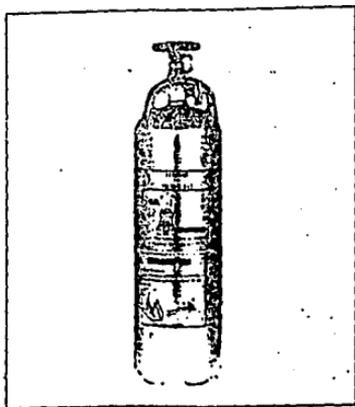


EXTINGUIDOR DE PRESION NO PERMANENTE CON
AGENTE IMPULSOR ENCAPSULADO EXTERNO.

SEGUN EL SISTEMA DE CONTROL DE PROYECCION.



POR PALANCA



POR VOLANTE

182

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO V

REGLAMENTACION Y ANALISIS DE COSTOS

5.1 REGLAMENTACION CIVIL

REGLAMENTACION DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

La sociedad para prevenir la concreción de riesgos que puedan afectar tanto sus propiedades así como su seguridad personal, ha tratado a lo largo de la historia de implementar medidas que prevengan, o disminuyan, los daños resultantes en caso de que el siniestro se presente.

Uno de los aspectos que se pueden considerar para aumentar la seguridad integral de las personas, y de sus propiedades, es el de la seguridad contra los incendios.

La reglamentación es el primer pilar de la seguridad, y en ella se marcan los criterios generales y básicos de actuación, se delimitan responsabilidades, y definen las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplirse en todo tipo de actividades e instalaciones.

Este primer elemento se presenta poco acorde con la realidad actual de los tiempos en que vivimos. Las reglamentaciones sobre prevención de incendios en nuestro País adolecen de:

- Falta de coordinación en aspectos que son de competencia a la vez de varios organismos, tanto del sector privado como del sector público
- Antigüedad y desfase con las formas de vida actuales
- Son incompletas, ya que quedan amplios campos sin cubrir

Existen en México algunos reglamentos y disposiciones tendientes a normar los requisitos mínimos que deben cumplir los edificios y construcciones para prevenir incendios en los mismos.

Algunos de ellos son :

a) Orientados al Diseño y Construcción de Inmuebles:

- Reglamento de Construcción del Distrito Federal.
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
- Reglamento de Ingeniería Sanitaria

b) Orientados a la Seguridad Laboral

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo e Instructivos

Dichas disposiciones y reglamentos la mayoría de las veces solo dan sugerencias demasiado generales y vagas, en los artículos que las componen, sobre las medidas a tomar para prevenir realmente un incendio. Sin embargo constituyen un punto de partida para lograr dicho objetivo.

Para asesorar a los usuarios sobre la aplicación de la Reglamentación sobre incendios y vigilar su cumplimiento , se precisan unos servicios de inspección bien dotados en número, conocimiento y preparación.

Esta labor esta aceptablemente cubierta en la mayoría de los países desarrollados por servicios adscritos a la administración pública, los cuales normalmente recaen en los cuerpos de bomberos y en servicios de inspección de Dependencias Públicas como la Secretaria del Trabajo, la Secretaria de Desarrollo Social y el Instituto Mexicano del Seguro Social entre otras, que definitivamente en nuestro país resultan insuficientes, para llevar la labor inspectora a todos los edificios, industrias e instalaciones donde es necesaria.

En el apéndice referente a la reglamentación de incendios se enlistan o describen en forma general las principales disposiciones contenidas en los Reglamentos que hay en nuestro

País relacionados sobre seguridad y prevención contra incendios los cuales también se pueden clasificar en :

- A) Leyes Primarias**
- B) Leyes Secundarias**
- C) Normas y reglamentos**

Las Leyes Primarias (como es el caso de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos) solo dan las directrices en forma general de los aspectos que sobre seguridad se deben de cubrir.

Las Leyes Secundarias son las que tratan de concretizar los aspectos de seguridad mencionados dentro de las Leyes Primarias, dando lineamientos de prevención y control de riesgos de una forma mas particular, detallada y profunda.

Las Normas y Reglamentos son el instrumento con el cual las Leyes Secundarias tratan de dar parámetros de referencia acerca de los requisitos mínimos que se deben de cumplir para la prevención y control de riesgos de una manera específica.

- A) Leyes Primarias :**

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

- B) Leyes Secundarias :**

**LEY FEDERAL DEL TRABAJO
(REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 123 CONSTITUCIONAL, APARTADO A)**

LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS

- C) Normas y reglamentos :**

**REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
E INSTRUCTIVOS**

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

REGLAMENTO SOBRE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS

REGLAMENTO Y NORMAS DE LAS COMPAÑIAS ASEGURADORAS.

En dicho apéndice se detallan mas ampliamente las leyes y reglamentos mas importantes que se deben de considerar como mínimo para la prevención y control de incendios. Por su importancia, cabe mencionar que los aspectos referentes al reglamento y normas del ramo de incendio de las compañías aseguradoras se trata por separado en el siguiente tema.

5.2 NORMAS Y REGLAMENTO DE COMPAÑÍAS ASEGURADORAS

NORMAS DE LA ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS, A.C.(A.M.I.S.)

Las compañías aseguradoras mexicanas han formado un organismo privado denominado Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), autorizado por la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros (CNBS), cuyo objetivo es regular las actividades, especialmente las técnicas, de los seguros.

Para este fin, dicha asociación específica, expide y aprueba unilateralmente y/o de común acuerdo o por solicitud de sus asociadas los diferentes reglamentos, normas, requisitos y demás condiciones que deben regir en los seguros de incendio.

Por tal motivo, se ha elaborado un reglamento denominado "MANUAL DEL RAMO DE INCENDIO, Reglamentos y Tarifa" cuyas disposiciones son de suma importancia debido a su contenido técnico que ha sido tomado elementalmente de los diferentes reglamentos y especificaciones estadounidenses y europeos, siendo lo más importante desde su publicación la aplicación que se ha hecho de las características mexicanas a través de las enmiendas, las adiciones y sobre todo las experiencias.

La función del seguro es colateral al adoptar recursos preventivos y de protección para la prevención de daños por incendio, ya que las aseguradoras están igualmente interesadas, como los propietarios, en la preservación de los bienes materiales, por lo que será útil conocer los requisitos mínimos que a través de la experiencia han establecido dichas instituciones

A. LOS RIESGOS

En el lenguaje de seguros los riesgos son también los bienes o propiedades asegurables, y se encuentran divididos para incendio en:

A1. LOS CONTENIDOS

Que son los bienes muebles, como maquinaria, mercancía, productos u objetos de todos tipos, equipos, mobiliarios de todo tipo, enseres, etc.

A2. LOS EDIFICIOS

Que son los bienes inmuebles y en los cuales se pueden encontrar dichos contenidos.

Estos riesgos pertenecen a dos grandes grupos, según su tipo y probabilidad de sufrir daños:

A3. LOS RIESGOS SENCILLOS

Como son los edificios en general y los contenidos tales como habitaciones, oficinas, comercios, bodegas, hoteles, hospitales, escuelas, talleres, pequeña y mediana industria con el límite de que en la maquinaria que se emplee para producir algún producto desarrolla en sus motores una fuerza en conjunto mayor de 5 H.P.

A4. LOS RIESGOS INDUSTRIALES

Como son los edificios en general y los contenidos de propiedades industriales cuya maquinaria que se emplea para producir algún producto desarrolla en sus motores una fuerza en conjunto mayor de 5 H.P.

Dicha clasificación (A3 y A4) se ha determinado de tal manera por encontrarse los riesgos en relación directa con la peligrosidad intrínseca de los contenidos o sea su mayor o menor facilidad de ser presa de un siniestro. Por esta razón las aseguradoras cotizan los riesgos, basándose en las características especiales de los contenidos que varían tanto como existen bienes expuestos a sufrir daños materiales. Para este objeto se establece una serie de reglas y especificaciones generales y particulares que abarcan todos los casos posibles y riesgos conocidos.

B. CARACTERISTICAS DE LOS RIESGOS

Las características de los riesgos son variadas, por lo que las aseguradoras disponen de los siguientes factores que determinan su peligrosidad particular y general:

- Los tipos de los contenidos (factor básico).
- Ubicación de las propiedades.
- Altura de los edificios.
- Tipo de construcción.

- Comunicación de riesgos.
- Separación de riesgos.
- Otras características (Particularidades del riesgo a asegurar).
- Sistema y equipo de protección contra incendio.

Las características y los requisitos que establece el Reglamento de Incendios de la A.M.I.S. son de bases generales e intentan abarcar la mayoría de las propiedades. Pero en algunos casos la peligrosidad de los riesgos puede ser por otras características particulares que los pueden agravar o por lo contrario los pueden disminuir considerablemente, como cuando se han adoptado sistemas o procedimientos preventivos.

Existen diferentes motivos por los que puede aumentar las peligrosidad intrínseca de los riesgos, como un aumento del porcentaje de sustancias inflamables o explosivas, introducción de algún proceso o trabajo con fuego directo o con materiales fácilmente combustibles, uso de pinturas o barnices inflamables con brocha de aire, generación de fuerza motriz y alumbrado con máquinas de motor de gasolina, uso de estufas de gasolina, alcohol o sustancias análogas, edificios construidos con materiales de fácil construcción u ocupación de los edificios, etc.

El porcentaje de sustancias inflamables o explosivas se calcula del total de las existencias almacenadas y dependerá de tal porcentaje el peligro a que se encuentran expuestas las propiedades.

DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS SEGUROS CONTRA INCENDIOS

Las definiciones incluidas en dicho Manual, son solamente para efectos de tarificación y en caso de controversia prevalecerá lo que establece la Ley sobre el Contrato de Seguro.

AREA DE FUEGO

Se entiende por área de fuego aquellas instalaciones que se encuentran separadas entre si por una distancia de 15 mts. siendo de construcción maciza y de materiales incombustibles, o

de 30 mts. en caso de construcción no maciza, de materiales combustibles o que contengan, manejen, procesen o almacenen sustancias inflamables.

BODEGA

Local destinado exclusivamente a guardar mercancías.

COASEGURO

Es la participación de responsabilidades entre Compañías de Seguros o entre el Asegurado y la Compañía de Seguros.

COMBUSTION ESPONTANEA

Es aquella que no se origina por la intervención de un foco calorífico externo que lo inicie, sino por procesos de oxidación de orden químico y bioquímico produciéndose residuos sólidos carbonosos y que puede ocasionar fuego cuando hay suficiente presión de oxígeno.

CONSTRUCCION MACIZA

a) Muros: de piedra, tabique block de concreto, tepetate, adobe o concreto armado, se permite que en estos muros existan secciones de vidrio block, o cualquier otro material resistente al fuego cuando menos por dos horas, y que estas no excedan de 12 metros cuadrados.

b) Entrepisos: de bóveda metálica, bovedillas, siporex, losa acero, tridilosa, bóveda de ladrillo sobre armazón de hierro o cemento armado.

c) Techos: de tabique, bovedillas, siporex, placas de materiales aglutinados resistentes al fuego cuando menos por dos horas, losa acero, tridilosa, metal desplegado, hormigón, o mezcla con espesor mínimo de 2.5 cm., de concreto, láminas metálicas o de asbesto cemento, cristales sobre armazón metálico, asbesto y tejas de barro, pizarra o asbesto cemento.

También se consideran de construcción maciza los edificios estructurados con columnas de concreto o de acero, fachadas de cristal con entrepisos y techos de concreto.

CONTENIDOS EN CASA HABITACION

Muebles particulares tales como ajuares de sala, comedor y recámara, ropa, objetos de arte y de fantasía, espejos, cuadros, cortinas, alfombras, candelis, libreros e instrumentos

musicales, aparatos eléctricos, objetos de loza, cristal, enseres de comedor, batería de cocina y en general, sobre todo el menaje de habitaciones particulares del asegurado, sus familiares y servidumbre.

CUOTA BASICA

Las cuotas que aparecen como básicas en esta tarifa son para las coberturas de Incendio y/o Rayo y están dadas por millar.

CUOTA ESPECIFICA

Tratamiento especial para las cuotas de Incendio y Explosión para negocios industriales, comerciales o de servicios que reúnen una serie de condiciones que mejoren la calidad del riesgo de acuerdo con el reglamento respectivo.

DEDUCIBLE

La cantidad expresamente pactada que se deducirá de la indemnización que corresponda a cada siniestro.

EDIFICIO

Conjunto de construcciones, materiales principales y accesorias con sus instalaciones fijas (agua, gas, electricidad, calefacción, refrigeración, y otras propias del edificio), excluyéndose los cimientos y aditamentos que se encuentren bajo el nivel del piso mas bajo.

Se consideran parte del edificio los falsos techos, las alfombras fijas, tapices y maderas adheridas al suelo, paredes o techos, así como las bardas y muros independientes del edificio y construcciones adicionales en el mismo predio.

En el caso de edificios bajo el régimen de condominios, quedan incluidas las partes proporcionales de los elementos comunes del edificio.

EDIFICIO DE CONSTRUCCION SUPERIOR

Edificio estructurado a base de vigas y columnas de concreto armado, acero o combinación de ambos, en el cual no existen muros que trabajen como elementos de carga, de acuerdo con el reglamento respectivo.

EXISTENCIAS

Conjunto de materias primas, productos en proceso de fabricación y terminados, empaques, repuestos, accesorios y materias auxiliares que sean propias y necesarias por razón de actividad.

FUEGO DIRECTO

Medio de calefacción producido por fuego o flama que no sea precisamente el de sistemas de resistencias eléctricas contenidas en cámaras cerradas, así como por vapor, aire o agua caliente.

INSTALACIONES

Equipos o aditamentos fijos a los edificios, necesarios para suministrar los servicios complementarios para que sea posible su utilización. No se considera como instalación la maquinaria y equipo para la actividad industrial y comercial, o las instalaciones especiales para un fin determinado.

MAQUINARIA Y EQUIPO

Máquinas, herramientas y accesorios, incluyendo muebles útiles y enseres propios y necesarios al giro del negocio.

MERCANCIA

Toda clase de productos terminados, propios y necesarios al giro del negocio para su venta.

MATERIAS PRIMAS

Toda clase de materias propias y necesarias al giro del negocio en el estado en que se adquieren para su transformación.

MEJORAS Y ADAPTACIONES

Son aquellas que se agregan a un inmueble, que no son partes esenciales y que pueden asegurarse separadamente o bien como parte del contenido.

MOBILIARIO Y EQUIPO DE COMERCIO

Muebles, útiles y enseres incluyendo aparadores, mostradores, anaqueles, estantería y equipo en general propios y necesarios al giro del negocio asegurado.

MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA

Muebles, útiles, enseres y equipo en general propios y necesario a una oficina.

MURO CORTAFUEGO

Tendrá la consideración de muro corta fuego aquel que está construido de piedra, tabique, tepetate, adobe, concreto armado u otro elemento constructivo similar resistente al fuego cuando menos por dos horas.

NIVEL

Espacio utilitario comprendido entre dos elementos constructivos (piso y techo), con una altura mínima de 1.50 metros.

PARAPETO

Es el que ésta construido en piedra, tabique, block de concreto, tepetate, adobe o concreto armado u otro elemento constructivo similar sin abertura alguna y que se leve, como mínimo 90 cm. por encima del techo más alto.

PRODUCTO QUIMICO

Es aquella sustancia en cualquier estado (sólido, líquido o gaseoso), resultado de una mezcla o reacción de otros productos.

PRODUCTOS EN PROCESO DE ELABORACION

Toda clase de materia prima que haya sufrido alguna transformación voluntaria dentro de la empresa para obtener el producto terminado, pero sin llegar a serlo.

PRODUCTOS TERMINADOS

Toda clase de productos elaborados por la empresa, tales como deben quedar para ser empacados, embarcados, vendidos o entregados.

PUERTA CONTRA INCENDIO

Puerta que cumple con el reglamento respectivo y cuyo objetivo es evitar la comunicación de dos riesgos protegiendo el paso del fuego.

PUNTO DE INFLAMACION

Es la mínima temperatura a la que una sustancia puede emitir suficiente cantidad de vapor para producir una mezcla susceptible de inflamarse en presencia de un foco de ignición.

RESISTENCIA AL FUEGO

Características de un elemento de construcción, componente, equipo o estructura, de conservar durante un, mínimo de dos horas a estabilidad, el aislamiento térmico requerido y la no emisión de gases inflamables.

SUSTANCIAS INFLAMABLES Y EXPLOSIVAS

Todas aquellas sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso, con punto de inflamabilidad menor de 93 grados centígrados, tales como:

Aceites, (vegetales, minerales y animales), excepción de aceites y lubricantes en botes o tambores cerrados.

Acido crómico cristalizado, cromatos y análogos.

Acido pícrico y picratos.

Acido salicílico cristalizado.

Acidos fuertes (sulfúrico, clorhídrico y nítrico).

Azufre.

Barnices, lacas, y pinturas preparadas con disolventes orgánicos (excluyendo los que estén empacados en recipientes de metal cerrados herméticamente).

Bebidas alcohólicas con graduación mayor a 22 grados Gay Lussac (con excepción de las embotelladas).

Brea.

Cal viva.

Carbón en polvo.

Carburo de calcio.

Celuloide y otras sustancias análogas.

Cerillos y fósforos.

Cianuros.

Cloratos, cloritos, percloratos y percloritos.

Colorantes y Pigmentos (excepto los envasados en recipientes de metal cerrado herméticamente).

Desperdicios compuestos por sustancias carbonosas (papel, madera, textiles, etc.).

Explosivos en general (incluyendo cartuchos o parque, cápsulas de percusión, cohetes y juegos artificiales).

Fibras vegetales y sintéticas.

Fósforo rojo, blanco y amarillo.

Gases envasados a presión.

Hidróxido de sodio y potasio en estado sólido o en solución con una concentración de 50 a 70% (de 48-55 grados Be).

Litio metálico.

Magnesio metálico.

Mecha para minas.

Negro de Humo (mineral, vegetal o animal).

Nitratos y nitritos.

Pasturas secas.

Pentasulfuro de antimonio.

Permanganatos.

Peróxidos.

Polvo de aluminio y magnesio.

Polvo de materiales orgánicos.

Potasio metálico.

Sesquisulfuro de fósforo.

Sulfuro de antimonio

Sulfuro de hidrógeno.

Tintes preparados con disolventes orgánicos (excluyendo) las que están envasadas en recipientes de metal cerrados herméticamente)

SUMA ASEGURADA

La cantidad fijada por el asegurado en cada uno de los incisos de la póliza que constituye el límite máximo de responsabilidad de la compañía de seguros en caso de siniestro, salvo pacto en contrario, corresponderá al valor real de los objetos asegurados en el momento anterior a la ocurrencia del mismo.

SOTECHADOS

Se entiende por sotechado, toda construcción que carezca de muros en dos o más de sus lados.

TIENDA O EXPENDIO

Local donde se venden artículos al público.

TRANSMISIONES.

Se entiende por transmisiones todo aquel mecanismo que comunica al movimiento del objeto mismo o a otro por medio de bandas, cadenas y flechas, asimilándose a estas definiciones las tuberías conductoras de combustibles, electricidad, aire agua y vapor.

VALOR REAL

a) En Edificios: La cantidad que sería necesaria erogar para reconstruir o reponer el bien dañado o destruido, deduciendo la depreciación física por uso.

b) En maquinaria, equipo, mobiliario y utensilios: La cantidad que sería necesaria erogar para reparar o reponer el bien dañado o destruido, por otro de igual clase, calidad, tamaño o capacidad de producción, deduciendo la depreciación física por uso.

c) En mercancías de inventarios: El precio corriente en plaza para el Asegurado.

VALOR DE EDIFICIOS

a) En Edificios : La cantidad que sería necesaria erogar para reparar o reponer el bien dañado, sin considerar reducción alguna por depreciación física por uso.

b) En maquinaria, equipo, mobiliario y utensilios: La cantidad que sería necesaria erogar para reparar o reponer el bien dañado, por otro de igual clase, calidad, tamaño o capacidad de producción, sin considerar reducción alguna por depreciación física por uso.

c) En mercancías de inventarios: El precio corriente en plaza para el Asegurado.

LAS DEFINICIONES ANTES CITADAS SE ESTABLECEN EN FORMA ENUNCIATIVA Y NO LIMITATIVA

5.3 EVALUACION DE RIESGOS

INTRODUCCION

La primera actitud a tomar frente a un riesgo es realizar una inspección completa del mismo, consistente en la obtención del mayor número de datos de todas las situaciones de peligro reales y presentes, incluso tomando en cuenta la actitud de modificar algunas de éstas. Esta calificación, puede interesar a la entidad inspeccionada, a la autoridad pública responsable y al asegurador.

La inspección realizada con la ayuda de un buen formulario conduce inmediatamente a que se realice una evaluación subjetiva de todas las situaciones de peligro, que deben objetivizarse de algún modo.

También se conoce que la evaluación es una de las funciones principales de la gerencia de riesgos, pues trata de apreciar el nivel y las consecuencias de estos y sirve para que se adopten las medidas necesarias para su protección.

Antes de comenzar a estudiar los diferentes métodos de evaluación de pérdidas se debe definir lo que se entiende por evaluación, **diferenciando claramente los significados de valoración y evaluación.**

Se entiende por VALORACION a la acción de señalar a una cosa el valor correspondiente a su estimación, es decir, ponerle precio. Entendiendo que las cosas o bienes tienen dos tipos de valores función de su uso y de su nivel económico. El VALOR DE USO de un bien es su capacidad para satisfacer un deseo, el VALOR DE CAMBIO es el poder económico que la presión de un bien otorga a las actividades del intercambio.

Por otro lado, EVALUACION de una situación de riesgo es la acción o efecto de crear una estructura operativa para obtener los datos precisos que nos informen de las medidas de seguridad a tomar en cada caso particular y por lo tanto, el nivel de seguridad y riesgo presente, lo que facilitará la suscripción.

También deben definirse los conceptos de riesgo y seguridad. Se define el RIESGO como la probabilidad de que ocurra un suceso (accidente) del que se derivan unas consecuencias negativas (DAÑO).

La medida del riesgo, llamada SEVERIDAD, viene dada por:

$$R = P \cdot D, \text{ donde}$$

$$R = \text{Riesgo} \left[\frac{\text{daños}}{\text{unidad de tiempo}} \right]$$

$$P = \text{Probabilidad} \left[\frac{\text{No. de accidentes}}{\text{Unidad de tiempo}} \right]$$

$$D = \text{Magnitud del daño} \left[\frac{\text{daños}}{\text{No. de accidentes}} \right]$$

El producto de la severidad del riesgo por su FRECUENCIA de ocurrencia es lo que se conoce en estadística con el nombre de **INDICE DE RIESGO**. tanto severidad como frecuencia se basan en la experiencia o en la predicción anticipada.

SEGURIDAD se define como un concepto complementario (inverso) al de riesgo, es decir, probabilidad de no ocurrencia de accidentes a los que van asociados unos daños.

Este concepto indica que la actitud ante el riesgo implica la decisión entre dos opciones, aceptarlo o disminuirlo:

RIESGO -----> DECISION ----->

ACEPTACION

DISMINUCION

(aumento de la seguridad)

Finalmente, los medios para disminuir el riesgo son las llamadas **MEDIDAS DE SEGURIDAD**.

Así de un **RIESGO INICIAL** disminuido por unas **MEDIDAS DE SEGURIDAD** se obtiene un **RIESGO CORREGIDO**, mientras que el **RIESGO POTENCIAL** real, corregido por las **MEDIDAS DE SEGURIDAD**, da lugar al **RIESGO EFECTIVO**.

El término Medidas de Seguridad tiene dos enfoques distintos que definen el mismo concepto:

* Medidas de Seguridad = Protección

$$\text{Protección} = \text{Prevención} + \text{Lucha}$$

donde

Prevención = Medidas para evitar el accidente y su alcance

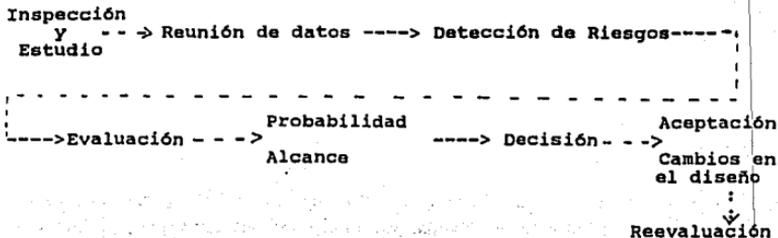
Lucha = Medios Para combatir el accidente.

* Medidas de Seguridad = Prevención + Lucha

Prevención = Medidas para evitar el accidente

Lucha = Pasiva, para reducir el alcance,
Activa para combatirlo.

Así pues para determinar las medidas de seguridad a aplicar en cada caso concreto se debe determinar el nivel de seguridad adecuado o requerido, mediante un análisis del riesgo. El análisis del riesgo debería hacerse siguiendo el siguiente procedimiento:



En particular, el riesgo de incendio es uno de los que más preocupan a cualquier empresa debido a la intensidad de sus daños, los cuales pueden ocasionar destrucciones considerables en el patrimonio material de la empresa.

A tal efecto, en este estudio se recoge una visión sobre los distintos procesos operativos de análisis o métodos de evaluación del riesgo de incendio. La finalidad de estos métodos es el análisis racional del riesgo de incendio y de las posibles reducciones de daños mediante la adopción de diferentes medidas de seguridad. Su funcionamiento los hace aplicables, con matizaciones, en la evaluación de riesgos de otros daños y pérdidas.

i) EVALUACION DE LA SEGURIDAD

La evaluación de la seguridad puede enfocarse desde dos puntos de vista, completamente distintos y que, sin embargo, en muchas ocasiones no se matizan claramente, por lo que puede producirse una aparente confusión.

- ANALISIS GENERALISTA

En efecto, la evaluación puede concebirse como un análisis genérico de la situación y, por tanto, de los factores que la determinan y la condicionan. En este sentido global, el análisis de la situación nos permite realizar una evaluación general de la seguridad en un determinado ámbito, que concretaremos al propio de los establecimientos industriales y cuyo resultado, no cuantificado, puede ser considerado como subjetivo.

- ANALISIS PARTICULAR

También el análisis puede concebirse como la evaluación particular de la seguridad de una realidad concreta, determinada y definida. En este caso el "objeto" del análisis no es el "estado de la cuestión" sino una realidad verdaderamente objetiva. Muchas veces este análisis se considera como una "evaluación del riesgo" porque algunos factores a considerar en su cuantificación no parecen que puedan incluirse en aquel concepto.

Si con una metodología adecuada se realiza una integración de las evaluaciones particulares de la seguridad ya cuantificada, puede alcanzarse una valoración global, en este caso cuantificar a través del proceso integrador, que se corresponderá con el resultado del análisis de la evaluación general que como se indicó, tiene un carácter marcadamente subjetivo.

No obstante, la objetividad que puede calificar al análisis particular de alguna manera de subjetividad cuando hay que escoger entre las situaciones particulares a integrar.

II) ANALISIS GENERALISTA DE LA SEGURIDAD

Un análisis de la situación de este tipo implica considerar la situación de los factores determinantes de la protección. La situación real y objetiva de la misma vendrá condicionada por la valoración de dichos factores.

En general, la situación de cualquier problema socio-económico, que afecta a un grupo social, está condicionada y definida al menos, por los siguientes factores:

- Grado de mentalización del grupo social afectado por el problema en cuanto a la gravedad del mismo y la necesidad de lograr su solución, incluso con el esfuerzo y coste social que sea preciso.

- Nivel establecido por las disposiciones de la administración y la normativa tecnológica vigente en cuanto a exigencia de soluciones y su desarrollo para eliminar los daños que el problema crea.

- Nivel alcanzado por la tecnología y la capacitación de los medios humanos para abordar las soluciones adecuadas a la resolución del problema.

Desde esta perspectiva, la consideración de estos tres factores proporcionará los criterios para conocer la situación real de la protección y marcará las pautas de actuación para mejorar dicha situación.

III) EVALUACION PARTICULAR DE LA SEGURIDAD

La evaluación particular de la seguridad de una realidad concreta determinada y definida, que frecuentemente se presenta como la "evaluación del riesgo", constituye un problema de mucho interés cuya solución se busca por muy diversos caminos y con diferentes métodos. Ello es consecuencia de la multiplicidad de parámetros implicados en la valoración y también en la

variabilidad de esos parámetros con el tiempo, de la interrelación de los mismos, de las dificultades de su cuantificación y de la finalidad que se persigue con dicha evaluación.

La finalidad de los métodos de evaluación de riesgos es analizar el riesgo cualitativa y cuantitativamente y estimar la posible reducción de daños debida a diferentes medidas de seguridad.

Existen varios tipos de métodos:

A) CUALITATIVOS

Métodos descriptivos
Arboles lógicos

B) CUANTITATIVOS

Métodos estadísticos
Métodos de Esquemas de Puntos
Arboles Lógicos
 de Sucesos
 de tipo de fallos-efectos
 de fallos o éxitos
 de decisiones (causa efecto)
 de decisiones (efecto causa)

Métodos Matemáticos
 Deterministas
 Estocásticos

A) METODOS CUALITATIVOS

Describen, sin llegar a una cuantificación global, los puntos peligrosos y las medidas de seguridad existentes, o la concurrencia de sucesos que pueden dar lugar a una situación peligrosa y el modo de evitar o contrarrestar los acontecimientos.

1) METODOS DESCRIPTIVOS

Consisten en la descripción detallada del establecimiento o industria, relativa a los puntos peligrosos y a las medidas de seguridad. El nivel del riesgo o seguridad se juzga por

comparación con las normas o reglamento de seguridad se juzga por comparación con las normas o reglamento de seguridad vigentes.

2) ARBOLES LOGICOS

Son diagramas de sucesos. Básicamente hay dos tipos:

* **Causa-efecto:** Partiendo de un suceso inicial, se definen los sucesos-consecuencias, sus combinaciones, las consecuencias de estas últimas y así sucesivamente. Pertenecen a esta clase los árboles de sucesos, los árboles de tipo de fallos y sus efectos y los árboles de decisiones (causa-efecto).

* **Efecto-origen:** Partiendo de un suceso final deseado o no deseado, se analizan todos los sucesos-origen y las combinaciones que conducen a aquél. Pertenecen a esta clase los árboles de éxito y los árboles de decisiones (efecto-origen).

Las combinaciones de sucesos se hacen generalmente mediante el tipo de supuestos lógicos "Y" y "O".

Una lógica diferente se emplea en los árboles de sucesos, en los que un suceso se combina con un suceso posterior presentado como alternativa, ocurrencia o no ocurrencia del suceso. Mediante combinaciones sucesivas se llega a los diferentes resultados posibles.

Los árboles lógicos son en principio métodos cuantitativos en los que a cada suceso se asigna una probabilidad de ocurrencia y combinando las probabilidades de las diferentes ramas se llega a la probabilidad de ocurrencia del suceso final (árboles de fallo o éxito) o de cada uno de los sucesos finales (árboles de sucesos).

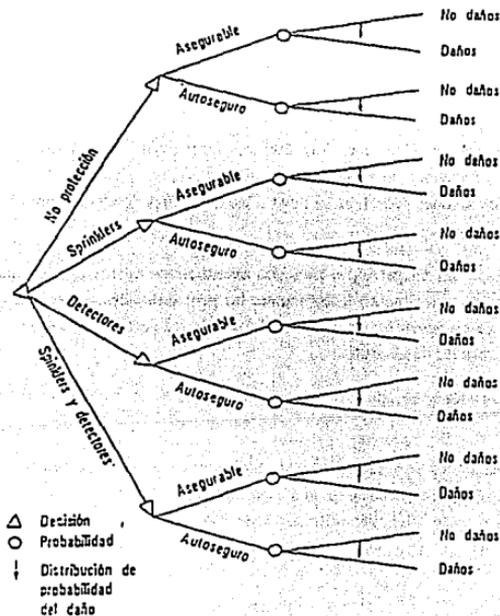
Los árboles de decisiones escapan en alguna medida a este esquema. Básicamente hay dos tipos:

* Los que presentan los resultados de cada alternativa de acción a tomar, asignando a cada rama una probabilidad de pérdidas y una cuantificación de las inversiones. Sirven, por tanto, para optimizar los costes de siniestralidad/protección.

* Los que presentan el abanico de acciones que es necesario tomar para conseguir el resultado final (que en cada caso es el origen del árbol).

Este último es esencialmente cualitativo. Los árboles de sucesos, tipo de fallos, fallos y éxitos son generalmente cuantitativos en cuanto que llevan asociada a cada suceso su probabilidad de ocurrencia. Pero, en tanto ésta no es asignada, pueden considerarse métodos cualitativos puesto que examinan todas las circunstancias peligrosas y los sistemas de protección así como sus posibles efectos y resultados. Por eso se tratan en este apartado.

Como ejemplo tipo de un árbol de decisiones cualitativo se presenta a continuación el "árbol de decisiones para el análisis de sistemas de seguridad contra incendios" preparado por la N.F.P.A. :



B) METODOS CUANTITATIVOS

Evalúan el riesgo cuantitativamente, asignándole un peso numérico.

1. METODOS ESTADISTICOS

Ya se ha apuntado anteriormente al definir riesgo que éste siempre se ha relacionado con la probabilidad matemática del accidente, el alcance de los daños y su frecuencia, obteniéndose en función de esta variable un valor conocido por índice de riesgo.

Índice de riesgo = Frecuencia (F) X Severidad (S)

Por otro lado, también puede evaluarse un riesgo, por ejemplo, de incendio, si se conoce la probabilidad de que una fuente de ignición actúe sobre un material combustible (K), la facilidad de ignición de dicho material (i), el probable desarrollo del fuego (s) y el daño que pueda producir el calor, el humo, los agentes extintores, etc. (d).

En ambos métodos estadísticos se deben emplear modelos de cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un suceso, por ejemplo, calculando el tiempo medio transcurrido entre la coincidencia de acontecimientos que dan lugar a un siniestro (Método MBC). Con estos métodos se pueden conocer la frecuencia y duración de parámetros simples, lo que permite evaluar complicadas situaciones de riesgo.

2. METODOS DE ESQUEMAS DE PUNTOS

Están basados en el siguiente modelo matemático:

X = Estimación numérica del riesgo (riesgo efectivo)

Y = Expresión numérica de la influencia de los factores que causan o agravan el riesgo (riesgo potencial)

Z = Expresión numérica de la influencia de los factores que crean seguridad o mitigan el riesgo (medidas de seguridad)

De donde

$$X = Y - Z \quad \text{ó} \quad X = Y / Z$$

Y y Z se componen de varios factores a los que se les asigna un valor numérico para reflejar su contribución relativa al total.

3. ARBOLES LOGICOS

El fundamento de los árboles lógicos ya ha sido expuesto anteriormente. Basta añadir lo siguiente:

▪ Los árboles de sucesos y de fallos tuvieron un gran desarrollo en la industria aeroespacial y han sido muy empleados en la industria nuclear. También se han hecho intentos para su aplicación en la industria química

▪ Los árboles de éxitos se han utilizado en Estados Unidos para la determinación del nivel de seguridad.

▪ Los árboles de fallos emplean la "probabilidad de fallo", los de éxito, la "fiabilidad" (inversa a la anterior).

4. MODELOS MATEMATICOS

El modelo determinista se basa en la relación de influencia que tienen las teorías termodinámicas y físico-químicas en la transferencia de calor y la propagación de la llama.

El modelo estocástico, que apoya los resultados deterministas, se basa en una evaluación probabilística del desarrollo de un incendio, considerando los datos estadísticos de situaciones de incendios reales.

5.4 COSTOS DE LOS SEGUROS Y DEDUCCIONES

INTRODUCCION

La respuesta más inmediata del hombre frente al riesgo es el intento de eliminarlo como factor de daño, ya sea sustrayendo a su acción el bien afectado o actuando activamente contra el agente causante. Desde la hoguera para ahuyentar a las fieras, situándola en un punto preciso para lograrlo, hasta el contador Géiger para medir la radioactividad, es inconmensurable la gama de recursos arbitrados por el hombre, a lo largo de su historia, para prevenirse de los peligros que lo acechan.

Esta actitud constituye el campo de la prevención que no es, en suma, más que una serie de técnicas especiales adecuadas a la defensa contra determinado tipo de riesgos. Así, por ejemplo, existen hoy sistemas y procedimientos de prevención contra incendios (bomberos, alarmas, regadoras automáticas, materiales a prueba de fuego, artificios técnicos de construcción, planeación y armonización, etc.) contra robo (caja de seguridad, alarmas, etc.), contra accidentes en la vía pública (luces, señales, barreras protectoras, etc.), contra la propia enfermedad (aparatos, medicamentos, vacunas, etc.) por no citar sino algunos de los más comunes, ya que la mayor parte del quehacer del hombre se dedica, directa o indirectamente, a prevenir daños de la más variada índole.

Sin embargo, la experiencia enseña que la prevención no es más que un paliativo frente al problema de los riesgos, ya que en algunos casos resulta imposible o ineficaz (guerras, terremotos, huracanes, inundaciones, etc) debido a que sólo se pueden eliminar aquellos riesgos que por su naturaleza lo permiten, mientras que en otros es sólo parcialmente efectiva, sobre todo si se considera que en la carrera del progreso técnico casi siempre aparece primero el nuevo agente productor eventual de un daño que el artificio destinado a prevenirlo.

La prevención es, en su más amplio sentido, un positivo medio de defensa siempre indispensable, y se le debe considerar a la vanguardia en la lucha por la seguridad.

Esta circunstancia está configurada por la actitud de quien, sabiendo de la existencia del riesgo resuelve afrontar por sí mismo sus consecuencias dañosas.

En este caso, se presentan dos tipos de conducta. En primer lugar la indiferencia o pasividad; es decir, el no tomar medida alguna para conjurar el peligro que se conoce y resignarse a sufrir sus efectos perjudiciales e irreparables.

Esta actitud pasiva es, en cierta medida, un problema de orden cultural cuando se debe a la ignorancia de los medios de que se puede disponer para evitar el riesgo o su daño. Sin embargo, se puede producir también a causa de la imposibilidad de contar con alguno de los medios conocidos, por falta de recursos materiales o económicos. De todas maneras, en este caso el hombre "corre el riesgo", afronta la eventualidad y hace una apuesta al destino.

La segunda conducta posible de quien resuelve asumir el riesgo es activa y la determina la actitud del individuo que, consciente de la seguridad y su responsabilidad ante el riesgo, toma las medidas preventivas pertinentes que le eviten en lo posible el daño o concreción del riesgo.

Entre las medidas preventivas existe una instrumentación básica en el terreno económico y social, el ahorro. Según Donati, mediante el ahorro se reúne instantánea o gradualmente en el tiempo el valor de los bienes que pueda afectar determinado siniestro. En esta forma se preparan, a costo total, las sumas necesarias para restaurar la situación anterior a la producción del evento dañoso. El ahorro representa la renuncia a la satisfacción de necesidades actuales, en beneficio de una necesidad futura; pero ofrece algunos inconvenientes en tanto se le considere como posible remedio en la lucha contra el riesgo.

En primer lugar, el sacrificio de consumo actual, que implica el ahorro, sólo se justifica si la necesidad prevista resultará verdadera. Si no existe certeza de cuándo se ha de producir, o si se ha de producir alguna vez, el ahorro es inútil o insuficiente. Inútil si el daño no se produce e insuficiente si se produce antes de que se haya logrado reunir el total del valor de reposición. Sin embargo, y aún suponiendo que la necesidad prevista se produce finalmente y que se ha logrado reunir la suma total necesaria para satisfacerla, el ahorro acumulado, en tanto está destinado exclusivamente a esta función previsora, representa la inmovilización y sustracción de sumas que hubieran aumentado la rentabilidad obtenible en la explotación de una actividad específica. Si bien el ahorro ha permitido reponer el daño físico sufrido, ha significado la limitación de la evolución del ahorrador al restarle una porción de medios necesarios a dicho objeto. El ahorro en rigor resulta un medio inadecuado para mantener la integridad patrimonial afectada, ya que en ningún caso puede lograr ese objetivo.

En efecto, supóngase por ejemplo que una persona preve el riesgo de que ocurra un incendio en su edificio y que para cubrir ese daño posible logra ahorrar una suma equivalente al valor del mismo. En tal situación su patrimonio estaría, teóricamente integrado por el importe en efectivo ahorrado más el edificio en sí. Siguiendo esta hipótesis, supóngase que se produce el riesgo previsto y que el incendio ocurre. ¿Qué sucede entonces? El importe ahorrado permite reponer el edificio, pero el patrimonio se ve disminuido en el valor en efectivo ahorrado que ha desaparecido. Vale decir entonces que el ahorro posibilita, a lo sumo, la reposición del bien afectado por el riesgo, pero no evita un saldo de daño en el patrimonio de quien ahorra, igual al valor desembolsado para reponer el bien.

Esta situación es una consecuencia de la propia naturaleza del ahorro, ya que, en definitiva, no es más que una forma de autorresponsabilizarse del riesgo, en virtud de lo cual el daño siempre lo soportará el propio interesado.

TRANSFERENCIA DE RESPONSABILIDADES

Esta situación en el proceso de conducta humana frente al riesgo está constituida por uno de los medios de mayor eficacia para el logro de la preservación de la integridad patrimonial. Para obtener este objetivo es evidente que resulta necesario trasladar a otro sujeto las consecuencias dañosas del riesgo, ya que en la medida en que permanezcan dentro de nuestro dominio no podemos evitar el sufrir sus efectos perjudiciales.

La forma contractual más común en el comercio para transferir los riesgos es el seguro. Se trata en rigor, en este caso, de una transferencia de los efectos perjudiciales del riesgo y no del riesgo en sí, la que internacionalmente se ha denominado "transferencia de riesgo".

De esta manera el seguro resulta ser la superación del ahorro, por un sistema económico que prepara la suma necesaria para restablecer la situación patrimonial anterior a la producción del siniestro mediante una transferencia de sus efectos a otro sujeto que, como actividad empresarial, se hace cargo de las consecuencias del evento previsto mediante un precio determinado basándose en el cálculo de probabilidades o una contribución calculada según la repartición proporcional entre los integrantes de una comunidad afectados por análogos

eventualidades, de los daños que sufren algunos de ellos. Es decir: una transferencia del riesgo a costo parcial.

En virtud de esta característica, teóricamente el único daño que puede afectar a un asegurado es el desembolso del precio o contribución mencionados que resulta ínfimo, en cada unidad de tiempo, comparado con el valor de los bienes cubiertos, con lo que el seguro resulta ser uno de los medios idóneos para mantener la integridad patrimonial amenazada por los innumerables riesgos que nos rodean.

LA TECNICA DE PREVENCIÓN

El "estudio de los riesgos y los medios racionales para prevenirlos" a fin de considerar "la técnica de prevención contra incendio", es el elemento indispensable en la arquitectura y en nuestra sociedad el cual ayudará a mantener la integridad humana y patrimonial anticipándose a los riesgos mediante el conocimiento y aplicación de los medios de prevención que podrán evitar o en último caso minimizar el riesgo, lo que el "seguro" o el "ahorro" no pueden lograr, ya que sólo restituyen un daño.

Como se ha analizado ya, en esencia el seguro constituye el medio de reposición total o parcial en cuanto ocurra la eventualidad prevista, pero no hay por qué esperar a que esto suceda si es posible evitarlo tomando las precauciones necesarias, "previniendo", para que de esta manera se logre retener la pérdida irreparable. Se podrán asegurar las pirámides del Sol, de la Luna o el Palacio de Bellas Artes, y se podrá reponer su costo y quizá construirlos de nuevo por este medio, pero perderán autenticidad y será una pérdida única y total para el hombre, en el tiempo y el espacio.

Las medidas de seguridad por medio de las diferentes técnicas de prevención se deben considerar paralelamente a la concepción, proyecto y realización de una obra o por supuesto con las perspectivas adecuadas a futuro, ya que como se vio la ocurrencia de un daño significa un pérdida irrazonada, sin mencionar lo más cuantioso e irreparable de la pérdida, "la vida humana, que no puede ser restituida por un seguro u otro medio "

La elaboración de políticas, normas, estándares, procedimientos y reglamentos para prevención de daños por incendios son los elementos indispensables para llevar a cabo un programa eficiente de seguridad, es el marco que, cerrado cada vez más nos permite aplicar una técnica de prevención, mediante la medición, evaluación, corrección y control de las

actividades de seguridad, de sus resultados, así como del establecimiento de objetivos cuantitativos y cualitativos realistas dentro del avance de un plan establecido.

Los conceptos anteriores tienen en común el ser producto de un análisis y estudio de los daños y lesiones contra el hombre, los bienes, la producción, los servicios y la productividad, y deben tener íntegramente carácter impositivo.

En general todos estos elementos forman un conjunto o sistema de operación para establecer una técnica rígida por un criterio planeado, cimentado en la experiencia y la investigación para lograr un resultado productivo y seguro.

Para lograr su máxima eficiencia es necesario planearla e implantarla, darla a conocer e imponerla mediante el mejor medio de comunicación, hacerla cumplir estrictamente y revisarla periódicamente.

SEGUROS Y COSTOS

Para la contratación de un seguro contra siniestros y particularmente contra incendio se debe tener en cuenta los costos que en un momento dado se tendrían que afrontar en el caso de que de éste se presentare.

Estos costos, por su naturaleza se pueden clasificar como a continuación se menciona:

COSTOS DIRECTOS

(Costos originados por las pérdidas de materia prima, instalaciones, producción, maquinaria y equipo.)

COSTOS INDIRECTOS

(Costos originados por los paros de producción, trámites, incapacidades, multas, cierres temporales o definitivos, etc)

COSTOS SOCIALES

(Pérdidas de vidas, daños ecológicos, afectación a las áreas circundantes, indemnizaciones por afectación de inmuebles a terceros, etc.). El valor de la pérdida de vidas

humanas, así como el del daño a la ecología, va mucho mas allá del que se les pudiera asignar en forma monetaria en un momento determinado.

COSTOS DE OPORTUNIDAD

(Perdidas por el no cumplimiento de contratos, pérdida de clientes, reales y potenciales, perdidas de producción por inhabilitación total o parcial de instalaciones y equipos.)

Teniendo en cuenta los costos arriba mencionados se procede a hacer una evaluación de la conveniencia de contratar, o no, el seguro contra incendio, para lo cual se tomaran en cuenta tanto las tarifas que en ese momento estén vigentes así como los descuentos a que las empresas tengan derecho por estar cumpliendo con las normas de seguridad y prevención contra incendios que se mencionan dentro de las cláusulas de descuentos y deducciones que los contratos tienen para tal efecto.

TARIFAS Y DESCUENTOS

Las tarifas contempladas en el manual del ramo de incendio de las Compañías Aseguradoras (ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS , A. C.) están clasificadas para:

- EDIFICIOS
- RIESGOS ORDINARIOS
- RIESGOS COMERCIALES E INDUSTRIALES
- GRANDES RIESGOS
- RIESGOS ADICIONALES

A continuación se mencionan las tarifas procedentes para cada uno de los puntos mencionados :

• EDIFICIOS

Se entenderá por Edificio, el conjunto de construcciones materiales principales y accesorias, con sus instalaciones fijas (agua, gas, electricidad, calefacción, refrigeración y otras propias del Edificio) excluyéndose los cimientos y aditamentos que se encuentren bajo el nivel del piso más bajo.

Los bienes asegurables serán tanto el Edificio como los Contenidos, cuando sean ocupados totalmente por Habitaciones, Oficinas, Escuelas, no correccionales, Hospitales,

Sanitarios, Consultorios Médicos y Dentales, Edificios desocupados y/o deshabitados, Edificios en construcción y edificios con ocupación diferente que no excede del 10% del área total desplegada del edificio, y que no estén considerados como riesgos peligrosos.

TARIFA

Las cuotas adelante establecidas son para edificios y sus contenidos de construcción maciza de hasta 5 niveles.

Para edificios con altura mayor, o diferente tipo de construcción deberán aplicarse los recargos que aparecen en la "Sección de Recargos".

CUOTAS BASICAS

FRACCION 1:

Edificios y sus contenidos, destinados para oficinas, escuelas (no correccionales), hospitales, sanatorios, consultorios médicos y dentales y habitaciones... 1.50 % de su valor.

FRACCION 2:

Edificios y sus contenidos, destinados para los usos definidos en la fracción 1 y otros usos diversos que no excedan del 10% de la superficie total desplegada del edificio. 2.00 % de su valor.

FRACCION 3:

Edificios totalmente desocupados y/o deshabitados 0.95 % de su valor.

FRACCION 4:

Edificios en construcción 0.95 % de su valor.

En consideración a la cuota aplicada las fracciones 3 y 4 antes mencionadas no calificarán para descuentos de cuota específica ni Construcción Superior.

FRACCION 5:

Edificios y contenidos exclusivamente de habitaciones particulares de construcción maciza con no más de 5 niveles, en estas cuotas se incluye además los riesgos amparados en extensión de cubierta.

a) Los que se encuentren a una distancia mayor de 100 Kms. de cualquier litoral 0.70 % de su valor.

b) Los que se encuentren a una distancia menor a la mencionada en el inciso anterior 1.45 % de su valor.

Edificios habitaciones con más de 5 Niveles se cotizarán bajo la fracción 1.

Por las características propias de los riesgos cubiertos en esta fracción, no se podrán aplicar los Descuentos de "Cuota Específica para Edificios", "Construcción Superior" y "Dispersión de Riesgos".

RECARGOS:

RECARGOS POR NUMERO DE PISOS

Las cuotas aplicables son para edificios hasta de 5 niveles. En caso de tener mayor altura se aplicaran los siguientes aumentos en forma directa a la cuota básica.

	Aumentos al millar
DE 6 a 10 niveles	1.25 %
DE 11 a 15 niveles	2.25 %
DE 16 a 20 niveles	2.50 %
DE 21 en adelante	2.75 %

RECARGOS POR TIPO DE CONSTRUCCION

(Se dividen en dos grupos : A y B)

A).-Para todas las fracciones exceptuando la 5, habitaciones particulares:

a) Edificios con muros macizos con techos de lamina de cartón ó cualquier otro material combustible sobre cualquier tipo de armazón: Recargo del 20 %

b) Edificios con muros macizos con techos de tejamanil, zacate u otro material parecido :
Recargo del 50 %

c) Edificios con muros y techos de lámina de asbesto ó de metal :

Sobre armazones de metal, recargo del 30 %

Sobre armazones de madera, recargo del 50 %

d) Edificios construídos en más del 50 % de madera o cualquier otro material combustible: Recargo del 500 %

B).-Para la fracción 5, habitaciones particulares:

a) Con muros macizos y techos de:

Teja, lámina de asbesto-cemento ó de metal: Recargo del 20 %

Cualquier material combustible: Recargo del 30 %

b) Con muros macizos y techos de construcción diferente a los materiales citados en el inciso a) en menos del 50% de su construcción: Recargo del 150 %

c) Con muros macizos y techos de construcción diferente a los materiales citados en el inciso a) en más del 50% de su construcción: Recargo del 300 %

RECARGOS POR PROTECCION MUNICIPAL

De acuerdo con las protecciones municipales con que cuentan las ciudades listadas en el punto 4.3 de la sección de recargos a las tarifas de seguros en edificios, se establecerá un recargo porcentual a las cuotas básicas de incendio.

En caso de que el riesgo asegurado tenga un descuento autorizado mínimo del 15% por concepto de Hidrantes o Rociadores Automáticos, este recargo no será procedente.

Este recargo varía desde 0 % para las grandes ciudades hasta 20% para las ciudades y poblados pequeños, o alejados de las grandes urbes.

DESCUENTOS.

Los descuentos en edificios a que se tiene derecho deben de cumplir con un reglamento específico para cada tipo y de acuerdo al manual del ramo de incendio se clasifican para :

- Núcleos habitacionales
- Extinguidores y vigilancia
- Hidrantes, extinguidores y vigilancia
- Rociadores automáticos
- Construcción superior
- Cuota específica para edificios.

• RIESGOS ORDINARIOS

Se entenderá por Riesgos Ordinarios aquellos riesgos que al momento de la contratación tengan una suma asegurada por ubicación inferior a \$ 3.845 millones de nuevos pesos m. n., incluyéndose en dicho valor el del edificio, maquinaria y existencia.

No se consideran en este capítulo las casas habitación, ni las escuelas, colegios, hospitales y oficinas, aunque su valor sea el expresado anteriormente.

Los riesgos mencionados en el primer párrafo serán tanto de procesos de transformación como comerciales.

Queda entendido que los bienes asegurados en este capítulo, deberán ser invariablemente cubiertos en moneda nacional, salvo las disposiciones legales en esta materia.

Cuando se asegure el edificio, no será permitido excluir de la cubierta parte alguna del mismo excepto el valor del terreno, cimientos y fundamentos que se encuentren bajo el nivel del piso más bajo, ni asegurar solamente la responsabilidad de inquilinos por parte del edificio, pero cuando exista una división catastral de propiedad, se permitirá asegurar independientemente la parte que corresponda a cada propietario.

En todas las pólizas que cubran riesgos para los cuales la tarifa establece cuotas diferenciales o adicionales de acuerdo con características y procedimientos determinados, éstos deberán indicarse claramente en el texto del documento correspondiente.

En todas las pólizas debe aparecer por inciso, la cuota definitiva, después de aplicar los recargos o descuentos procedentes.

Las comisiones máximas que deberán pagarse a los Agentes serán del 30% en los riesgos cotizados bajo este Capítulo.

TARIFA PARA RIESGOS ORDINARIOS:

Para el uso correcto de esta Tarifa, cuando en la misma no aparezca en forma expresa una fracción que tarifique un producto o proceso; para obtener la cuota aplicable se deben definir las materias primas o materiales básicos que integran el producto, aplicado la cuota mayor resultante. Para mayor detalle consultar la tabla de cuotas aplicables que aparece en el punto 3 del capítulo de

riesgos ordinarios, así como la tabla de ubicación del riesgo que le precede y que esta basada en la protección municipal, en el manual del ramo de incendio de la A.M.I.S.

RECARGOS PARA RIESGOS ORDINARIOS:

Los recargos que se aplicaran a los riesgos ordinarios a las cuotas resultantes según la tarifa básica de incendio y/o rayo seran por:

- Número de pisos (igual al de la parte de Edificios)
- Tipo de construcción (análogo a la parte de Edificios)
- Protección Municipal (igual al de la parte de Edificios)
- Existencia de sustancias explosivas

hasta 15 kgs.	0%
mas de 15 hasta 25 kgs.	50%
mas de 25 kgs.	100%

- Existencia de sustancias inflamables (siempre y cuando no sean la bse la cotización):

hasta el 1%	0%
mas de 1% hasta 5%	10%
mas de 5% hasta 10%	20%
mas de 10%	50%

- Comunicación

Cuando dos o más riesgos estén directamente comunicados por aberturas comunes que no estén protegidas con puertas contra incendio de acuerdo a las normas, se cotizará con la cuota definitiva más alta.

DESCUENTOS PARA TARIFA DE RIESGOS ORDINARIOS:

(Ver descuentos para Edificios mencionados anteriormente)

*** RIESGOS COMERCIALES E INDUSTRIALES**

DISPOSICIONES PARTICULARES:

Se entenderá por Riesgos Comerciales e Industriales, todos los riesgos que al momento de la contratación, incluyendo edificio, instalaciones, maquinaria y existencias tengan una suma

asegurada por ubicación superior a \$ 3.845 millones de nuevos pesos M. N. o aquellos que por sus características estén expresamente excluidos en los capítulos IV y V del Manual de la A.M.I.S.

Los riesgos a que se refiere el artículo anterior, será tanto Industriales como Comerciales o de Servicios.

Queda entendido que los bienes asegurados en este capítulo, deberán ser invariablemente cubiertos en Moneda Nacional, salvo las disposiciones legales en esta material.

Quando se asegure el edificio, no será permitido excluir de la cubierta, parte alguna del mismo, excepto el valor del terreno, cimientos y fundamentos que se encuentren bajo el nivel del piso más bajo. Tampoco se permitirá asegurar solamente la responsabilidad de inquilinos por partes del edificio, pero cuando exista una división catastral de propiedad, se permitirá asegurar independientemente la parte que corresponda a cada propietario.

En todas las pólizas debe aparecer por inciso, la cuota definitiva, después de aplicar los recargos o descuentos procedentes.

Quando los trabajos en un riesgo industrial sean suspendidos, a solicitud del Asegurado se podrá modificar la cuota, sin embargo, es requisito indispensable el incluir en este caso, la siguiente cláusula:

"En consideración al descuento concedido por la suspensión de trabajos el asegurado se compromete a:

- a) Mantener limpia y libre de desperdicios la planta.
- b) No almacenar materias primas ni productos en proceso.
- c) Desconectar desde los tableros las líneas eléctricas de fuerza motriz.
- d) Mantener vigilantes de día y de noche.
- e) Dar aviso oportuno de la reanudación de los trabajos.

La infracción a cualquiera de los compromisos antes mencionados, suspenderá los efectos de la póliza mientras dure tal infracción."

Las comisiones máximas que deberán pagarse a los agentes serán del 25 % en los riesgos cotizados bajo este Capítulo.

T A R I F A

Para el uso correcto de esta Tarifa, cuando en la misma no aparezca en forma expresa una fracción que tarifique un producto o proceso, para obtener la cuota aplicable se deben definir las materias primas o materiales básicos que integran el producto aplicándose la cuota mayor resultante, de acuerdo a la tabla de cuotas de la sección 3, capítulo VI Riesgos Comerciales e Industriales del Manual de incendios de la A.M.I.S.

RECARGOS PARA RIESGOS COMERCIALES E INDUSTRIALES:

Los recargos que se aplicaran a los riesgos comerciales e industriales a las cuotas resultantes según la tarifa básica de incendio y/o rayo serán por:

- Número de pisos (igual al de la parte de Edificios)
- Tipo de construcción (análogo a la parte de Edificios)
- Protección Municipal (igual al de la parte de Edificios)
- Existencia de sustancias explosivas (igual a la de Riesgos Ordinarios)
- Existencia de sustancias inflamables (igual a la de Riesgos Ordinarios)

DESCUENTOS PARA TARIFA DE RIESGOS COMERCIALES E INDUSTRIALES:

(Ver descuentos para Edificios mencionados anteriormente)

• GRANDES RIESGOS

Se entenderán por Grandes Riesgos, aquellas negociaciones que al momento de contratación cuenten en un sólo predio con una suma asegurada básica mayor o igual a NS 256'332 millones de nuevos pesos m. n.

Los riesgos a que se refiere el artículo anterior podrán ser industriales y comerciales.

Estos riesgos serán cotizados por la compañía de seguros tomando en cuenta las condiciones del mercado internacional.

Todos los impuestos prescritos por Ley que se causen al expedir la póliza, así como los derechos y recargos que sean decretados, autorizados o emitidos por las autoridades competentes, serán por cuenta del asegurado.

Las comisiones máximas que deberán pagarse a los agentes serán del 12.50% en los riesgos cotizados bajo el Capítulo VII del manual del Ramo de Incendio de la A.M.I.S.

Por las características propias de este tipo de riesgos, no existen las secciones de Tarifa, recargos y Descuentos.

*** RIESGOS ADICIONALES.**

EXPLOSION

RIESGOS CUBIERTOS

Los bienes amparados por la póliza a la cual se adhiere este endoso, quedan también cubiertos por las mismas cantidades establecidas en la póliza, contra las pérdidas ocasionadas por daños materiales causados directamente por explosión, ya sea que ésta ocurra en el predio ocupado por el asegurado, o fuera de él, y que dañe las propiedades asegurada.

RIESGOS EXCLUIDOS

La Compañía Asegurada en ningún caso será responsable por:

Las pérdidas ocasionadas por daños que por su propia explosión sufran calderas, tanques, aparatos o cualquier otro recipiente que esté sujeto usualmente a presión.

Si la póliza comprende varios incisos, estas condiciones se aplicarán a cada inciso por separado.

TARIFA

a) Edificios o contenidos, de negocios que utilicen sustancias inflamables y/o explosivos (cualquiera que sea su porcentaje), o que cuenten con equipos que trabajen a presión, o que en sus instalaciones utilicen gas: Aumento a la cuota de incendio 20%.

b) Edificios o contenidos de negocios que no cuenten con ninguno de los conceptos mencionados en el inciso a), pero que tengan colindantes pared con pared o a una distancia menor de 15 mts. 10%.

c) Edificios o contenidos que no cuenten con ninguno de los conceptos mencionados en el inciso a), pero que tengan colindantes a una distancia mayor de: 15 metros 5%.

d) En el caso de que el Asegurado decidiera amparar contra el riesgo de explosión, solamente parte de las propiedades 30%.

DEDUCIBLE.

En cada reclamación por daños materiales causado por los riesgos amparados por este endoso, siempre quedará a cargo del Asegurado una cantidad equivalente al 1% de la suma asegurada con máximo de la cantidad equivalente a 750 días del salario mínimo vigente en el Distrito Federal en la fecha del siniestro.

Este deducible será aplicado a cada edificio estructura por separado, incluyendo sus contenidos independientemente de que los bienes se aseguren en uno o varios incisos o en cada una o varias pólizas.

En caso de que fuera aplicable lo dispuesto en el párrafo 2o. de la Cláusula 4a. de las Condiciones Generales de la póliza, sólo quedará a cargo del Asegurado, una proporción de la suma deducible en la misma medida en que la Compañía responda proporcionalmente al daño causado.

FORMAS DE ASEGURAMIENTO

Las formas de aseguramiento contra incendio y/o explosión son diversas de acuerdo a la conveniencia del asegurado, a continuación se mencionan estas formas haciendo hincapié en la primera por ser de la más común y la más importante.

1.- DEDUCIBLE CONVENIDO PARA LAS COBERTURAS DE INCENDIO, RAYO Y EXPLOSION.

CLAUSULA

Conforme a esta cláusula, la Póliza de Incendio puede ser contratada con deducible o sin él, entendiéndose como tal, la cantidad que en caso de pérdida o daño indemnizable, siempre quedará a cargo del asegurado.

El deducible se aplicará en función de la Suma Asegurada en vigor al momento del siniestro, el cual aparece en la cartúla, de acuerdo con lo solicitado por el asegurado.

Asimismo, el seguro podrá ser contratado por área de fuego, las cuales se precizarán en especificación adjunta, y para ese efecto, por área de fuego se entiende que son aquellas

instalaciones que perteneciendo al mismo predio asegurado, se encuentren separadas entre sí por una distancia mayor a quince metros, siendo de construcción maciza o de materiales incombustibles, o treinta metros en caso de construcción no maciza y de materiales combustibles o que tengan, manejen, procesen o almacenen sustancias inflamables.

En cada reclamación por daños materiales causados a los bienes asegurados por la póliza a la que se adiciona esta cláusula como consecuencia de incendio y/o Explosión, se aplicará el deducible pactado sobre la suma asegurada del área de fuego en que haya ocurrido el siniestro.

Sin embargo, para evitar que el asegurado pague dos o más deducibles, si como consecuencia de un sólo siniestro se afectan dos o más áreas de fuego, el deducible total que estará a cargo del asegurado no podrá exceder del deducible en términos absolutos más altos que se haya contado para una área de fuego dentro del mismo predio, aun cuando no haya sido afectada por el siniestro.

- 2.- COASEGURO CONVENIDO
- 3.- ENDOSO DE VALOR DE REPOSICION
- 4.- AJUSTE AUTOMATICO DE SUMA ASEGURADA PARA BIENES DE ORIGEN NACIONAL
- 5.- AJUSTE AUTOMATICO DE SUMA ASEGURADA PARA BIENES DE PROCEDENCIA EXTRANJERA
- 6.- PROTECCION MULTIPLE PARA BIENES DE ORIGEN NACIONAL
- 7.- PROTECCION MULTIPLE PARA BIENES DE ORIGEN EXTRANJERO
- 8.- CLAUSULA DE EXISTENCIAS EN DECLARACION
- 9.- CLAUSULA DE SEGURO FLOTANTE
- 10.-OBJETOS DE DIFICIL O IMPOSIBLE REPOSICION
- 11.-AUMENTOS Y DISMINUCIONES A PRORRATA
- 12.-BIENES EN CUARTOS O APARATOS REFRIGERADORES
- 13.-BIENES EN INCUBADORAS
- 14.-COBERTURA AUTOMATICA PARA INCISOS CONTRATADOS
- 15.-COBERTURA AUTOMATICA PARA INCISOS NUEVOS O NO CONTRATADOS

DESCUENTOS.

Los descuentos en cuotas que deben ser sancionados por la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros, solo podrán ser aplicadas a partir de la fecha en que ese Organismo expida la aprobación correspondiente.

No obstante, la vigencia de los descuentos sera a partir de la fecha en que se haya entregado la documentación completa para el tramite correspondiente a ese organismo, sin embargo la retroactividad nunca sera mayor de tres meses.

En caso de aplicación de estos descuentos, invariablemente se deberá insertar la clausula correspondiente:

A.1 CLAUSULA DE DESCUENTO POR CUOTA ESPECIFICA.

A.2 CLAUSULA DE DESCUENTO POR CONSTRUCCION SUPERIOR

A.3 CLAUSULAS DE DESCUENTOS POR EXTINGUIDORES Y VIGILANCIA.

A.4 CLAUSULA DE DESCUENTO POR EXTINGUIDORES, HIDRANTES, Y VIGILANCIA.

A.5 CLAUSULA DE DESCUENTO PARA NUCLEOS HABITACIONALES.

A.6 CLAUSULA DE DESCUENTO DE PLANTAS MODERNAS DONDE SE LABRA MADERA .

A.7 CLAUSULA DE DESCUENTO POR ROCIADORES AUTOMATICOS.

5.5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA INCENDIO

A).- LINEAMIENTO PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO

Es importante que el Titular de Seguridad y Protección sea la única persona autorizada para ejercer el presupuesto; asimismo es la única persona que debe aprobar gastos de dicho presupuesto.

A.1) Concepto de gastos controlables y semicontrolables.

Controlables

Son aquellos que planea el responsable de la función de Seguridad y Protección y sobre los cuales ejerce un control absoluto, decidiendo su realización o eliminación.

Semicontrolables

Son aquellos gastos que no son imputables al Centro de Costos de Seguridad y Protección en particular, los cuales son presupuestados por un área staff ya asignados a los Centro de Costos que por sus características en la operación pueden ejercer determinado control y análisis sobre ellos.

A.2) Principales Indicadores.

Debido a la situación económica que prevalece en el país, es necesario adoplarse estrategias para enfrentarse a la crisis y poder optimizar la operación, a continuación se mencionan los principales indicadores en que deberá basarse el presupuesto:

- * Porcentaje de inflación esperada en el año.
- * Porcentaje de aumento en los salarios mínimos.
- * Tipo de cambio

B). CONCEPTOS A PRESUPUESTAR.

B.1). Misceláneos

Son aquellos gastos generales de oficina no incluidos en otros conceptos. Ejemplo:

- Pilas para lámpara de emergencia
- Libros para bitácora de Vigilancia
- Discos para relojes marcadores

B.2). Otros servicios contratados

Representan los gastos derivados de un contrato de servicios específicos los cuales son presentados en forma periódica a la compañía. Ejemplos:

- Reparación de armamento de Vigilancia
- Revisión de cámara fotográfica

B.3). Servicios Profesionales

Son los pagos de servicios externos utilizados para llevar a cabo tareas especiales o cierto tipo de proyectos que el personal permanente no puede ejecutar debido a la falta de tiempo o experiencia. Ejemplos:

- Asesores diversos en materia de Protección y Seguridad.

B.4). Cuotas y Suscripciones

Son aquellos gastos que se generan por la suscripción o inscripción a Asociaciones, revistas, periódicos, manuales, etc., relacionados con la materia.

B.5). Vigilancia

En esta cuenta se incluyen los salarios del personal de Vigilancia, uniformes, gastos administrativos, servicio médico, tiempos extras, servicios especiales, aguinaldos y cualquier otro gasto que cubra el concepto Vigilancia.

B.6). Manuales e Instructivos

Son aquellos gastos derivados de la creación de Manuales de Protección y Seguridad para su respectiva distribución incluyendo la impresión de los mismos.

B.7). Entrenamiento a Empleados

En esta cuenta se incluyen los entrenamientos específicos para el personal del Departamento de Seguridad y Protección, ya que dado su carácter de especialización no es presupuestada por un área staff.

C.3). Situación actual

En este punto se incluyen los sistemas de seguridad y protección existentes y alcances de los mismos.

C.4). Detalle del costo

Se incluye una descripción detallada de la Inversión de Capital y de gasto de cada uno de los sistemas propuestos y la ubicación de los mismos.

C.5). Calendarización

Es la distribución mensual del flujo de efectivo durante el año presupuestado.

C.6). Lineamiento para incluir gastos en un presupuesto de Inversión.

Existen factores que a pesar de ser gastos que atañen directamente a los activos fijos presupuestados como Inversión de Capital, motivo por el cual deben incluirse en este presupuesto.

a) Mantenimiento a los sistemas de Seguridad y Protección.

En este concepto, es de vital importancia el mantenimiento preventivo de los equipos, por lo tanto consideramos el presupuestar pólizas de mantenimiento con validez de un año, garantizando así una vida media del equipo adecuado.

b) Entrenamiento a empleados.

Uno de los propósitos de esta cuenta es poder soportar la capacitación a grupos de gentes, tales como: Comités, Brigadas, Vigilancia, Mantenimiento, etc.

c) Estudios de Higiene Industrial.

En esta cuenta se presupuestan los gastos que por estudios y análisis se requiera de acuerdo a los riesgos punta de la Empresa y se refieren a:

- Concentraciones Ambientales
- Ruido
- Polvo
- Desechos industriales
- Control biológico del personal expuesto

d) Campañas motivacionales

Esta cuenta contempla el gasto indispensable para la elaboración de campañas pro-cambio de conducta.

C). PRESUPUESTO DE INVERSION

Podemos llamarle inversión de capital a todos aquellos compromisos o promesas de compra de activos fijos, sin importar su método de financiamiento; es decir son aquellas compras que la Empresa puede conservar como útiles por más de un año.

Preparación del Presupuesto de Inversión.-

C.1). Resumen Ejecutivo

El resumen debe contener todos los puntos principales de la propuesta incluyendo la inversión requerida, los beneficios, los riesgos y el rendimiento sobre la inversión.

C.2). Soporte Documental

El paquete de la inversión de capital suministra un apoyo detallado conjuntamente con la información que sostiene el resumen ejecutivo; por lo tanto se deben tomar en cuenta los siguientes puntos.

C.2.1). Descripción.- Incluye la identificación de los principales componentes de la inversión y/o artículos de equipo requeridos, su capacidad o características de diseño especial.

C.2.2). Justificación.- La propuesta se discute con referencia específica a las implicaciones mandatorias, financieras y estratégicas del proyecto. Los aspectos de capacidad de la propuesta son evaluados tomando en consideración tales asuntos como expansión futura, riesgos técnicos y el impacto de cambios razonables a la proyección de volumen.

Cada propuesta establecida y detallada deberá satisfacer uno o más de los criterios de la Dirección. Los factores favorables y desfavorables y todos los aspectos de riesgo, asociados con las aprobaciones de la propuesta deben listarse y discutirse y garantizarse la consideración de otras propuestas alternas en caso de rechazo.

C.2.3). Finanzas.- Una discusión completa y detallada de la economía del proyecto, incluyendo la inversión de costos de operación.

D). CONTROL PRESUPUESTAL

El control presupuestal es una técnica de la Administración que sirve para controlar en detalle las operaciones de Seguridad y Protección de la Empresa.

Dentro de sus principales objetivos están los siguientes:

a) Suministrar información a la Alta Dirección del resultado de las operaciones contra lo planeado y por ende, facilitar la toma de decisiones.

b) Coadyuvar a la solución de problemas en forma anticipada, evitando riesgos o bien detectándolos para su inclusión en seguimientos mensuales.

c) Alcanzar las metas establecidas por el Departamento de Seguridad y Protección con su respectivo Centro de responsabilidad y a nivel total de la Compañía.

E). CONCLUSIONES

El presupuesto es el soporte real y básico para clarificar los objetivos de un Departamento de Seguridad y Protección, la elaboración y administración del mismo provocará junto con el área técnica la simbiosis esperada para la administración total de los riesgos.

Si los Departamentos de Seguridad y Protección no logran el objetivo de financiar los riesgos tendrán minimizadas las posibilidades de clarificar sus contribuciones a los logros totales de la Compañía.

CAPITULO VI

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN ALMACENES PARA LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PLÁSTICO

6.1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de ilustrar las medidas de protección contra incendios, en almacenes, se analizará el caso de una industria de fabricación de componentes de plástico para conexiones eléctricas utilizados en la industria automotriz.

En este tipo de industria, se emplea básicamente el proceso de moldeo por inyección de diferentes materiales termoplásticos, a los cuales en algunos casos, se incorporan elementos metálicos durante el proceso de inyección y/o ensamble.

Se eligió este caso en base a la representatividad del proceso y tipo de almacenes dentro de la industria de la transformación del plástico, siendo esta una de las ramas más importantes de la industria, debido a los usos y avances tecnológicos que extienden su aplicación a los diferentes campos de la actividad humana.

En la fig 1 se presenta un diagrama de flujo del proceso en el que se muestran las diferentes etapas de elaboración de este tipo de componentes.

Como se podrá observar en este diagrama de bloques existen diferentes etapas en la elaboración de dichos componentes, los cuales se llevan a cabo en diversas secciones de la planta, taller de herramientas, área de inyección, área de preparación y ensambles, almacenes etc. Como se ilustra en los planos 1 y 2.

Dentro de estas instalaciones, los almacenes representan un riesgo de incendio especial, por lo cual nos aplicaremos al análisis y diseño de los sistemas de protección contra incendios en este tipo de lugares.

Los almacenes que encontramos en esta planta son:

- Almacén de materia prima
- Almacén de producto terminado
- Almacén de embalaje
- Almacén de herramientas
- Almacén de productos metálicos
- Almacén de mantenimiento
- Almacén auxiliar de aceites

-ALMACEN DE MATERIA PRIMA

Este almacén se compone de 4 secciones ubicadas en una construcción contigua a la nave de producción.

Las áreas comprendidas en este almacén son:

- a) Sección de plásticos
- b) Sección de plásticos reciclados
- c) Sección de metales
- d) Sección de recibo

a) Sección de plásticos:

Se depositarán los materiales plásticos nuevos, que representan la principal materia prima, en el proceso de esta planta, suficientes para el consumo de un mes.

b) Sección de plásticos reciclados:

En el se deposita el molido de coladas, rebabas y piezas defectuosas de los materiales plásticos utilizados en el proceso y que sean reutilizados mezclados con material nuevo. En esta área también se almacenarán los colorantes, que se mezclarán con el plástico, para obtener diferentes coloraciones en el producto.

c) Sección de metales:

En esta sección se almacenaran los roys de lámina y placas de acero que se emplean para la fabricación de piezas e insertos metálicos, así como herramientas y sus refacciones que se utilizarán en los procesos productivos.

d) Sección de recibo:

En esta área se depositarán los materiales al ser descargados por los transportes de los proveedores, para ser inspeccionados, clasificados y despachados a las áreas de almacenaje que les correspondan, la permanencia de los materiales en esta área es variable pudiendo ser desde unas horas hasta un par de días, dependiendo de las facilidades para su expedición o de los problemas que presenta (rechazos, falta de papelería, embarque incompletos, etc.).

-ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

En este lugar se almacenarán los productos resultado del proceso una vez terminado, después de ser inspeccionado y empacados para su despacho a los diferentes clientes, se estima que su capacidad tendrá que ser el equivalente a 15 días de producción, ya que se deberá contar con al menos una semana de cobertura en los pedidos, para prever disminución o paros de producción por diversas causas, y una estancia de otra semana para completar embarques.

-ALMACEN DE ENBALAJE

Este almacén esta compuesto de dos secciones; una área de almacenaje en donde se depositarán las cajas de cartón para el empaque del producto, desarmadas y estibados en bloques,

para cubrir la producción de 15 días, y una área de armado en donde se ensamblarán las cajas para ser enviadas a la línea de producción para su utilización en el empaque de los productos.

Este almacén junto con el de producto terminado se encuentra en un edificio aledaño a la nave de producción.

-ALMACEN DE HERRAMENTALES

Este almacén se encuentra en el interior de la nave de producción, en el se resguardan los herramientas que se utilizarán en los procesos de inyección y troquelado, por lo que se encontrará cercano a dichas áreas. En este local también se realizará la preparación y limpieza de estas herramientas para su uso, una vez que son solicitados, así como su limpieza, revisión y preparación para su conservación cuando dejen de ser utilizadas, la importancia y el valor de este equipo es fundamental para la operación de la planta.

-ALMACEN DE PRODUCTOS METÁLICOS

Este recinto se encuentra también en el interior de la nave de producción, en el se almacenarán los componentes metálicos resultado del proceso de troquelado y que son utilizados como insertos en el proceso de moldeo o como piezas en el ensamble de los diferentes productos, se puede considerar como un almacén intermedio en el proceso, tendrá que contar con una capacidad para cubrir una semana de producción y un stock de reserva también de una semana para prever deficiencias en el proceso de estas piezas.

-ALMACEN DE MANTENIMIENTO

Este almacén se localiza junto al área de trabajo de mantenimiento, adyacente al taller de máquinas herramientas en el interior de la planta. En el se resguardan las refacciones y piezas de

recambio para las instalaciones, maquinaria y equipo de la fábrica, así como las herramientas y equipo utilizado por el personal de mantenimiento en sus diversas actividades, algunos de los equipos y refacciones almacenados en este local son especialmente delicados y de gran valor económico.

-ALMACEN AUXILIAR DE ACEITES

Este almacén se encuentra aislado del resto de las instalaciones de la planta, en el se depositarán en tambos metálicos los diferentes aceites utilizados en el proceso y mantenimiento del equipo de la planta, además de los aceites de desecho, en espera de ser enviados a su reproceso o a un confinamiento definitivo en algún lugar autorizado para dicho fin.

En general los almacenes representan las áreas de más alto riesgo en este tipo de industrias, por la acumulación de material que en ellos encontramos, más sin embargo no hay que olvidar las medidas de prevención y protección de incendios en todos y cada una de las áreas de la planta.

A continuación realizamos un análisis y planteamiento de los sistemas de prevención y protección en los diferentes almacenes con el fin de ilustrar la aplicación de estos.

Todo planteamiento de un sistema de protección deberá comenzar con el análisis de contenido de la zona a proteger y su clasificación del riesgo que se desprende de este, es muy importante realizarlo muy detalladamente porque de él dependerá el resto de las medidas que se tomen.

El siguiente punto es analizar su ubicación, distribución, tipo de almacenamiento y colocación, ya que de ello dependerá en gran medida que el riesgo se incremente o disminuyan, al facilitar o dificultar la propagación de un incendio, y/o aumentar o disminuir la cantidad de combustible.

Otro aspecto importante es el de la construcción e instalaciones de los servicios (electricidad, drenaje, etc.) ya que estos pueden ser causa de incendios (especialmente instalaciones eléctricas), contribuir a la propagación y expansión del incendio al ser combustibles sus elementos (acabados, pisos, techos, muros, elementos estructurales, etc.) o aumentar los daños o pérdidas, al

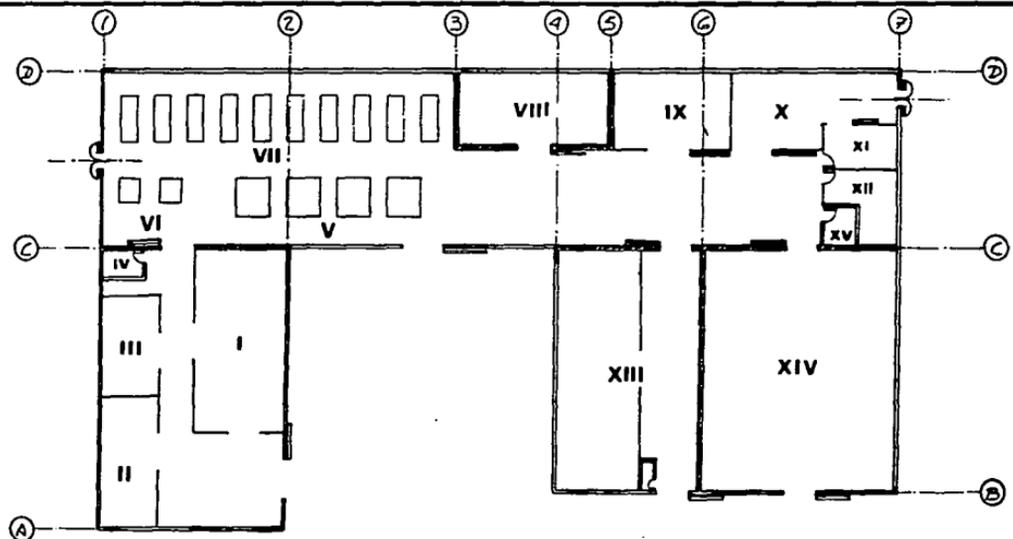
colapsarse o debilitarse, además de que al añadir ciertos elementos ayudan a controlar y limitar el fuego, como son los muros divisorios, muros contra incendios y explosiones, puertas contra incendios etc.

También es importante el considerar la organización de seguridad, la señalización, el orden, la limpieza, el mantenimiento, el desalojo del agua, etc, que contribuirán en gran medida en la prevención del siniestro o a minimizar los daños ocasionados por ellos.

Los aspectos hasta aquí mencionados, se enfocan básicamente a la prevención de los daños y siniestros, todo sistema de protección también debe contemplar el aspecto correctivo como es la detección oportuna, y la extinción del conato o siniestro, con medios que aseguren su control y faciliten o contribuyan directamente a estos fines.

En todos los puntos anteriores se deberá obtener la mayor seguridad posible, adecuada a los valores a proteger, las normas legales a cumplir, costos de montaje y operación, reducción de cuotas y costos de seguros, etc, que la justifiquen.

FALLA DE ORIGEN



ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS

- I - SECCION DE PLASTICOS
- II - SECCION DE MATERIA PRIMA METALICA
- III - SECCION DE PLASTICOS RECLICADOS Y COLODANTES
- IV - OFICINA DE CONTROL DE MATERIA PRIMA

AREA DE PRODUCCION

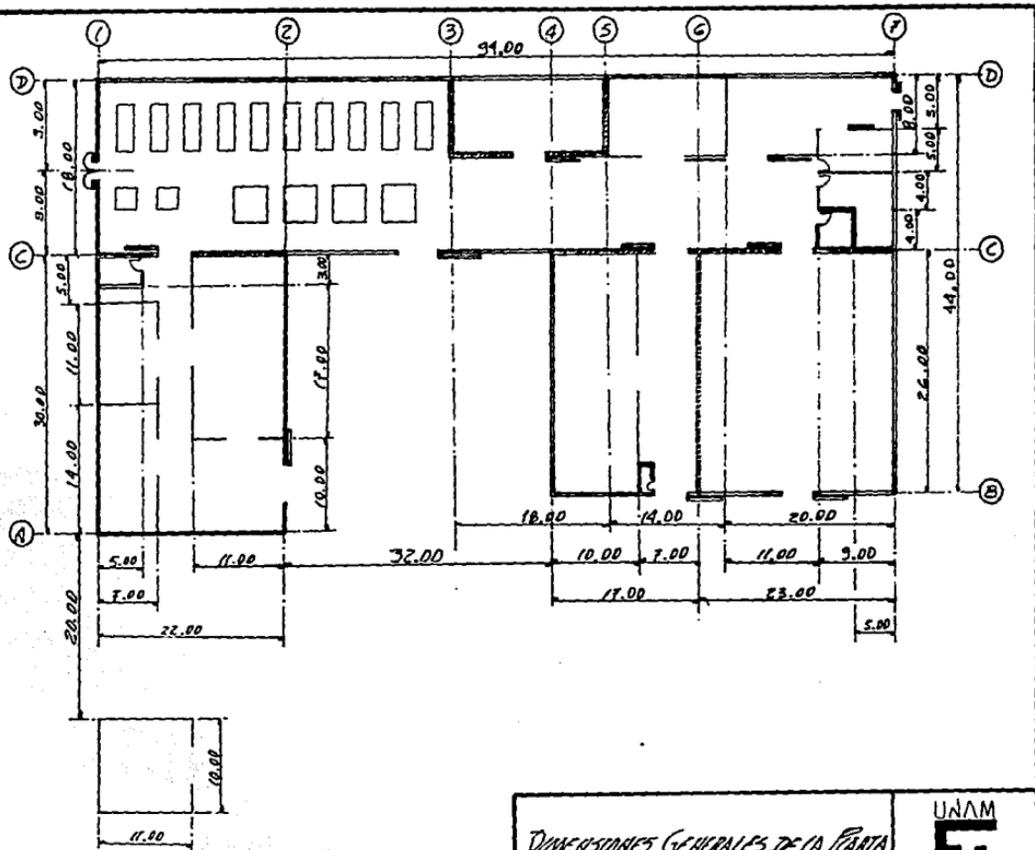
- V - PRESAS TORDECADORAS
- VI - MOEDOS
- VII - INSPECTORES DE PASTICO

- VIII - ALMACEN DE HERRAMIENTAS
- IX - ALMACEN DE PRODUCTOS METALICOS
- X - TALLER MECANICO DE HERRAMIENTAS
- XI - TALLER DE MANTENIMIENTO
- XII - ALMACEN DE MANTENIMIENTO
- XIII - ALMACEN DE EMBALAJE
- XIV - ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
- XV - OFICINA DE CONTROL DE PRODUCTO T.
- XVI - ALMACEN AUXILIAR DE ACEITES



PLANO DE DISTRIBUCION GENERAL DE LA PLANTA		UNAM F
ESC. 1:500	ACOT. EN: MTS.	

FALLA DE ORIGEN



DIMENSIONES GENERALES DE LA PLANTA		UNAM F:
ESC. 1:500	ACOT. EN: MTS	PLANO No. G-2

6.2 ANÁLISIS PARA LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN ALMACENES.

6.2.1 ALMACEN DE MATERIA PRIMA

I.-Análisis de contenido:

a) Contenido

- 1.- Sacos de plásticos (ABS, poliamida, cloruro de polivinilo).
- 2.- Sacos de plásticos Reciclados (ABS, poliamida, cloruro de polivinilo).
- 3.- Sacos de colorante (Negro de humo).
- 4.- Rollos de lámina (Latón, cobre, bronce, Acero inoxidable).
- 5.- Placas de acero (01, H13, D2, 4140).

b) Presentación y Dimensiones:

Plásticos: Pellets o grazna en sacos de polietileno o papel reforzado (1 x 0.5 x 0.3 m) de 50 kg. cada uno.

Plásticos Reciclados: Molido en sacos de Polietileno o papel reforzado reciclados y sellados (1 x 0.5 x 0.3 m) de 50 kg. cada uno.

Colorantes: Polvos en sacos de Polietileno (1 x 0.5 x 0.3 m) de 50 kg. cada uno.

Rollos de Lámina: Carretes de cartón o madera (1.2 m de diámetro y 0.4 m de altura).

Placas de Acero: Sin empaque , diferentes dimensiones.

c) Inventario Promedio:

Plásticos:	800 costales/mes (400 poliamida, 200 ABS y 200 PVC).
Plásticos Reciclad0s:	120 sacos/mes (60 poliamida, 30 de ABS, y 30 de PVC).
Colorantes:	10 sacos/mes.
Rollos de lámina:	14 carretes/mes (8 latón, 4 cobre y 2 de otros materiales).
Aceros:	300 kg/mes.

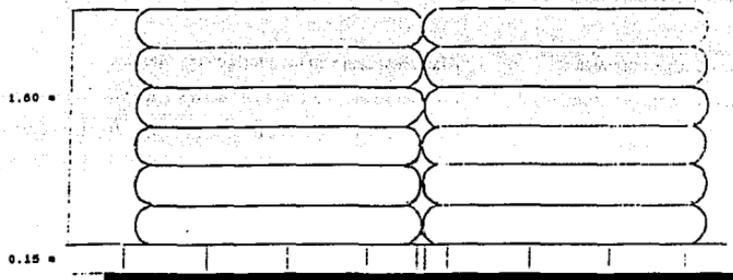
d) Clasificación del Riesgo:

Plásticos	(Nuevos y Reciclad0s): Combustibles de riesgo mayor.
ABS:	Grupo 1 (calor de combustión mucho más elevado que los combustibles ordinarios), temperatura de ignición de 530°C.
Poliamida:	Grupo 2 (calor de combustión más elevado que los combustibles ordinarios). temperatura de ignición de 430°C.
PVC:	Grupo 3 (calor de combustión semejante a combustible ordinarios). Temperatura de ignición de 390°C.
Colorantes:	Combustibles ordinarios
Rollos de lámina:	No riesgoso, almacenamiento normal, con alta temperatura de ignición.

II.-Dimensiones y Tipo de Almacenamiento.

a) Plásticos Nuevos, Reciclad0s (ABS, PVC, Poliamidas) y Colorantes.

Tipos de Almacenamiento:	Apilamiento sólido.
Características y restricciones:	Almacenamiento en pilas sin espacios libres horizontales, con altura mínima de 1.8 m (65 sacos), con palets de base.



Almacenamiento por pilas

Consideraciones:

- La severidad del fuego se reduce cuando la pila de almacenamiento se derrumba por lo que se considera una altura mayor o igual a 1.8 m.
- La severidad del fuego se reduce cuando el producto tiende a salirse del contenido después de arder el embalaje.
- Los almacenamientos de plásticos en bloques sólidos tienden a arder con menos severidad que aquellos que poseen espacios vacíos dentro del embalaje.
- No constituye mayor peligro el embalar en plásticos los elementos de este mismo material.

- La altura de las pilas no sobrepasa los 2.2 m. para facilitar la maniobra y dejar un espacio al techo de 1 m. para el buen funcionamiento de los detectores y rociadores.
- Se dejara un pasillo de 1 m a las paredes para facilitar; la limpieza, inspección y derrumbe intencional en caso de incendio.

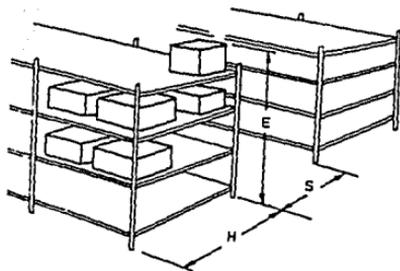
b) Rollos de Lámina y Acero

Tipo de Almacenamiento:

Almacenamiento en estantería sólida metálica.

Características y restricciones:

Estantes sólidos de 1.5 m de ancho y 2 metros de altura. La separación entre estantes de 2 metros, para facilitar maniobras.



E = Altura de almacenamiento
 H = Anchura estante
 S = Separación entre estantes

Consideraciones:

- No representa riesgo de flamabilidad.
- El costo del material no justifica medidas adicionales de protección.
- El almacenamiento en espacio individual es para evitar deformaciones de material.

III.-Construcción

a) Piso:

Aplanado de concreto, con 4 coladeras por cada 90 m^2 , con pendiente hacia estas y trincheras que faciliten el desagüe.

Consideraciones:

- El aplanado de concreto es incombustible.
- Es muy resistente a grandes pesos, al desgaste y de gran duración.
- No se considera ningún tipo de revestimiento; básicamente por seguridad y economía, aún cuando para mejor presentación y limpieza sería aceptable una capa de sellador a base de fluorosilicatos o epoxirresinas no flamables, bajo ninguna circunstancia se recomienda el recubrimiento con materiales combustibles.
- Es importante considerar el drenado del agua, resultado de la extinción de un conato de incendio, por lo cual se considera la existencia de 4 coladeras por cada 90 m^2 y trincheras que faciliten el desagüe.

b) Muros:

Para una resistencia al fuego de más de 3 hrs.

Consideraciones:

- Los muros de concreto son altamente resistentes al fuego y altas temperaturas.
- Los muros de tabicón y ladrillo son susceptibles a derrumbes en caso de incendio en estas áreas por las elevadas temperaturas que alcanza la combustión de materiales plásticos.
- Los muros de materiales combustibles son inaceptables (madera, plásticos, etc.).

c) Techos:

Para resistencia al fuego de más de 3 hrs.

Consideraciones:

- El incendio de plásticos ocasiona altas temperaturas al nivel del techos.
- Una estructura metálica no protegida no es recomendable, ya que por encima de los 550 °C, el acero puede perder su resistencia y producir derrumbe parcial o total, en caso de tener la estructura metálica, se debe revestir de concreto de espesor mínimo de 5 cm para una resistencia mayor de 3 hrs en los principales elementos estructurales. Instalar un techo con una resistencia al fuego de 1 hora, situándolo por debajo de la estructura metálica expuesta, reduciendo la altura del almacenamiento hasta el límite en que la protección de la estructura metálica no se requiera.
- Una construcción con vigas de madera pesada, puede ser una alternativa dada su lento propagación del incendio y mejor estabilidad estructural, comparado con una estructura metálica no protegida. Una construcción ligera de madera no es recomendable por la rápida propagación del fuego.
- No es recomendable los plafones suspendidos con espesor entre este y el techo.

- Se requiere contemplar una ventilación natural al nivel del techo para facilitar la salida de humos y gases tóxicos, no son recomendables los extractores automáticos por que son perjudiciales para el control del incendio, ya que su actuación supone generalmente una aportación de oxígeno del exterior con lo que se aviva el fuego. En caso de ser necesario su control debe ser manual.

d) Muros contra incendio:

División contra incendio de concreto reforzado. Para una resistencia al fuego de más de 3 hrs.

Consideraciones:

- Es necesario el contar con una división de pisos a techo para aislar al almacén de áreas de producción y oficinas.
- El muro deberá tener una resistencia igual que los otros elementos estructurales. No se requiere una protección mayor como muros contra incendio y parapetos.

e) Acabados y Revestimientos de interiores:

De ningún tipo.

Consideraciones.

- No se requiere cubrir ninguna función decorativa, protectora o aislante.
- Cuando un fuego se produce el desarrollo inicial esta determinado por la naturaleza de los acabados superficiales y generalmente los revestimientos son los primeros en incendiarse.
- Todas las divisiones deben de ser de material incombustible.
- El mobiliario debe ser de material incombustible y de preferencia metálico.

f) Divisiones interiores:

Malla de alambre de 3 metros de altura.

Oficinas: Divisiones o paneles de tablaroca (yeso) o algún otro material no combustible hasta techo, sin plafones o techos falsos.

Consideraciones:

- Todas las divisiones tendrán que ser de materiales incombustibles.
- Las divisiones no requieren una resistencia mayor al fuego ya que no resguardan equipo o documentos de valores altos.

g) Puertas:

Puertas exteriores; Puertas corredizas sobre riel horizontal con abertura por el exterior para 2 salidas / entradas normalmente abiertas (metálicas con resistencia al fuego por 30 minutos)

Puertas interiores; Divisiones de almacenes interiores sin puertas (almacén de plásticos 2 salidas / entradas). Oficinas con puertas abatibles de material incombustible.

Consideraciones:

- El almacén en su conjunto y el área de riesgo mayor (plásticos) requieren de 2 salidas / entradas que faciliten el desalojo en caso de incendio y el movimiento de materiales.
- No se requiere de puertas interiores ya que el material almacenado no requiere resguardo especial y ésta obstrucción la evacuación o labores de extinción.

- No son aceptables cortinas enrolladas o puertas de deslizamiento vertical, por el peligro que representan (caer sobre personas o dificultad para abrirse en caso de incendio).

h) Instalación Eléctrica:

- Cables:

De un sólo alambre, de calibre conforme a las condiciones de carga y aislamiento termo fijo (Hypalon uso Rudo) Resiste una temperatura mínima de 350 C.

-Canalizaciones y Cajas:

Cajas y tapas metálicas para contactos e interruptores, canalización por medio de charolas metálicas a 50 cm. del techo, bajadas protegidas con tubo conduit metálico.

-Protección:

Interruptores de seguridad automáticos termo magnéticos para cada circuito del área, interruptor de control en subestación para los circuitos de la zona de almacén.

Consideraciones:

- Se requiere un alto nivel de seguridad en instalaciones eléctricas en este recinto.
- La canalización debe ser visible para facilitar su revisión mantenimiento y cambios imprevistos.
- Las canalizaciones descubiertas permiten una adecuada ventilación con lo que nos evita un sobrecalentamiento de los cables.

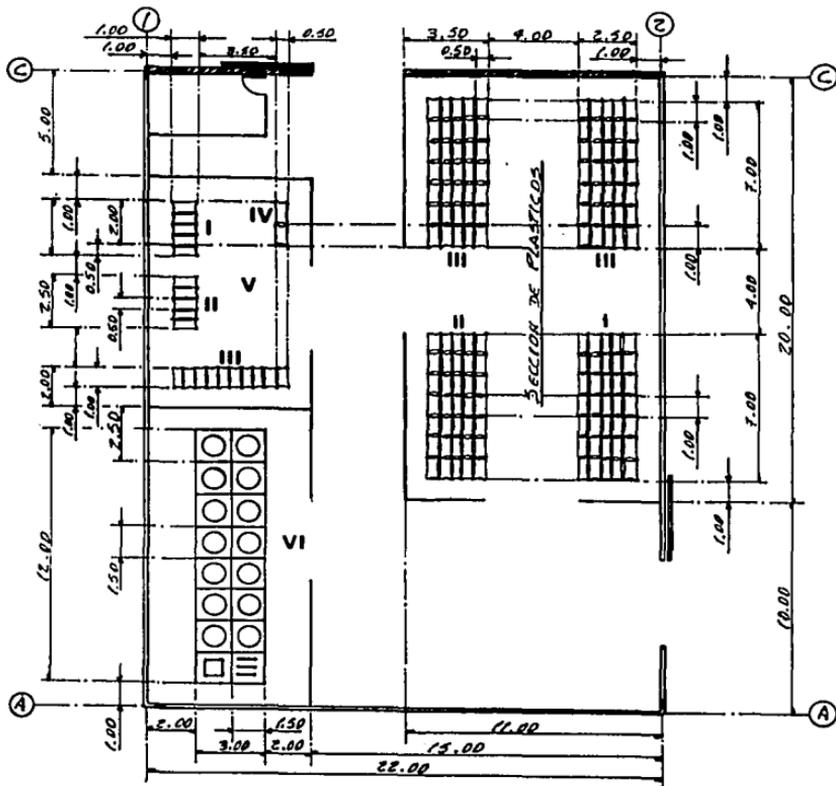
- Los aislamientos termofijos impiden que este se incendie o derrita goteando sobre los materiales almacenados.
- Todos los elementos de la instalación deberán ser de materiales incombustibles.
- No son aceptables cables descubiertos o daños en los aislamientos.

IV.- Distribución.

CONFORME PLANO G-3

Consideraciones:

- El riesgo que representa el material almacenado en el local, es homogéneo.
- Las pilas de sacos serán de un solo tipo de plástico.
- Las pilas de sacos en el área de materia prima nueva, serán para 210 sacos y tendrán una longitud de 7 m (7 costales), un ancho de 2.5 m. (5 costales) y una altura de 1.8 m (6 costales) para facilitar el derrumbe y estiba.
- Se contará con pasillos con un ancho de 4 m, entre las pilas de sacos y un metro de separación de éstas a las paredes o divisiones, para facilitar limpieza, inspección, maniobras, dar espacio para derrumbes y evitar propagación.
- Se localizarán las entradas / salidas en lugares que faciliten el tránsito y evacuación, siendo lo suficientemente amplias (4 m) para evitar su obstrucción.
- La estantería en la sección de materia prima metálica, estará lo suficientemente separada para facilitar el manejo.
- Las pilas de sacos de plásticos reciclados, serán de 30 o 60 sacos y los colorantes estarán aislados del resto de los plásticos.



- I - CORDON DE POLI-GRILLO (PYC)
- II - ACILOHITILLO-BORDIENDO-ESTIRENO (ABS)
- V - SECCION DE PLASTICOS REFORZADOS Y COQUEANTES
- VI - SECCION DE MATERIA PRIMA METALICA
- III - FOLIAMIDAS
- IV - COCORANTES

DISTRIBUCION GENERAL		UNAM Fi
ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS		
ESC. 1:200	ACOT. EN: MTS.	PLANO NO. G-3

FALLA DE ORIGEN

6.2.2 ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

I.-Análisis de Contenido.

a) Contenido

- Cajas de cartón corrugado con conectores de plásticos (ABS, Poliamida y PVC) e insertos metálicos.

b) Presentación y Dimensiones.

-Conectores ABS;

cajas de cartón corrugado para 1000 conectores de 0.50 m. de largo 0.50 m. de ancho y 0.30 m. de espesor.

-Conectores PVC;

cajas de cartón corrugado para 1000 conectores de 0.50m. largo 0.50m. de ancho y 0.30m de espesor.

-Conectores de Poliamida;

cajas de cartón corrugado para 1000 conectores de 0.50m. largo 0.50m. de ancho y 0.30m. de espesor.

c) Inventario Promedio

- Conectores de ABS: 1000 cajas /15 días.
- Conectores de PVC: 1000 cajas /15 días.
- Conectores de Poliamida: 2000 cajas /15 días.

d) Clasificación del Riesgo

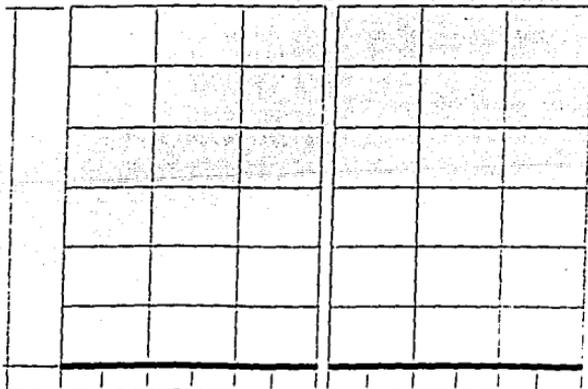
- Conectores de Plástico con insertos metálicos: Combustibles de riesgo mayor.
- Conectores ABS, Grupo 1, calor de combustión mucho más elevado que los combustibles ordinarios, temperatura de ignición de 530°C.
- Conductores Poliamida; Grupos 2, calor de combustión más elevado que los combustibles ordinarios temperatura de ignición de 430°C
- Conectores PVC; Grupo 3, calor de combustión semejante a los combustibles ordinarios temperatura de ignición de 390°C.
- Cajas de Cartón; Riesgo grave calor de combustión de combustibles ordinarios.

II.-Dimensiones y Tipo de Almacenamiento

- Tipo de Almacenamiento: Apilamiento sólido.
- Características y Restricciones; Almacenamiento por pilas sin espacios libres entre cajas , con altura mínima de 1.80m. (6 cajas). Con palets de base.

1.8 m

0.15 m



Consideraciones:

- En las cajas se debe evitar los espacios vacíos (no cajas a medio llenar).
- El punto de ignición disminuye al del material del embalaje.
- La severidad del fuego se reduce al derrumbar la pila de almacenamiento .
- La severidad del fuego se reduce cuando el producto tiende a salirse del contenedor después de arder el embalaje.
- No se aceptan alturas mayores de 2m. en las pilas ya que obstaculizan un buen funcionamiento de detectores y rociadores.
- Las alturas mayores incrementan la severidad del incendio y el riesgo del mismo.
- La estantería obstaculiza el funcionamiento de equipos de extinción y crea espacios vacíos en el almacén incrementando el riesgo de incendio.
- El peso de pocas cajas no representa riesgo de daño al producto.

III.-Construcción

a) Pisos:

Aplanado de concreto, con 4 coladeras por cada 90m, pendiente hacia estas y trincheras que faciliten el desagüe.

Consideraciones:

- El aplanado de concreto es incombustible.
- Es altamente resistente a grandes pesos, al desgaste y de gran duración.
- No se considera ningún tipo de revestimiento básicamente por seguridad y economía, aún cuando para mejorar presentación y limpieza sería aceptable una capa de sellador a base de fluorosilicatos o epoxirresinas no inflamables. Bajo ninguna circunstancia se recomienda el recubrimiento con materiales combustibles.
- Es importante considerar el drenado del agua, resultado de la extinción de un conato de incendio, por lo cual se considera la existencia de 4 coladeras por cada 90m² y trincheras que faciliten el desagüe.

b) Muros:

Para resistencia al fuego mayor a 3 hrs.

Consideraciones:

- Los muros de concreto son altamente resistentes al fuego y altas temperaturas.
- Los muros de tabicón y ladrillo son susceptibles a derrumbes en caso de incendio en estas áreas por las elevadas temperaturas que alcanza la combustión de materiales plásticos.
- Los muros de materiales combustibles son inaceptables.
- En caso de contar con muros de ladrillos es necesario recubrir estos de concreto de 3 cm. de espesor.

c) Techos:

Para resistencia al fuego mayor de 3 hrs.

Consideraciones:

Mismas que en el almacén de Materia Prima.

d) Muros contra Incendios:

División contra incendio de concreto reforzado, para una resistencia al fuego mayor de 3 hrs.

Consideraciones:

Mismas que en el almacén de Materia Prima.

e) Acabados y Revestimientos interiores:

De ningún tipo.

Consideraciones:

Mismas que en el almacén de Materia Prima.

f) Divisiones Interiores:

Sin divisiones interiores.

g) Puertas:

Puertas exteriores:

Puertas metálicas corredizas sobre riel horizontal con abertura por el exterior para 2 salidas /entradas normalmente abiertas (metálicas con resistencia al fuego por 30 minutos).

Consideraciones:

Mismas que en el almacén de Materia Prima.

h) Instalación Eléctrica:

Igual que en almacén de materia prima.

IV.- Distribución

CONFORME PLANO G-6

Consideraciones:

- El riesgo que representa el material almacenado en el local es homogéneo.
- Las Pilas de Cajas serán de 510 cajas de productos terminados y tendrán una longitud de 8.60 m (17 cajas), un ancho de 2.5 m (5 cajas),y una altura de 1.8 m (6 cajas), para facilitar su derrumbe y estiba.
- Se consideran pasillos con un ancho de 4 m, entre las pilas de cajas y un metro de separación de éstas a las paredes o divisiones, para facilitar limpieza, inspección, maniobras, dar espacio para derrumbes y evitar propagación.
- Se localizarán las entradas / salidas en lugares que faciliten el tránsito y evacuación, siendo lo suficientemente amplias (4 m) para evitar su obstrucción.

6.2.3 ALMACEN DE EMBALAJE Y ETIQUETAS.

I.-Análisis de Contenido.

a) Contenido,

-Cajas de cartón corrugado.

b) Presentación y dimensiones.

-Cajas desarmadas; dimensiones de 1m. de largo 0.80m. de ancho y espesor de 0.05m.

c) Inventario Promedio.

-Cajas de cartón: 4000 cajas/15 días.

d) Clasificación del Riesgo.

Pilas de cajas de cartón desarmadas de 2m. de altura: Riesgo Moderado, calor de combustión de combustibles ordinarios.

II.-Dimensiones y tipo de Almacenamiento (Recomendados).

Cajas Desarmadas de Cartón Corrugado.

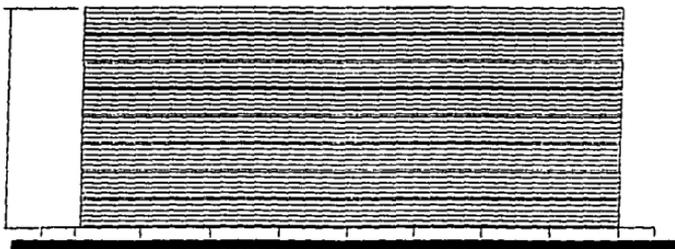
Tipo de Almacenamiento:

Apilamiento sólido.

Características y Restricciones:

Almacenamiento de pilas de 40 cajas sin espacios libres horizontales de 2m. de altura , con palets de base.

2.00 m



Consideraciones:

- Aún cuando los almacenamientos de productos de papel o de cartón representan un riesgo elevado de incendio, por la rápida propagación de la llama y por la carga de fuego normalmente elevada, el peligro será en función al tipo de almacenamiento por lo que el almacenamiento en apilamiento sólido es el de menor riesgo ya que hace la ignición más difícil así como la propagación y mantenimiento de la combustión.

- Es necesario almacenarlos sobre palets para evitar su daño por Humedad en caso de funcionamiento de Sistemas de Extinción o derrames accidentales de algún líquido.
- Se almacenan en bloques de 5 X 10 pilas para facilitar el control de fuegos.

III.-Construcción:

- Aún cuando el calor de combustión en esta área es menor que el área de producto terminado, al encontrarse ésta en el mismo edificio, los elementos de construcción e instalaciones serán iguales, separados por una división contra incendio, ya que cubren y superan los requerimientos en ésta área y sus dimensiones no justifican un edificación e instalaciones diferentes.

IV.- Distribución

CONFORME PLANO G-6.

Consideraciones:

- El riesgo que representa el material almacenado en el local es homogéneo.
- Las pilas de cartones (2 400 cartones), tendrán una longitud de 10 m (10 cartones), un ancho de 5 m (6 cartones) y una altura de 2 m (40 cartones) para facilitar su derrumbe y estiba.
- Se contará con pasillos de 4 m de ancho entre pilas de cartones y un metro de separación de éstas a las paredes o divisiones, para facilitar limpieza, inspección, maniobras, dar espacio para derrumbes y evitar propagación.
- Se localizarán entradas/salidas en lugares que faciliten el tránsito y evacuación, siendo lo suficientemente amplias para evitar su obstrucción.

6.2.4 ALMACEN DE PIEZAS METALICAS.

L-Análisis de Contenido:

a) Contenido.

- 1.-Incertos Metálicos de Latón.
- 2.-Incertos Metálicos de Cobre.
- 3.-Incertos Metálicos de Bronce, Acero Inoxidable, etc.

b) Presentación y Dimensiones:

-Contenedores de Metal de 0.50m. de largo x 0.30m. x 0.20m. de altura, para 2000 piezas.

c) Inventario Promedio.

1'000,000 piezas de latón 15 días (500 Contenedores).

500,000 piezas de cobre 15 días (250 contenedores).

500,000 piezas de otros metales 15 días (250 contenedores).

d) Clasificación del Riesgo.

Piezas de latón; Incombustible, No Riesgoso, almacenamiento normal, con alto punto de ignición.

Piezas de Cobre; Incombustible, No Riesgoso almacenamiento normal, con alto punto de ignición.

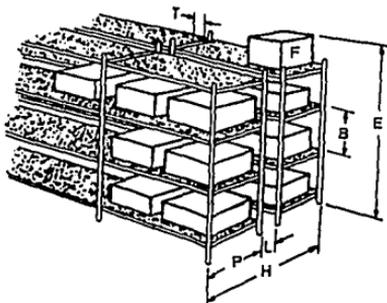
Piezas de otros Metales (Bronce, acero inoxidable); Incombustible No Riesgoso,
Almacenamiento normal con alto punto de ignición.

II.-Dimensiones y Tipo de Almacenamiento.

Tipo de Almacenamiento: Contenedores en estantería.

Características y Restricciones.

Estantería y contenedores metálicos, la estantería tendrá 10 niveles con una altura de almacenamiento de 3m, la altura del estante de 30cm. y una longitud de 1m. y un ancho de 50cm. la longitud total del módulo de estantería de 10m. con una capacidad de 300 contenedores por módulo.



- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| B = Altura estante simple | L = Separación longitudinal |
| E = Altura de almacenamiento | P = Anchura estante simple |
| F = Mercancía | T = Separación transversal |
| H = Anchura estantería doble | |

Consideraciones:

El material que almacena no representa ningún riesgo de incendio, pero es conveniente que la estantería y contenedores tampoco lo representen.

- No requiere ninguna medida de protección contra fuegos, siempre y cuando no se agreguen elementos combustibles.
- Se deberán considerar las medidas básicas de Seguridad (Resistencia a la carga de la estantería, evitar derrumbes, limpieza espacios adecuados para la maniobra, etc.
- El valor del material que resguarda no requiere consideraciones adicionales de protección contra fuegos externos.

III.-Construcción.

a) Piso:

Aplanado de concreto, igual que el resto de la nave de producción.

Consideraciones:

- No requiere medidas adicionales de protección el piso sólo debe de ser resistente a la carga y movimiento de materiales.

b) Paredes:

Malla metálica de 3m. de altura.

Consideraciones; El material que resguarda no requiere de Protección contra incendio y no es combustible.

c) Techo:

Sin techo, cubierto por el techo de la nave de Producción.

Consideraciones:

El material que resguarda no requiere de Protección contra incendio y no es combustible.

d) Muros contra incendios:

No requiere.

e) Acabados y revestimientos:

De ningún tipo.

Consideraciones:

- No requiere cubrirse ninguna función decorativa, protectora o aislante.
- Es importante no agregar riesgos innecesarios, que pueden ser fuente de incendios.
- Se requiere de algún mobiliario adicional, esto deberá ser incombustible.

f) Puertas:

Puerta corrediza, de malla metálica con suficiente espacio para maniobras.

Consideraciones:

- Ahorro de espacio.
- No debe de ser obstáculo en caso de incendio de la nave de producción.

g) Instalación Eléctrica:

No requiere instalaciones eléctricas adicionales a los de la nave.

Consideraciones:

- **Es importante no agregar riesgos adicionales, como tomas innecesarias o en mal estado, cables sueltos o extensiones no autorizadas.**

IV.- Distribución.

CONFORME PLANO G-4

consideraciones:

- No existe riesgo de incendio en el área.
- Los estantes cuentan con la separación suficiente para facilitar estiba, movimiento de materiales, inspección y limpieza.

6.2.5 ALMACEN DE HERRAMIENTALES

I.-Análisis de Contenido

a) Contenido

- 1.- Moldes de acero.
- 2.- Troqueles de acero.
- 3.- Refacciones de moldes y troqueles.
- 4.- Solventes y líquidos de limpieza (thiner y/o acetonas, petróleo).
- 5.- Grasas y aceites lubricantes.

b) Presentación y Dimensiones:

Moldes:

1.00m. de ancho x 0.80m. de largo y 0.50m. de espesor.

Troqueles:

0.80m. de largo x 0.60m. de ancho x 0.40m. de espesor.

Refacciones:

Diferentes tamaños, piezas pequeñas, sin empaque o embalaje.

Solventes y líquidos de limpieza:

Bidones de plástico de 20 litros (0.3m. de altura y 0.3 de diámetro).

Grasas y aceites lubricantes:

Cubetas metálicas de 20 litros (0.3m. de altura y 0.3 de diámetro).

c) Inventario Promedio:

Moldes: 30 moldes.

Troqueles: 10 troqueles.

Refacciones: 15 a 20 piezas pequeñas / herramienta.

Solventes: 1 bidón de 20 litros.

Líquidos de limpieza: 2 bidones de 20 litros.

Grasas: 1 cubeta.

Aceites: 1 cubeta.

d) Clasificación del Riesgo.

Moldes:

No combustibles, material de alto valor y gran importancia para el proceso productivo, puede sufrir daños por exposición prolongada (más de 1 h.) o temperaturas superiores a 600 C ó a causa de derrumbes.

Refacciones:

No combustibles, material de alto valor y gran importancia para el proceso productivo puede sufrir daños por exposición prolongada (más de 1h.) o temperaturas superiores a 600 C ó a causa de derrumbes.

Solventes y líquidos de limpieza:

Líquidos inflamables.

Grasas y aceites lubricantes: Líquidos combustibles.

II.-Dimensiones y tipo de Almacenamiento.

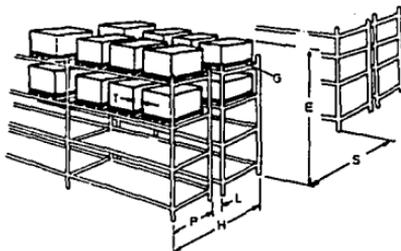
a) Moldes y troqueles.

Tipo de almacenamiento:

Almacenamiento en estantería.

Características y restricciones:

Almacenamiento en estantería sólida metálica de 3 niveles de 0.75m. de alto c/u, 1 m. de ancho y 5 m. de largo, con soportes intermedios cada metro, los herramientas se colocan sobre palets de 15 cm. de altura.



E = Altura de almacenamiento. P = Anchura estantería simple
G = Palets. S = Separación entre estanterías
H = Anchura estantería doble T = Separación transversal
L = Separación longitudinal

Consideraciones:

- Los herramientas no son combustibles.
- Es necesario proteger lo mejor posible, facilitando su manejo.
- La altura de la estantería tiene que optimizar el espacio, pero no ser susceptible a derrumbes o caídas de material sobre de ellas.
- La estantería no debe de ser de materiales combustibles.
- La parte superior debe de estar libre de material de cualquier tipo.
- La estructura de la estantería tiene que soportar el peso de los herramientas y proteger a estos de posibles derrumbes.

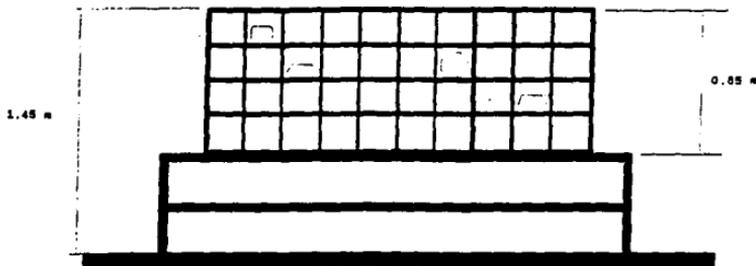
b) Refacciones:

Tipo de almacenamiento:

Almacenamiento en cajones con contenedores metálicos.

Características y restricciones:

Cajoneras metálicas de 5 lados (lado frontal descubierto), de 4 niveles, con una altura de 0.85cm., una longitud total de 3m. y ancho de 0.55cm., con 40 nichos para contenedores metálicos de 0.20 x 0.30 x 0.50m. soportando sobre una mesa metálica diseñada para una carga de 300 Kg., una altura de 0.60 m.



Consideraciones:

- El material (refacciones) no es combustible por lo que el principal objetivo del tipo de almacenamiento es la protección.
- La estantería debe ser incombustible.

- Debe de presentar protección principalmente contra derrumbes.
- La altura debe ser inferior a 1.80m. para evitar derrumbe de estantería.
- Debe de facilitar el manejo y orden del material almacenado.

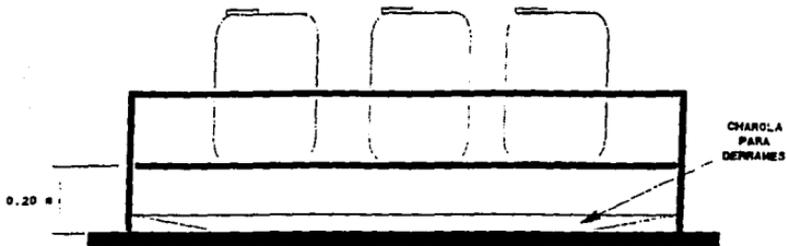
c) Líquidos inflamables y Combustibles

Tipo de almacenamiento:

Estantería.

Características y restricciones:

Estantería metálica de un nivel, con baldas removibles de rejilla, charola para escurrimientos y protecciones laterales.



Consideraciones:

- Los líquidos inflamables y combustibles no deben almacenarse en más de un nivel.
- No es permitida la existencia de líquidos combustibles fuera de los recipientes cerrados, por lo que la charola y balda deben de mantenerse limpias evitando la acumulación de estos.
- No se debe de realizar el vertido de los bidones y cubetas a una distancia inferior a 7.05m. de su almacenamiento.
- La balda removible de rejilla y la charola facilitan la limpieza de cualquier derrame (la balda de rejilla impide la acumulación de líquidos en el estante y facilita el drenado a la charola, la cual es removida para la limpieza y vaciado controlado).
- Los líquidos inflamables no pueden derramarse en el suelo ni en coladeras o redes de alcantarillado de uso normal.
- Es necesario evitar cualquier posibilidad de derrame a causa de que el bidón o cubeta se volteen.
- La charola deberá ser limpiada inmediatamente después de cualquier derrame accidental y hacer frecuentes comprobaciones para evitar acumulación por fugas de los contenedores, el dejar acumulados los líquidos inflamables en la charola aumenta el riesgo de incendio.
- No se podrán almacenar más de la cantidad autorizados de los líquidos inflamables y combustibles.

III.-Construcción.

a) Pisos:

Aplanado de concreto.

Consideraciones:

- El aplanado de concreto es incombustible.
- Es altamente resistente a grandes pesos el desgaste y de gran duración.
- No se considera ningún tipo de revestimiento básicamente por seguridad y economía, aún cuando para mejorar presentación y limpieza sería aceptable una capa de sellador a base de flurosilicatos ó epoxirresinas no combustibles, bajo ninguna circunstancia se recomienda el recubrimiento con materiales combustibles.
- No se considera un drenaje especial ya que el material que almacena no es combustible y los líquidos combustibles que se utilizan no pueden ir al drenaje normal.

b) Paredes:

Divisiones de concreto reforzado, con una resistencia al fuego de 2 hrs.

Consideraciones:

- Es importante aislar esta zona de probables fuegos en otras áreas.
- Los muros de concreto son altamente resistentes al fuego y altas temperaturas.
- Los muros de tabicón y ladrillo son susceptibles a derrumbes.
- Las divisiones de baja resistencia al fuego tampoco son aceptables por la importancia del material que guarda.
- En caso de contar con muros de tabique tendrán que ser recubiertos de concreto con una capa de 3cm.

c) Techos:

Losa de concreto armado, para una resistencia al fuego mínimo de 1 hrs.

Consideraciones:

- Es importante aislar totalmente esta zona de probables fuegos en otras áreas.
- Un techo falso o un techo de menor resistencia ocasionaría derrumbes de este causando daño al material almacenado en caso de incendio.
- No es aceptable techos falsos o techos de elementos combustibles.
- Debe resistir posibles derrumbes de otros muros y techos sobre de estos.
- Se requiere el contar con ventilación por extractores para eliminar los vapores y gases de los solventes y líquidos de limpieza que se usan para el mantenimiento preventivo del herramienta.

d) Acabados y revestimientos de interiores:

De ningún tipo.

Consideraciones:

- No se requiere cubrir ninguna función decorativa, protectora o aislante.

f) Instalación Eléctrica

Cables.

De un sólo alambre, de calibre conforme a las condiciones de carga y aislamiento de PVC auto extingible.

Canalizaciones y cajas:

Cajas y tapas metálicas para contactos e interruptores.

Canalizaciones por medio de charolas metálicas a 50cm. del techo.

Las bajadas protegidas con tubo conductor metálico.

Protección:

Interruptores de seguridad contra sobre carga termo magnéticos para cada uno de los circuitos del área.

Interruptor de control con fusibles para prevenir cortocircuito, en la subestación para los circuitos del área.

Consideraciones:

- Todos los elementos de la instalación deberán ser de materiales incombustibles.
- No son aceptables cables descubiertos o daños en los aislamientos.
- Los líquidos inflamables y combustibles deberán estar alejados de la instalación eléctrica.
- La canalización deberá ser visible para facilitar su revisión, mantenimiento y cambios, además de permitir una adecuada ventilación para evitar sobrecalentamiento de los cables.
- El aislamiento basta que sea auto extingible.

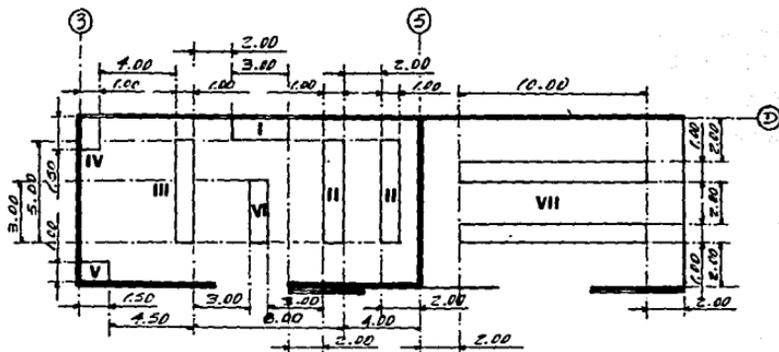
IV.- Distribución

CONFORME PLANO G-4

Consideraciones:

- El almacén se encuentra aislado por divisiones contra incendio.
- Existe suficiente espacio entre estantes para facilitar, estiba, movimientos de materiales, inspección y limpieza.
- Los líquidos inflamables y combustibles se encuentran aislados y separados por una distancia de 4 m de los estantes de herramientas y a más de 5 m de la mesa de ajuste y limpieza en donde se utilizan.
- Se cuenta con ventilación forzada para eliminar la concentración de vapores inflamables.
- Los líquidos inflamables y combustibles no se encuentran en volúmenes que representen un riesgo mayor.

FALLA DE ORIGEN



ALMACEN DE HERRAMIENTALES

- I - ESTANTE DE REFACCIONES
- II - ESTANTE DE MOLDES
- III - ESTANTE DE TORNILLOS
- IV - ESTANTE DE SOLVENTES Y LIQUIDOS DE LIMPIEZA
- V - ESTANTE DE GRASAS Y ACEITES
- VI - MESA DE AJUSTE Y LIMPIEZA

ALMACEN DE PRODUCTOS METALICOS

- VII - ESTANTES PARA PRODUCTOS METALICOS

DISTRIBUCION GENERAL ALMACEN DE HERRAMIENTALES Y PRODUCTOS METALICOS		UNAM F
ESC. 1:200	AUT. CA: MFS	PLANO No. G-10

6.2.6 ALMACEN DE MANTENIMIENTO

I.-Análisis de Contenido.

a) Contenido.

Almacén interior:

Refacciones de máquinas de producción, máquinas herramientas y tornillería.

Reemplazos de material de instalaciones.

Refacciones de equipo electrónico.

Instrumentos y equipo de medición.

Tanques de soldadura autógena (oxígeno y acetileno).

Almacén auxiliar de aceites (exterior):

Recipientes con aceites, hidráulicos, lubricantes, dieléctricos y refrigerantes.

b) Presentación y Dimensiones:

Refacciones; empaques de tamaño diverso,

Recipientes con aceite; tambos de 200 litros de 0.50m. de diámetros y 1.00 de alto.

c) Inventario promedio

Refacciones generales, consumo de 30 días.

Refacciones de maquinaria: 1 juego de reemplazos mayores.

1 motor de cada tipo.

Equipo de medición: 6 juegos de cada tipo.

Tanques para soldadura autógena:

2 tanques de oxígeno.

2 tanques de acetileno.

Recipientes de aceite:

Hidráulicos- 1,000 litros (5 tambos).

Lubricantes- 400 litros (2 tambos).

Dieléctricos- 400 litros (2 tambos).

Refrigerantes- 200 litros (1 tambo).

Aceites quemados- 600 litros (3 tambos).

d) Clasificación de riesgo.

Refacciones generales:

Material no riesgoso.

Refacciones de maquinaria:

Material no riesgoso pero de alto valor.

Equipo de medición:

Material no riesgoso de alto valor.

Tanques para soldadura autógena:

Material de alto riesgo explosivo.

Recipientes de aceite:

Material de alto riesgo, líquidos combustibles.

II.-Dimensiones y tipo de almacenamiento.

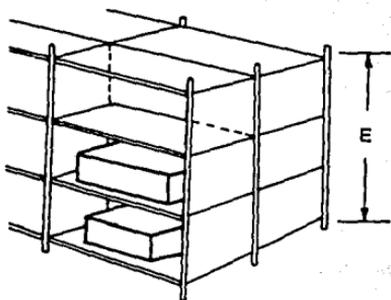
a) Refacciones generales de maquinaria e instalaciones.

Tipo de almacenamiento,

Almacenamiento en cajones.

Características y restricciones:

Estantería no combustible (metálica) de cajones de 5 lados (0.50m. de alto, 0.50m. de largo y 0.5m. de profundidad), la cara abierta a el pasillo, con una altura del estante de 2.5m. y un largo de 7m. (70 cajones).



E = Altura de almacenamiento

Consideraciones:

- El material almacenado no representa en su mayoría riesgos de combustión.
- El material de la estantería tiene que ser incombustible.
- Los cajones aíslan pequeños fuegos en caso de que se presenten.
- Los cajones brindan una mayor protección contra fuegos externos.
- Se recomienda reducir al mínimo el material combustible (empaques, material de protección, etc.)
- No almacenar en esta zona papelería, paños o estopas, líquidos inflamables o combustibles, papelería o paños impregnados en estos.

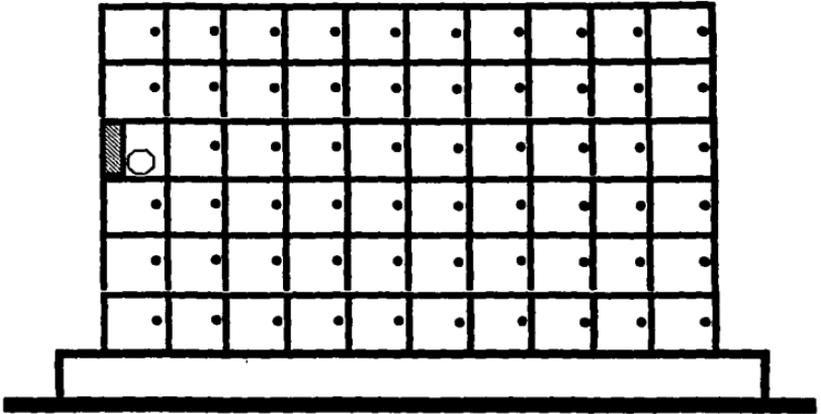
b) Refacciones Electrónicas, Instrumentos y Equipo de Medición.

Tipo de almacenamiento:

Almacenamiento en estantes de cajones con contenedores y puertas.

Características y restricciones:

Estantería no combustible de cajones de 5 lados con puerta al frente con un sellador para evitar entradas de polvos, de 2m. de largo x 2.50 de alto y 0.50m. de profundidad, los cajones de 0.20m. de largo por 0.25m. de alto y 0.50m. de profundidad (100 cajones), las refacciones, instrumentos y equipos de medición se guardaran en sus empaques especiales originales o adaptados para proteger individualmente cada parte.



Consideraciones:

- El material almacenado no representa en su mayor parte riesgo de combustión o inflamabilidad.

- Es necesario proteger este material no sólo contra el fuego sino también de la entrada de polvos, líquidos u otro tipo de partículas resultado del funcionamiento de equipo de extinción y derrumbes o desprendimientos ocasionados por el siniestro.
- La estantería tendrá que ser incombustible.
- La estantería deberá estar lo más alejado posible de cualquier probable fuente de ignición.

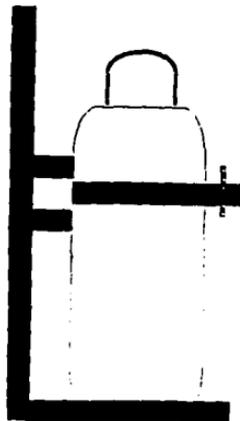
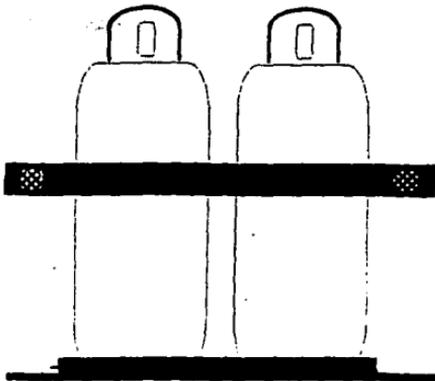
c) Tanques de oxígeno y acetileno

Tipo de almacenamiento:

Retenes empotrados.

Características y restricciones:

- Bases con placa retenedora en su perímetro y tirante o barras retenedoras abatibles empotradas en el muro, de material incombustible (metálicos) y recubrimiento antiestático con protectores de golpes (capacidad para dos tanques).



Consideraciones:

- Los tanques deberán estar firmemente sujetos, para impedir caídas o golpes.
- Se debe impedir que los tanques sean golpeados, entre si o con otros objetos para evitar fisuras o rupturas en sus partes por donde pueden escapar los gases.
- Se debe impedir que se produzcan chispas en su manejo.
- Se deberán empotrar a paredes que no colinden con áreas peligrosas.
- Se deberán almacenar los tanques de oxígeno a no menos 6m. de otros tanques de gases inflamables, por lo que no se deberán a almacenar juntos los tanques de oxígeno y acetileno (en el mismo retén).
- No se deberán exponer al calor o llama.
- Se deberá facilitar su manejo.
- Se deberán revisar los tanques antes de su almacenamiento y periódicamente durante él, para asegurar que no existen válvulas abiertas o fugas de gas.
- Su manejo deberá ser muy cuidadoso.

III-CONSTRUCCIÓN

a) Pisos:

Aplanado de concreto.

Consideraciones:

- El aplanado de concreto es incombustible.
- Es altamente resistente a grandes pesos, al desgaste y de gran duración.

- Sin revestimiento, pero podría considerarse al igual que los otros almacenes una capa de sellador de flurosilicatos o epoxiresinas no combustibles para mejorar presentación y limpieza.
- No se considera un drenaje especial.

b) Paredes:

Divisiones de compartimentación con una resistencia al fuego mínimo de 1 hrs. (concreto de espesor mínimo de 80mm.)

Las divisiones deben ser incombustibles y tener suficiente resistencia a la carga para evitar derrumbamientos.

El contenido del almacén en su mayor parte no es combustible y la carga de fuego es baja (cantidad de calor por unidad de superficie).

Una posible explosión puede ser contenido por muros con una resistencia al fuego de 30 minutos (muros de concreto).

Los muros de material combustible son inaceptables.

Los muros de paneles o mampostería no son aceptables por la probabilidad de explosión de los tanques de oxígeno y acetileno.

Los áreas adyacentes con excepción del almacén de producto terminado (separado por una división). No se presentan graves peligros potenciales.

c) Techos:

Techo falso de paneles de yeso armado sobre malla metálica de un espesor mínimo de 30cm. (resistencia de 2hs.)

Consideraciones:

- Los paneles de yeso no son combustibles.

- Los paneles deberán ser fijados y pegados lo más firmemente posible, para evitar derrumbes y resistir una posible explosión.
- Los paneles aumentan la resistencia al fuego del techo de la nave.
- El mantenimiento de los paneles deberá ser óptimo (se deberá revisar la fijación y reemplazar los paneles rotos o desprendidos continuamente).

d) Acabados y revestimientos interiores:

De ningún tipo.

Consideraciones:

- No se requiere cubrir ninguna función decorativa, protectora o aislante.
- Los acabados y revestimientos aumentan el riesgo de incendio.
- Se deberá evitar todos los materiales combustibles no necesarios.

e) Puertas:

Puertas corredizas con abertura por el exterior, metálicas, sin cristales y sin acabados combustibles.

La resistencia al fuego deberá ser mínimo de 1h.

No son aceptables las puertas con deslizamiento vertical y cortinas enrolladas por el peligro que representan.

f) Instalación Eléctrica.

Cable:

De un sólo alambre de calibre conforme a condiciones de carga y aislamiento de PVC autoextingible.

Canalizaciones y cajas.

Cajas y tapas metálicas para contactos e interruptores.

Canalización oculta con tubo conduit de PVC o metálico.

Interruptores contra sobre carga termo magnéticos para cada uno de los circuitos de área.

Interruptor de control con fusibles para prevenir corto circuito en subestación para los circuitos del área.

Consideraciones:

- **Todos los elementos de la instalación deberán ser de material incombustible.**
- **No son aceptables cables descubiertos o daños en los aislamientos.**
- **Es necesario evitar el peligro de chispas cercanas a los depósitos de gases inflamables.**
- **Por el tamaño del almacén no se prevén grandes cambios en las instalaciones.**

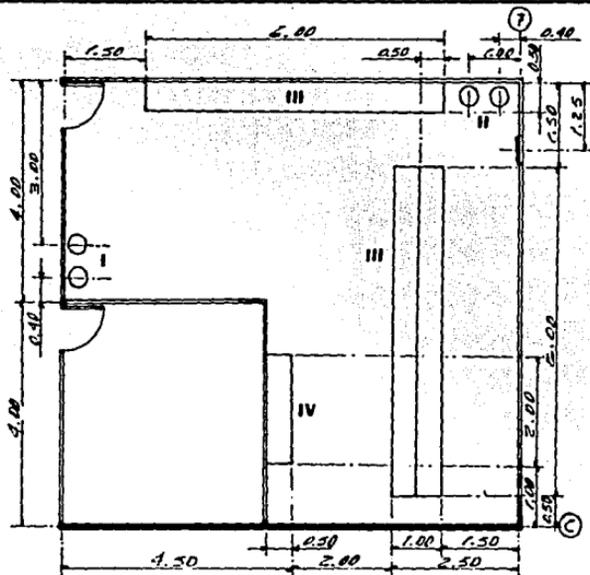
IV.- Distribución

CONFORME PLANO G-5

Consideraciones:

- Existe suficiente espacio entre estantes para facilitar estiba, movimiento de materiales, inspección y limpieza.
- Los tanques de oxígeno se encuentran aislados y separados por más de 6 m de los tanques de acetileno para evitar la mezcla de los gases en caso de fugas.
- Se cuenta con ventilación forzada para la extracción de gases en caso de fugas.
- El estante de equipo electrónico se encuentra alejado de cualquier posible fuente de incendio y/o explosión.

FALLA DE ORIGEN



- I - CIRCUITOS DE ORIGEN
- II - CIRCUITOS DE ACERQUE
- III - ESPANTES DE DEFALCIONES GENERALES
- IV - ESPANTE DE DEFALCIONES ELECTRICAS

DISTRIBUCION GENERAL ALMACEN DE MANTENIMIENTO		UNAM F
ESC. 1:75	ACOR. EN: MTS.	PLANO No. G-5

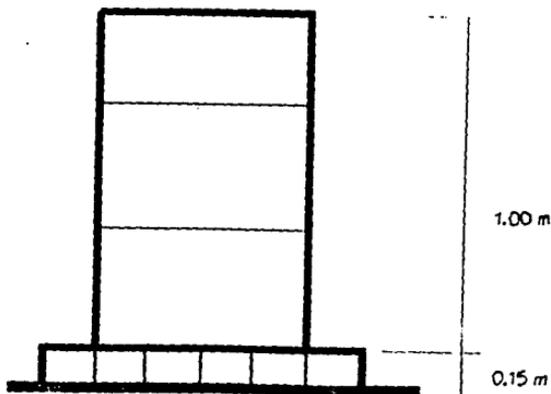
ALMACEN AUXILIAR DE ACEITES (EXTERIOR)

II.-Tipo de Almacenamiento:

Disposición vertical sobre plataformas o palets individuales limitados a una sola altura.

Características y restricciones:

- Las plataformas o palets deberán de ser de material incombustible (metálicos), su altura no sobrepasa los 0.15m. (lo suficiente para la maniobra del montacargas) deben de facilitar el escurrimiento al suelo y no acumular líquidos combustibles en ellos.



Consideraciones:

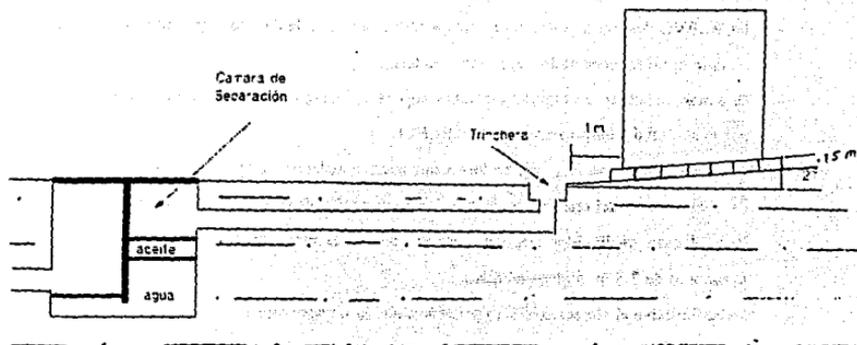
- Los líquidos combustibles entran en ignición fácilmente y son difíciles de extinguir.

- Arden con gran rapidez.
- Sus vapores forman mezclas explosivas con el aire.
- El calentamiento a una temperatura superior a su punto de ebullición causa la ruptura brusca de su recipiente, parte del líquido se transforma inmediatamente en vapor y parte en ignición por la acción del incendio (BLEVE).
- La BLEVE desprende calor a una temperatura inferior a la de una explosión de combustión aunque durante un período de tiempo más largo.
- El almacenamiento en tanques metálicos supone un riesgo moderado, pero aumenta cuando por la acción del fuego se produce un BLEVE.
- Los almacenes deben situarse en forma que queden aislados ya sea por distancia o elementos de construcción del resto de las instalaciones (es preferible el aislamiento por distancia).
- Para el caso de líquidos combustibles en volúmenes menores a 16,000 litros la distancia mínima es de 7.5 m. a otros edificios.
- Debe limitarse el almacenamiento a una sola altura siempre que sea posible.
- Deben de realizarse frecuentes comprobaciones de la no existencia de fuegos.
- Los palets o plataformas deberán ser de preferencia incombustibles.

III.-Construcción:

a) Pisos:

Aplanado de concreto con sistema de drenaje para evacuación de fuga de líquido y descarga de agua en caso de extinción del fuego (el drenaje debe conducir al exterior y a un tanque separador con capacidad de 125% de la máxima fuga prevista), el suelo con una pendiente de al menos del 1% hacia el drenaje.



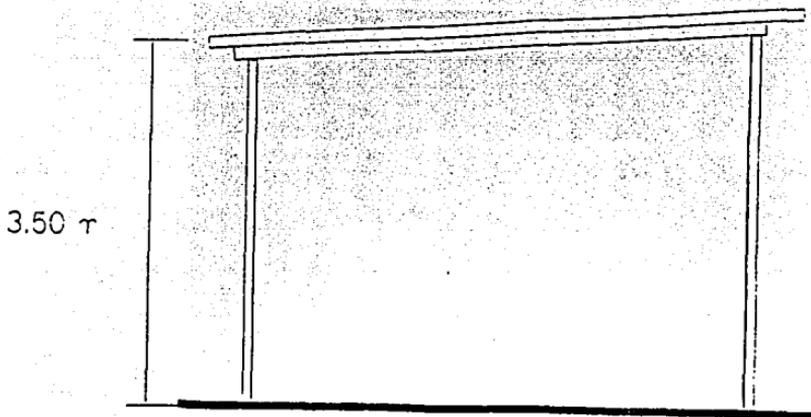
Consideraciones:

- El piso debe de ser incombustible, debe mantenerse libre de desechos y otros combustibles.
- El sistema de drenaje debe de estar concebido de forma que una fuga de líquido ardiendo no afecte a los otros tambos.
- En el drenaje se debe prever la colocación de trampas de aceite y cámara de separación, el aceite no deberá llegar al drenaje municipal.

- Debe mantenerse un elevado nivel de limpieza en pisos, cualquier aparición de líquidos combustibles en el suelo debe ser inmediatamente limpiado con descargas de agua.
- No se considera ningún tipo de revestimiento.

b) Techos:

Cubierta de lámina ligera acanalada soportado por estructura de acero (pilares y vigas tipo H de 10 x 25cm.) con una capa de 12.7mm. de pintura resistente al fuego con una resistencia al fuego de 95 minutos.



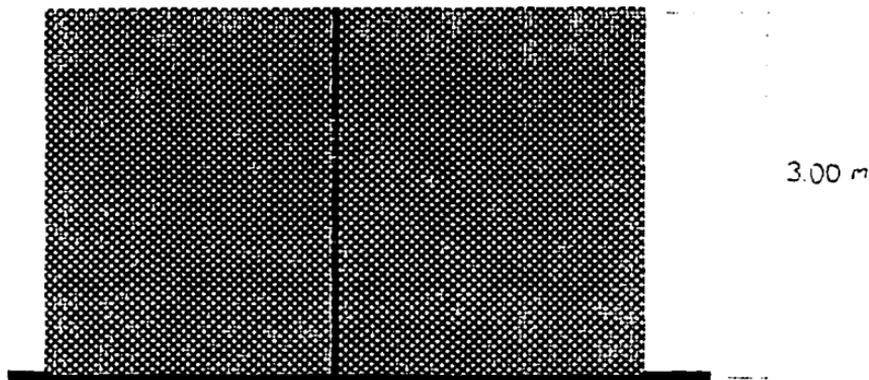
Consideraciones:

- Se requiere una cubierta para proteger de la radiación solar y lluvia a los tambos de aceite.

- La cubierta deberá ser ligera o incombustible, la estructura deberá tener una resistencia al fuego de 1 hr. mínimo.
- Deberá tener una altura que permita la ventilación adecuada y evitar la radiación por calentamiento de las láminas.

c) Muros:

Malla ciclónica de alambre acerado sobre soclo de 10cm. y con bastidor de tubo de acero de 6 cm, de diámetro a una altura de 3 m.



Consideraciones:

- Se requiere una excelente ventilación.

- En caso de condiciones ambientales muy adversas, la pared podría ser de materiales ligeros con aberturas permanentes a nivel de techo y suelo con una entrada libre de 1 m por cada 500m² de superficie de suelo.
- Las mallas o paredes deberán ser incombustibles.
- Se requiere el suelo para limitar la comunicación de líquidos combustibles y/o incandescentes a otras áreas.

d) Acabados:

Recubrimiento de estructura con pintura resistente al fuego de espesor de 12.7 mm.

Consideraciones:

- Este acabado aumenta la resistencia al fuego de la estructura.
- No requiere ningún otro tipo de acabado.

e) Puertas:

De malla ciclónica de alambre acerado con bastidor de tubo de acero de 6cm. corredizas, con abertura por el exterior.

Consideraciones:

- Sistema de deslizamiento adecuado.
- Conforme con el resto de la construcción.
- Incombustible.

f) Instalación Eléctrica:

De ningún tipo, alumbrado por reflectores exteriores al área.

Consideraciones:

- **Disminución de costos de instalación.**
- **Eliminación de riesgos que aumentan al tener que ser una instalación expuesta por las características de la construcción.**
- **No es una zona que requiera iluminación artificial durante el día ni tomas de corriente.**

IV.- Distribución

CONFORME PLANO G-7

Consideraciones:

- El área se encuentra aislado del resto de las instalaciones de la planta por más de 20 m.
- Los tambos se encontrarán alejados del cercado a una distancia de 2 m para evitar la acción de elementos externos que propicien un incendio.
- Se cuenta con separaciones entre apilamiento de tambos para facilitar limpieza, Inspección, maniobras, drenando de líquidos y evitar propagación.

6.3 CONSIDERACIONES GENERALES

Para todos los almacenes es de suma importancia el considerar los siguientes puntos:

-Mantenimiento del edificio:

Es muy importante tener un alto nivel de mantenimiento en los edificios de los almacenes, deberán revisarse periódicamente todos los muros, techos, suelos y drenajes para asegurar que no se presenten agrietamientos o rupturas que debiliten sus estructuras y le resten eficacia en su resistencia al fuego o en su funcionamiento. En caso de presentarse daños, su corrección deberá ser inmediata.

La inspección de instalaciones eléctricas es fundamental, cuidando el buen estado de aislamientos de cables, interruptores, conexiones, fusibles, etc, mediante inspecciones periódicas en periodos no mayores de 60 días y reemplazar de inmediato cualquier elemento dañado o próximo a dañarse (envejecimiento o adelgazamiento de aislamientos, desgaste de conexiones, etc).

En todos los trabajos de mantenimiento se deberán extremar las medidas propias para estos trabajos.

-Daños por descarga de agua:

En caso de conatos de incendio o incendios ya declarados, en los cuales se use para su control o extinción el agua, los daños producidos por ésta pueden ser considerables. Para prevenirlos se recomienda:

a) Los materiales nunca deben almacenarse directamente sobre el suelo, elevándolos un mínimo de 10cm. sobre éste, mediante palets.

b) Prever drenajes adecuados para la evacuación del agua lo más completa y rápidamente posible.

-Orden y limpieza:

Como medida preventiva para garantizar un mínimo de seguridad contra incendios es esencial mantener un nivel bueno de orden y limpieza, haciendo especial énfasis en los siguientes puntos:

a) Los almacenes sólo contendrán los materiales autorizados, en ningún caso se permitirá la permanencia de otro tipo de materiales, ni aún en forma provisional.

b) Se restringirán, señalándolos en el suelo las zonas de almacenamiento, y se cumplirán las limitaciones en cuanto altura y separación de los almacenamientos, la identificación y la incompatibilidad de productos.

c) Deberán mantenerse limpios los pasillos y retirarse con frecuencia los materiales de desecho en todo el almacén, teniendo más cuidado en esto en vías de evacuación.

d) Deberá proveerse el almacén de contenedores metálicos con tapa para basura y desperdicios y evitar que éstos queden esparcidos entre el almacenaje.

e) Se evitará la existencia no controlada y derrames de aceites, solventes o cualquier líquido combustible o flamable.

f) Se impondrá la prohibición de fumar y el uso de encendedores, resistencia eléctricas, calentadores no autorizados y otros dispositivos no controladas que produzcan calor, chispa o fuego así como los trabajos a llama abierta.

g) No debe permitirse la existencia de materiales combustibles, excepto en recipientes cerrados.

h) Los montacargas eléctricos o de motor de combustión utilizados en la manipulación de materiales deberán estar en buenas condiciones y revisarse periódicamente.

La carga de baterías y combustibles de éstos equipos deberá hacerse preferentemente fuera del edificio, si se tuviera que hacer dentro del edificio deberá limitarse claramente en el suelo y mantenerlo bien aislado del resto del almacén con una separación libre de mercancías de al menos 3m.

i) Nunca se deberán obstruir los elementos de protección contra fuegos (extinguidores, mangueras, detectores, válvulas, rociadores, etc).

j) Establecimiento de revisiones e inspecciones periódicas para la corrección de situaciones anormales y dar preferencia a éstas zonas en las rondas de vigilancia.

k) Todo el mobiliario será de preferencia incombustible.

-Señalización:

a) Se tendrá cuidado en pintar de acuerdo con los códigos de colores establecidos todas las instalaciones de servicios.

b) Se marcará claramente las áreas de almacenamiento, pasillos, salidas, áreas de trabajo, zonas de peligro, etc.

c) Se colocarán anuncios indicando claramente las ubicación e instrucciones de uso del equipo de extinción.

d) Se colocarán anuncios indicando la prohibición de fumar, hacer trabajos a flama abierta, encender fuegos, colocar material fuera de depósitos, etc.

e) Se colocarán anuncios indicando rutas y salidas para evacuación en caso de incendio.

f) Se colocarán anuncios en la estantería y contenedores que contengan materiales peligrosos indicando esta característica, en los embalajes y/o contenedores se colocarán etiquetas que también lo indiquen.

-Organización de la seguridad:

a) Todo el personal de la empresa deberá estar informado y persuadido de los peligros de incendios.

b) Se contará con un programa de seguridad y se efectuarán controles y revisiones periódicas.

c) Se llevarán acciones para el cumplimiento de las normas de prevención, fundamentalmente las dirigidas al orden y limpieza, efectuando campañas de divulgación, inspecciones y simulacros.

d) Se contará con planes de mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios y se asignará personal para estos trabajos.

e) Se contará con un servicio de vigilancia para realizar rondas periódicas, siguiendo rutas preestablecidas y controlando su realización mediante relojes checadores durante los periodos de inactividad de la empresa.

f) Se crearán brigadas de incendio entrenadas y dotadas con los medios adecuados, que efectuarán prácticas periódicas en el manejo de los equipos e instalaciones de protección contra incendios

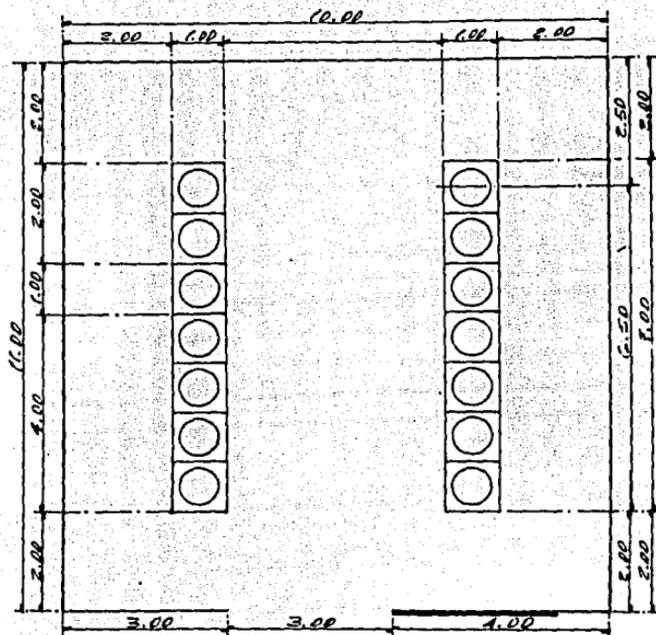
g) Se crearán equipos de apoyo, para la ejecución de medidas complementarias de la extinción (corte de corriente eléctrica, suministros, organización de evacuación, vigilancia de bombas contra incendio, tendido de mangueras, etc.).

h) Se crearán equipos de salvamento de materiales para la retirada de los que pueden ser afectados por el fuego.

i) Se establecerán planes de emergencia y evacuación, con la secuencia de actividades a tomar y las personas que lo llevarán a cabo.

j) Se establecerá un plan de salvamento de materiales incluyendo posibles locales alternativos de almacenamiento para asegurar una continuidad de la fabricación.

k) Se establecerá un plan de coordinación con el servicio público de bomberos (quién o cómo se realizará la llamada, un encargado para recibirlos e indicarles instalaciones o puntos críticos.



DISTRIBUCION GENERAL		UNAM
ALMACEN AUXILIAR DE ACERES		F:
ESC. 1:75	ACOTER: NTS.	PLANO No. 2-3

FALLA DE ORIGEN

6.4 DETECCIÓN

Para los almacenes de materia prima, producto terminado, embalaje, herramental y mantenimiento, se utilizará un sistema de detección de humos para alarma temprana, automático y centralizado, con las siguientes características:

Configuración

Se considera cada uno de los almacenes mencionados como zonas, en cada zona se establecerá una línea de detección abierta, de dos conductores unifilares a la que se conectará individualmente cada uno de los detectores automáticos y por lo menos un switch de alarma manual:

Cada línea estará alimentada por la red eléctrica general, con un circuito propio y una batería de acumuladores para cubrir fallas de la red.

Las líneas estarán canalizadas en tubo conduit metálico y cajas de este mismo material, la entalce de estos será al descubierto y fijados al techo por grapas metálicas, todas las líneas estarán conectadas individualmente a un tablero central, ubicado en la caseta de vigilancia, en donde se recibirá una señal de alarma (óptica y acústica) por cada una de las zonas, estado de alimentación (red general y batería), falla de elementos en cada zona en interruptores de alarmas.

Detectores

Detectores automáticos fotoeléctricos de humo por refracción tipo spot con zócalos con foco piloto y señal acústica local en cada una.

Superficie y distribución de la vigilancia

Considerando la altura de los locales de 3.50 m., la inclinación del techo menor a 15 grados y una superficie mayor a 80 metros cuadrados (excepto en el almacén de mantenimiento cuya superficie es menor a 80 metros cuadrados). Encontramos en tabla número 2 del capítulo III que las áreas de cobertura de este tipo de detector es de 60 metros cuadrados (en áreas mayores a 80 m²) y de 80m² (en áreas menores de 80m²) las vigas no son consideradas por ser de espesor ligero (menos de 1m).

En los planos D-1, D-2, D-3 y D-4 se realizó la distribución de las áreas de protección en las zonas y la ubicación de detectores considerando que:

Para áreas mayores a 80m² (almacenes materia prima, producto terminado, embalaje y herramental).

$$7.8 < x < 9.9 \quad y = 60/x$$

en donde "x" y "y" son los lados del polígono de cobertura y la distancia horizontal máxima entre el detector y un punto cualquiera del techo es de 5.8 m.

Para áreas menores a 80m² (Almacén de mantenimiento)

$$9 < x < 11.4 \quad y = 80/x$$

en donde "x" y "y" son los lados del polígono de cobertura y la distancia horizontal máxima entre el detector y un punto cualquiera del techo es de 6.7 m.

De donde se requieren:

- 8 detectores y 2 alarmas manuales para el almacén de materia prima.
- 10 detectores y 2 alarmas manuales para almacén de producto terminado.
- 8 detectores y 1 alarma manual para almacén de embalajes.
- 2 detectores y 1 alarma manual para el almacén de herramientas.
- 1 detector y 1 alarma manual para almacén de mantenimiento

La distancia del detector al techo de éstos será de un mínimo de 30 mm y un máximo de 200 mm conforme tabla.

En los almacenes de materia prima, producto terminado y embalaje se contara además con detectores de temperatura fija tipo unión fusible, acoplado individualmente en cada cabeza del sistema de rociadores, estos elementos se fundirán a una temperatura superior a los 70°C, lo cual accionará a la cabeza afectada (estos rociadores se analizarán en el punto de Extinción).

Consideraciones:

- En las áreas mencionadas existen materiales combustibles de riesgo mayor y/o su contenido es de gran importancia para la producción o de alto valor.
- Existen largos periodos en los cuales no se cuenta con la supervisión directa del personal o poco movimiento de este en el área.
- El sistema sólo contempla la activación de señales de alarma temprana , para la actuación oportuna del personal en su control o extinción ya que las actividades, ocupación, proceso e instalaciones no requieran acciones más complejas (activación de sistemas de evacuación, bloqueo de zonas etc.).

Nota: El sistema de rociadores es independiente al sistema de detección aun cuando cuente con detectores que lo activan.

- Se considera cada almacén como una zona porque cada uno es un sector de incendio, no superan los $1,600 \text{ m}^2$ y el riesgo de los materiales almacenados es similar,
- Se consideran líneas abiertas por que su recorrido no es muy grande, no existe gran peligro de ruptura, existen menos de 20 detectores en cada línea y todos los detectores de una zona están en un mismo local.
- La longitud y características de los cables de las líneas (calibre, aislamiento, etc.) serán determinados en base al consumo de los elementos conectados y la resistencia máxima que admitan.
- La instalación será superficial para facilitar su mantenimiento y/o modificación.
- Se consideraron los detectores de humo los más adecuados por:
 - a) Los materiales almacenados generan gran cantidad de humo al iniciarse su combustión.
 - b) Se requiere una activación temprana, antes de que el fuego se extienda y resulte incontrolable.
 - c) Las condiciones físicas del local (áreas cerradas, movimiento del aire menor a 5 m/seg , no sujetos a humos, polvos, aerosoles, vibraciones y radiaciones ópticas intensas) son propicios a este tipo de detectores.
 - d) El detector fotoeléctrico por refracción es de menor costo que el iónico y no se requiere la sensibilidad de éste (el fuego no se extiende muy rápidamente), a demás de que el detector por refracción esta menos sujeto "a deslumbramientos" y fallas que el de interferencia.

f) Existe en los almacenes suficientes espacios libres para su instalación, sin interferencias.

En los Almacenes de piezas metálicas y auxiliar de aceites se considera la instalación de detectores por:

-Almacén de piezas metálicas

No existen materiales combustibles.

-Almacén auxiliar de aceites

Es una área externa a la planta y no confinada, expuesta a movimientos del área mayor a 5 m/seg, luz intensa, polvos, vibraciones, etc. El incendio se extenderá rápidamente en el área y el calor se disipa muy rápidamente, además que el almacenamiento en tanques del aceite supone un riesgo moderado.

6.5 SISTEMA DE EXTINCION

6.5.1 - CRITERIOS Y CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO.

En el diseño de todo sistema de extinción, se deben de tomar todas las precauciones razonables con el objeto de minimizar o eliminar los riesgos a la seguridad del personal y a las instalaciones, basandose en criterios de diseño de acuerdo a los requisitos establecidos en normas, códigos, regulaciones y recomendaciones aplicables al tipo de equipo y/o la instalación a proteger.

Los riesgos que se han considerado en éste caso, son los inherentes a las funciones de la instalación, en base a lo cuál, se ha elaborado el diseño implementando un sistema de inundación del tipo humedo a base de rociadores (sprinklers) automaticos, tipo elemento fusible que funde a 74 ° C/165°F.

La operación de los rociadores, dependerá de la fundición del elemento termosensible debido a la radiación por el efecto del calor por un posible incendio.

Con el fin de apoyar a los sistemas de aspersión o extinguir un incendio antes de la operación del sistema automático, se instalarán estaciones de manguera en gabinete (hidrantes) con capacidad de 100G. P. M. c/u, instalados en los accesos principales a cada uno de los almacenes además de equipo menor de seguridad como extinguidores portátiles (colocados en forma extrategica) de polvo químico seco a base de fosfato monoamonico y bicarbonato de potasio asi como de bioxido de carbono, para el control manual de pequeños fuegos.

También se tomaron medidas de seguridad en el arreglo general de almacenes, con el fin de minimizar el riesgo de incendio y severidad de este. Por otro lado, se determino separar por medio de un muro c/incendio las áreas consideradas como fuentes de combustión. Asi mismo, en el arreglo de la planta, se analizó y determinó los medios suficientes de escape requeridos en el caso de emergencia.

CALCULO DEL SISTEMA DE EXTINCION

El sistema principal de protección para los diferentes tipos de almacenamientos es el sistema de agua c/incendio el cuál proporciona una fuente presurizada de agua, a una serie de hidrantes y a un

sistema de inundación a base de rociadores automáticos los cuales han demostrado ser eficaces en la protección c/incendio.

Sólo se protegerán con un sistema de inundación a base de rociadores automáticos, los almacenes que representan un riesgo de incendio mayor como son:

-**ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS** (sección de plásticos, sección de plásticos reciclados y area de recibo).

-**ALMACEN DE EMBALAJE**

- **ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO**

Además del sistema de agua c/incendio y en apoyo al sistema antes descrito, también se instalarán en éstos almacenes equipos portátiles de extinción, los cuales serán descritos más adelante.

Dadas las características de riesgo que representan la sección y los almacenes de materia prima metálica, herramientas, productos metálicos así como el de mantenimiento, (no riesgosos o riesgo ligero) éstos sólo se protegerán con equipo menor de protección c/incendio mediante extinguidores portátiles de polvo químico seco a base de fosfato monoamonico y bioxido de carbono que más adelante se describirán y especificarán con más detalle.

En cuanto al almacén auxiliar de aceites, y aunque ésta sección puede ser clasificada como riesgo extra grupo 2 (para rociadores e hidrantes), por los productos almacenados y la cantidad de éstos (líquidos combustibles clase III- B), ésta no se protegerá con un sistema automático de rociadores debido a que:

- El almacenamiento en bidones normalmente supone un riesgo "moderado".
- La deflagración producida tras el reventamiento de un bidón, puede en el caso de la existencia de un sistema de rociadores automáticos, provocar la apertura de una excesiva área de rociadores con el riesgo de exceder la capacidad prevista de la fuente de abastecimiento de agua, aunado a que el agua por su densidad puede causar burbujeo, provocando con ésto el derrame del producto; por lo que el agua en éste caso, solo se utilizará para el enfriamiento de los bidones adyacentes al área en conflicto, (mediante un sistema de hidrantes), evitando así su propagación.
- El área no cuenta con instalación eléctrica propia (reduciendo así el riesgo de incendio).

- El área cuenta con una excelente ventilación dadas las características del tipo de construcción de éste recinto.
- La distancia entre éste almacén y el resto de las instalaciones, supera el mínimo recomendable, por lo que no existe riesgo de propagación de incendio a otras áreas.

De todo lo anterior se deduce que bastará protegerla con un sistema de extinción portátil a base de polvo químico seco a base de bicarbonato de potasio, (el cual se describirá más adelante, su localización y cantidad de éste), además de estaciones de mangueras en gabinete (3 hidrantes) con capacidad de 100 G.P.M. colocadas en forma estratégica. Debido a las consideraciones antes descritas, se calificará como un **RIESGO ORDINARIO GRUPO 3**.

6.5.2 - PROCEDIMIENTO DE CALCULO.

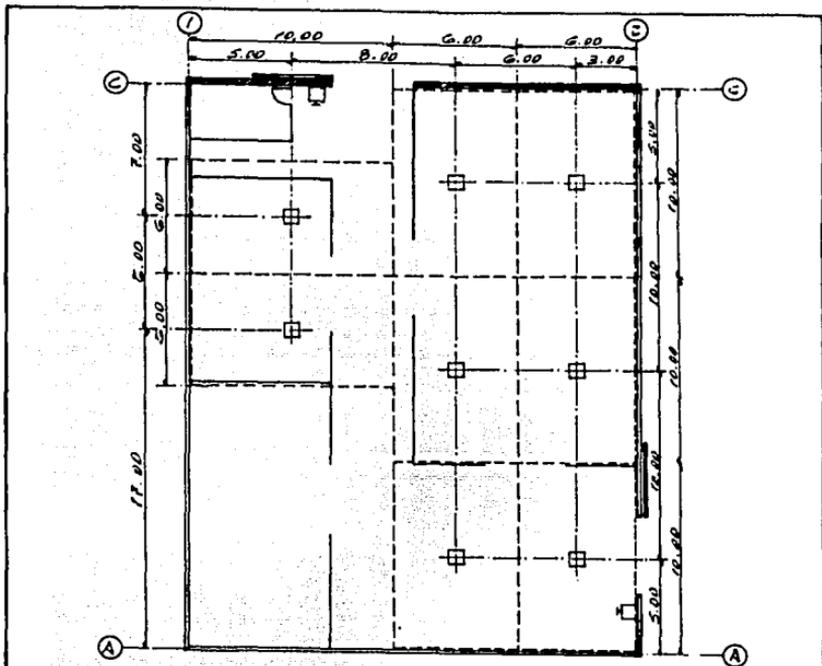
PASO 1

- Se procederá a clasificar el tipo de riesgo para los sistemas de rociadores e hidrantes, de los diferentes, almacenes involucrados.

A) ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS.

Dado que éste almacén cuenta con diferentes secciones y entre cada una de éstas solo existen divisiones por medio de malla de alambre, se considera como área común a las secciones de plásticos, plásticos reciclados y área de recibo, excluyendo la sección de materia prima metálica, por considerarse ésta última como una área no riesgosa, ver plano No. E.1'

Por lo tanto el tipo de riesgo para éste almacén, debido a el tipo de termoplásticos contenidos, corresponde a un riesgo extra grupo 2 (para rociadores e hidrantes), por las características químicas de éstos, ya que al quemarse, se funden y su comportamiento es como el de un líquido flamable, con alto rango de liberación de calor y un rápido desarrollo del fuego.



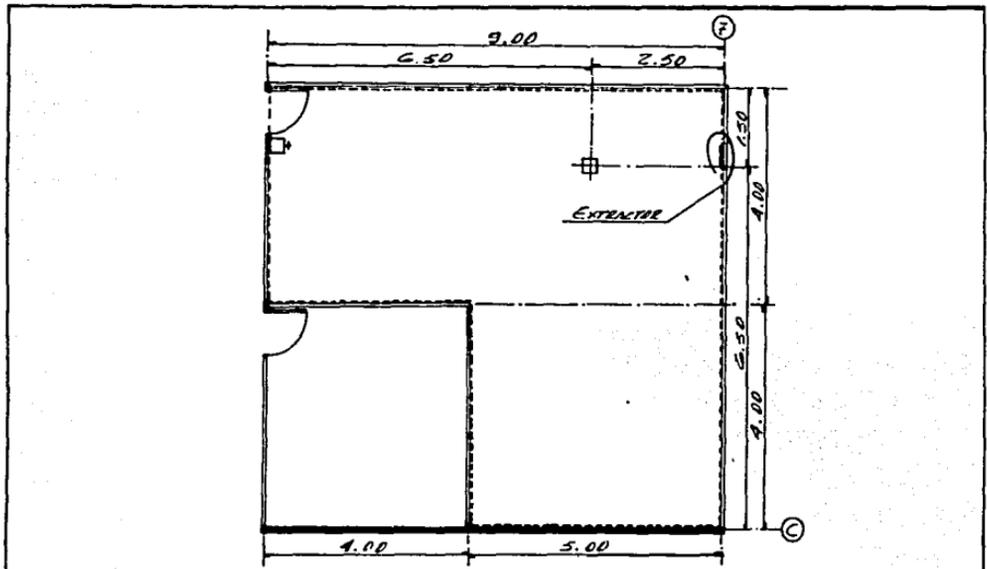
NOTAS

1. PARA NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA VER PLANO No. D-2.

SISTEMA DE DETECCION ALMACEN DE MARCHAS NOTAS		UNAM Fi
ESC. 1:200	ACOT. EA: NTS.	FOLIO No. 5-1

FALLA DE ORIGEN

FALLA DE ORIGEN

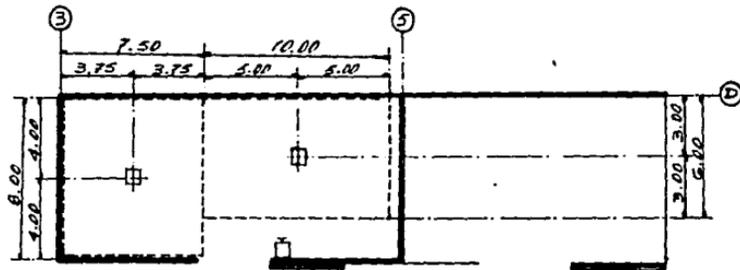


NOTAS

1.- TAZA NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA VER PLANO No D-2

SISTEMA DE DETECCION ALARMA DE MANTENIMIENTO		UNAM F:
ESC. 1:75	ACOT. EN: MTS.	

FALLA DE ORIGEN



NOTAS

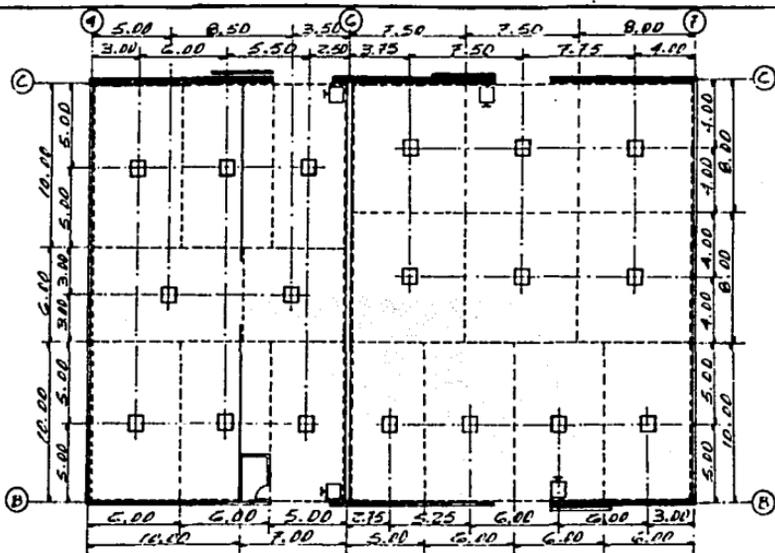
1.- LA DISTANCIA ENTRE EL TEJADO Y EL DETECTOR DE FUMO SERA DE 0.03 MTS. COMO MINIMO Y DE 0.20 MTS. COMO MAXIMO.

SIMBOLOGIA

- AREA DE CONCRETO
- DETECTOR DE FUMO OPTICO POR DISPERSION
- ALARMA MANUAL

SISTEMA DE DETECCION REMOCION DE HERRAMIENTAS Y PRODUCTOS METALICOS		UNAM F
ESC. 1:200	N.O.E.H: MFS.	PLAN 06.02

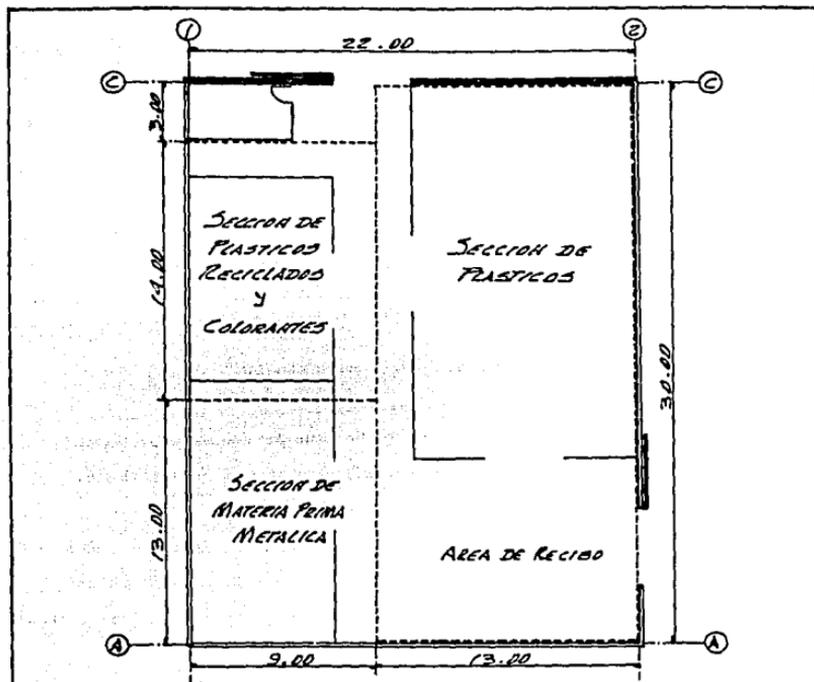
FALLA DE ORIGEN



NOTAS

1: PARA PLANOS GENERALES Y SIMBOLOGIA VER PLANO N.º 2.-2

SISTEMA DE DETECCIÓN AVANZADA DE PROTECCION EQUIPADO SENSIBLE		UNAM F
Esc. 1:250	AUT. EX. INTS.	PLAN N.º 2.-2



SISTEMA DE EXTINCION
ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS

UNAM
F

ESC. 1:200

ACOT. EN: MTS.

PLANO No. E-1'

B) ALMACEN DE EMBALAJE.

Se clasifica como un **riesgo ordinario grupo 2** (para rociadores e hidrantes), por las características intrínsecas del material almacenado (esponjoso) y extrínsecas debido a el tipo de almacenamiento y tratamiento posterior (apilamiento sólido, sin tratamiento posterior).

C) ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO. Este almacen ha sido considerado como un **riesgo extra, grupo 2** (para rociadores e hidrantes), considerando que el producto almacenado es similar al de la sección de plásticos (almacén de materia prima) por ser componentes elaborados con éstos materiales.

D) ALMACEN AUXILIAR DE ACEITES.

Este almacén se considera como un **riesgo ordinario grupo 3.**

PASO 2

-Se especifica si la construcción es incombustible o no .

El tipo de construcción de todos los almacenes es incombustible.

PASO 3

-Se especifica el tipo de almacenamiento y la altura de éste.

Para los almacenes de materias primas (sección de plásticos y plásticos reciclados) y los almacenes de embalaje y producto terminado, el tipo de almacenamiento y la altura será de :

-Tipo de almacenamiento: **apilamiento sólido.**

- Altura de almacenamiento: **2.00 mts.**

Para el almacén auxiliar de aceites, el tipo de almacenamiento y la altura será:

-Tipo de almacenamiento: **disposición vertical sobre plataformas metálicas individuales.**

- Altura de almacenamiento **1.15 mts.**

PASO 4

- Se calcula el área total a cubrir para cada uno de los almacenes involucrados.

A) ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS.

Superficie total a cubrir: 516 m^2 (5552 ft^2) ver plano No. E-1.

B) ALMACEN DE EMBALAJE

Superficie total a cubrir: 442 m^2 (4756 ft^2) ver plano No.E-4.

C) ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO.

Superficie total a cubrir: 598 m^2 (6434 ft^2) ver plano No. E-4.

D) ALMACEN AUXILIAR DE ACEITES

Superficie total a cubrir: 110 m^2 (1184 ft^2).

PASO 5

Se determinará:

- La cobertura máxima por rociador.
- La densidad de diseño (gasto de agua requerido por unidad de área).
- El gasto por rociador.
- El tipo de rociador a utilizar.
- La presión requerida en el rociador.

ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS.

a) Cobertura máxima por rociador

La cobertura máxima por rociador (c_a) se determina de acuerdo al tipo de riesgo clasificado para cada una de las áreas en estudio. De la tabla No. 1 y de acuerdo al riesgo para éste almacén (extra grupo 2) se tiene:

$$c_a = 90 \text{ ft}^2 \text{ (} 8.4 \text{ m}^2 \text{)}.$$

b) Densidad de diseño.

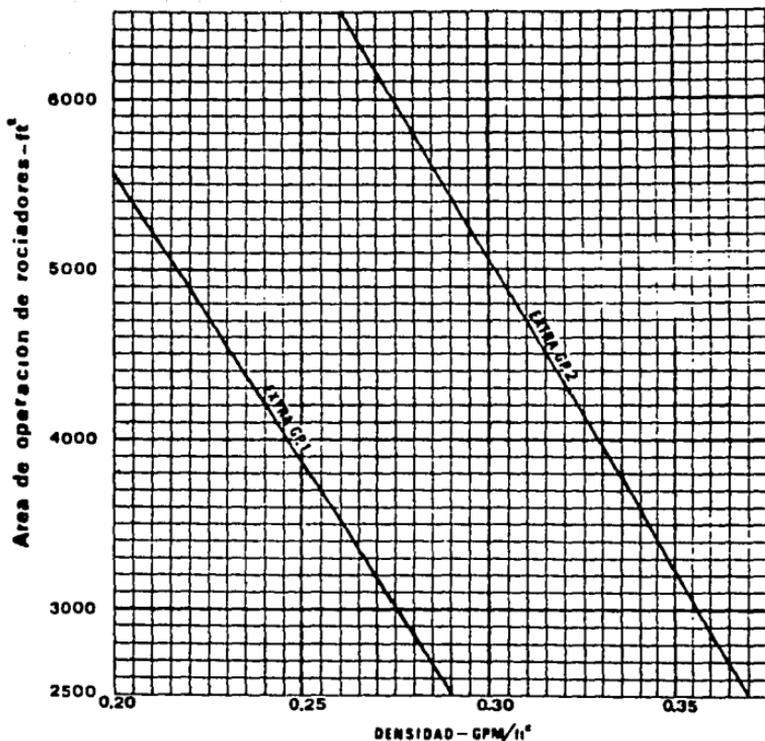
La densidad de diseño se obtiene de acuerdo a la gráfica No. 1, es decir, se escoge la curva que corresponda al riesgo en estudio, que en éste caso es extra grupo 2, y con el área total a cubrir ($516 \text{ m}^2 / 5552 \text{ ft}^2$), Se localiza el punto de intersección con la curva elegida, obteniéndose así, la densidad, que en nuestro caso es de aproximadamente 0.29 GPM/ft^2 .

$$d' = 0.29 \text{ GPM/ft}^2$$

TABLA No 1**MAXIMO CUBRIMIENTO POR ROCIADOR**

RIESGO	m²	ft²	OBSERVACIONES
LIGERO	18.6	200	TECHOS PLANOS, VIGAS Y TRABES
LIGERO	15.6	168	PARA TODOS LOS OTROS TIPOS DE CONSTRUCCION
ORDINARIO	12.1	130	PARA TODOS LOS TIPOS DE CONSTRUCCION
ORDINARIO	9.3	100	PARA ALMACENAMIENTO DE PILAS ALTAS
EXTRA	8.4	90	PARA TODOS LOS TIPOS DE CONSTRUCCION

GRAFICA No.1



Curvas de Densidad

Nota: Si el área total a cubrir hubiera sido menor a los 2500 ft², (para riesgos extra/mayor grupo 1 y 2), por norma se deberá usar la densidad para 2500 ft².

c) Gasto por rociador (q_r)

$$q_r = d' \times c_a$$

donde:

q_r-Gasto por rociador

$$q_r = 0.29 (90) = 26.1 \text{ G.P.M.}$$

d' - Densidad en GPM/ft²

c_a- Cobertura Máxima por rociador en ft²

d) Tipo de Rociador.

Se utilizará un rociador con un diámetro de orificio de 3/8", un factor K de 2.8 y elemento fusible de 74°C/165°F.

e) Presión de operación (aproximada) requerida en el rociador.

$$P = (Q/K)^2$$

donde:

Q- Gasto por Rociador (G.P.M.)

K- Factor (según tipo de Rociador)

$$P = (26.1/2.8)^2 = 86.88 \text{ PSI}$$

ALMACEN DE EMBALAJE.

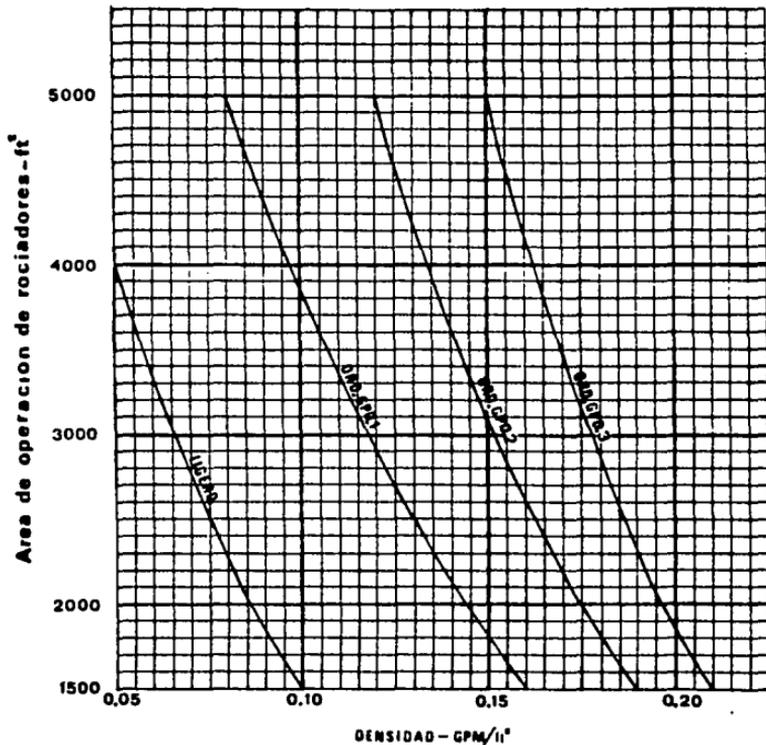
a) Cobertura máxima por Rociador (ver tabla No. 1)

$$c_a = 130 \text{ ft}^2 (12.1 \text{ m}^2)$$

b) Densidad de Diseño (ver grafica No. 2)

$$d' = 0.15 \text{ G.P.M./ft}^2$$

GRAFICA No.2



Curvas de Densidad

c) Gasto por Rociador (q_R)

$$q_R = 0.15 (130) = 19.5 \text{ G.P.M.}$$

d) Tipo de Rociador

	ϕ de orificio = 3/8"
Rociador	K = 2.6
	Temp. Elemento Fusible = 74°C/165° F

e) Presión de operación (aproximada) requerida en el rociador.

$$P = (19.5 / 2.6)^2 = 56.25 \text{ PSI}$$

ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

a) Cobertura máxima por rociador (ver tabla No.1)

$$c_a = 90 \text{ ft}^2 (8.4 \text{ m}^2).$$

b) Densidad de diseño (ver gráfica No. 2)

$$d' = 0.26 \text{ GPM/ft}^2$$

c) Gasto por Rociador (q_R)

$$q_R = 0.26 (90) = 23.4 \text{ G.P.M.}$$

d) Tipo de Rociador

	ϕ de orificio = 3/8"
Rociador	K = 2.6
	Temp. Elemento Fusible = 74°C/165°F

e) Presión de operación (aproximada) requerida en el rociador.

$$P = (23.4 / 2.6)^2 = 81 \text{ PSI}$$

PASO 6

Se calcula el número de rociadores para cada uno de los almacenes involucrados.

A) ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS.

Para obtener el número de rociadores se divide el área total a proteger (A_p) entre la cobertura máxima por rociador (c_x), es decir :

$$N = A_p / c_x$$

donde:

N - Número de rociadores

$$N = 5552 / 90 = 61.68$$

A_p - Área total a proteger

c_x - Cobertura máxima por rociador.

∴ $N = 62$ Rociadores.

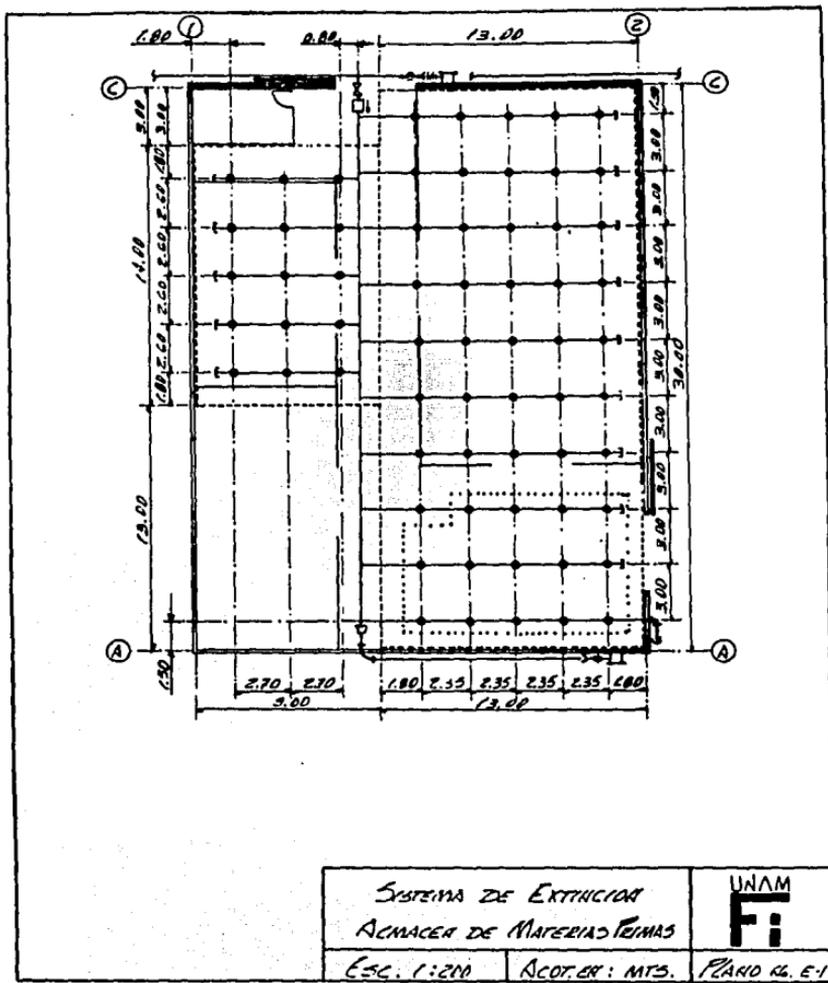
De acuerdo a la configuración del área a proteger y a criterios de separación máxima entre rociadores, ramales y muros- rociadores (ver tabla No. 2) se propone:

Para la sección de plásticos reciclados y colorantes, un sistema conformado por 15 rociadores (ver plano No. E-1).

Para la sección de plásticos y área de recibo (de materia prima), se considera un sistema formado por 50 rociadores (ver plano No. E-1).

Por lo tanto el número total de rociadores para el almacén de materias primas, será:

$$N = 65 \text{ Rociadores}$$



SISTEMA DE EXTINCION		UNAM F
ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS		
ESC. 1:200	ACOT. EN: MTS.	PLANO KG. E-1

FALLA DE ORIGEN

TABLA No. 2

MAXIMA SEPARACIÓN ENTRE ROCIADORES, RAMALES Y MUROS.

RIESGO	ENTRE ROCIADORES		ENTRE MUROS-ROCIADORES		ENTRE RAMALES	
	Mu. (Ft.)		MAX.	MIN.	Mu. (Ft.)	
LIGERO	4.57	15	•	-	4.57	15
ORDINARIO	4.57	15	•	-	4.57	15
EXTRA	3.65	12	•	-	3.65	12
ALMACENAMIENTO (APILAMIENTO ALTO)	3.65	12	•	-	3.65	12

- No deberá exceder la mitad de la distancia permitida entre rociadores.
- Deberán localizarse a un mínimo de 0.10 Mts. (4 in).

B) ALMACEN DE EMBALAJE.

$$N = 4756/130 = 36.58$$

$$\therefore N = 37 \text{ Rociadores}$$

De acuerdo a la configuración de éste almacén y a los criterios mencionados líneas arriba, se propone un sistema de 40 rociadores automáticos (ver plano No.E-4).

Por lo tanto el número total de rociadores para éste almacén será :

$$N = 40 \text{ Rociadores}$$

C) ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

$$N = 6434/90 = 71.48$$

$$N = 71 \text{ Rociadores}$$

De acuerdo a la configuración de este almacén y a los criterios antes mencionados, se propone un sistema formado por 70 rociadores (ver plano No. E-4).

$$N = 70 \text{ Rociadores}$$

PASO 7

Se hace un análisis de riesgos con el fin de determinar en caso de incendio, la demanda máxima de agua /incendio requerida, considerando dentro de éste análisis el tipo y número de equipos de apoyo que deben de actuar conjuntamente con el sistema de rociadores.

A) INCENDIO EN EL ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS.

Operación simultánea de 14 rociadores y una manguera. Por lo tanto el gasto requerido es:

$$Q = q_r + q_m$$

donde:

$$Q = (14 \times 26.1) + 100 = 465.4$$

Q = Demanda máxima de agua requerida

$$\therefore Q = 465.4 \text{ G P M}$$

q_r = Gasto de Rociadores

q_m = Gasto de Mangueras

B) INCENDIO EN EL ALMACEN DE EMBALAJE.

Operación simultánea de 15 rociadores y una manguera. Por lo tanto el gasto requerido es:

$$Q = (15 \times 19.5) + 100 = 292.5$$

$$\therefore Q = 292 \text{ GPM.}$$

C) INCENDIO EN EL ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO.

Operación simultánea de 15 rociadores y una manguera. Por lo tanto el gasto requerido es:

$$Q = (15 \times 23.4) + 100 = 451$$

$$\therefore Q = 451 \text{ GPM.}$$

PASO 6

DISEÑO DE TUBERIAS.

Se Calculan los Diámetros de:

- El tramo de tubo que conecta a los Rociadores.
- Ramales Secundarios
- Lineas Principales de Alimentación.
- Lineas de Alimentación para mangueras.

Para el cálculo de éstos diámetros, se consideran los siguientes criterios de velocidad para el flujo de agua.

- En líneas Principales de Alimentación, se recomienda una velocidad de entre 4 a 12 pies/seg.
- En ramales secundarios, la velocidad recomendada es de hasta 22 pies/seg.

Para el cálculo de diámetros y velocidades se emplearan las siguientes fórmulas:

Para velocidades

donde:

$$V = 0.4084 Q/d^2$$

V=Velocidad del flujo en pies/seg.

Para Diámetros

Q- Gasto en G.P.M.

$$d = \sqrt[2]{(0.4084) Q/V}$$

d_i Diámetro Interior en pulgadas.

a) Cálculo del tramo de tubo que conecta a los rociadores.

A) -ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS

$$d = \sqrt[2]{0.4084 (26.1/22)} = 0.69$$

$$\therefore d = 1" \text{ } \cancel{\text{p}} \text{ } \text{p}$$

B) -ALMACEN DE EMBALAJE

$$d = 0.60 \implies d = 1" \text{ } \cancel{\text{p}} \text{ } \text{p}$$

C) -ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

$$d = 0.65 \implies d = 1" \text{ } \cancel{\text{p}} \text{ } \text{p}$$

b) Cálculo de los ramales secundarios, ver plano No. DF-1

A) -ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS

- Gasto para 3 Rociadores

$$d = \sqrt{0.4084 (78.3/22)} = 1.20$$

$$\therefore d = 1 \frac{1}{2}'' \text{ Ø}$$

- Gasto para 5 rociadores

$$d = 1.55 \Rightarrow d = 1 \frac{1}{2}'' \text{ Ø}$$

B) -ALMACEN DE EMBALAJE

- Gasto para 5 rociadores

$$d = \sqrt{0.4084 (97.5/22)} = 1.34$$

$$\therefore d = 1 \frac{1}{2}'' \text{ Ø}$$

C) -ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

- Gasto para 5 rociadores

$$d = \sqrt{0.4084 (117/22)} = 1.47$$

$$\therefore d = 1 \frac{1}{2}'' \text{ Ø}$$

b) Cálculo de Líneas Principales de Alimentación ver plano No. DF-1

Este cálculo se realiza en base al gasto del riesgo de incendio mayor que en éste caso y de acuerdo al análisis de riesgos efectuado en el paso 7, se presenta en el almacén de materias primas, operando simultáneamente 14 rociadores y 1 manguera.

$$d = \sqrt{0.4084 (465.4/12)} = 3.97$$

$$\therefore d = 4'' \text{ Ø}$$

Con éste diámetro, se asegura una velocidad adecuada de operación para los otros dos almacenes (Embalaje y Producto Terminado).

d) Cálculo de las Líneas de Alimentación para Mangueras, ver plano No. DF-1

$$d = \sqrt{0.4084 (100/12)} = 1.84$$

$$\therefore d = 2'' \text{ Ø}$$

PASO 9

Se determina las características de la bomba como son:

a) Gasto Nominal ($Q_n = G.P.M$)

b) Presión en la Brida de descarga ($P_d = \text{PSI}$)

a) La capacidad de la bomba, queda determinada en base al riesgo de incendio mayor. En este caso, el riesgo de incendio mayor, se presenta en el almacén de materias primas con un gasto aproximado de 465.4 GPM (ver paso 7). Por lo tanto, ajustandose a un gasto comercial, La capacidad de la bomba queda definida como:

$$Q_n = 500 \text{ GPM}$$

b) Para calcular la presión de descarga de la bomba, se debe procurar la presión de operación en la manguera más alejada operando simultáneamente con el sistema de inundación de ésta área, quedando definida la presión de descarga como:

$$P_d = P_{om} + P_f + P_s$$

Donde:

P_d - Presión de descarga de la bomba en PSI.

P_{om} - Presión de operación en la manguera en PSI.

P_f - Pérdidas de presión por fricción en PSI.

P_s - Pérdidas de presión por columna estática en PSI.

Apoyandose en los datos y cálculos del balance hidráulico elaborados para el sistema de inundación del almacén de producto terminado (ver cálculo final del sistema), se deduce que la presión de descarga requerida será de :

$$P_d = 150 \text{ PSI}$$

PASO 10

Cálculo de pérdidas de presión y balance hidráulico de sistemas

PERDIDAS DE PRESION.

Este cálculo consiste en determinar las pérdidas de presión por fricción y columna estática de la trayectoria mayor (critica) de cada sistema (ver planos Nos.E-1 y E-4) con el fin de obtener la presión mínima requerida necesaria para un adecuado funcionamiento de acuerdo al área de riesgo crítico seleccionado para cada almacén, partiendo de los datos de operación del rociador más lejano (q, P)

Para el cálculo de las pérdidas de presión por fricción, se aplicará la formula (recomendada por la N.F.P.A.) de HAZEN- WILLIAMS.

$$F = 4.52 \cdot Q^{1.85} / C^{1.85} \cdot d^{-4.75}$$

donde:

F = Factor de pérdidas por fricción en

PSI por cada "pie" de tubería

Q = Gasto en G.M.P

C = Coeficiente de pérdidas por fricción
de HAZEN WILLIAMS.

(C=120 tubería húmeda)

d, = Diámetro interior de la tubería

BALANCE HIDRAULICO.

Este cálculo consiste en un método iterativo para determinar el gasto de operación (real) en los rociadores involucrados tomando en cuenta las pérdidas de presión por fricción y columna estática de la trayectoria mayor de cada sistema, partiendo de los datos mencionados en un principio.

El balance hidráulico, se elabora partiendo de las condiciones de operación (q, P) del rociador más alejado. Se calculan las pérdidas de presión por fricción y columna estática, se corrigen gastos en tramos(que involucren intersecciones, aumento o disminución de gastos etc.) o rociadores por diferencias de presiones, de tal forma que la presión requerida por el balance hidráulico del sistema sea igual o con una diferencia de ± 5 PSI a la presión disponible en la brida de descarga, de la bomba o incendio.

Como éste cálculo es iterativo (pueden ser hasta tres iteraciones), solo se incluirá la última iteración con los gastos y presiones reales de operación del sistema.

Para la ejecución de éstos cálculos, se deben tomar las siguientes consideraciones generales:

- La tubería, tipo "humeda" comprenderá: descarga de bomba, líneas principales de alimentación, líneas de alimentación a mangueras y tubería del sistema de inundación.
- Se deberán usar las tablas adecuadas de longitudes equivalentes de accesorios, ver tabla No. 3.
- En reducciones la longitud equivalente no se considera.
- En conexiones (reducciones "tes", "codos" etc.) considerar la longitud equivalente del diámetro de tubería más pequeño.
- En codos de 3 1/2" \varnothing y menores, se usan codos de "radio corto" (standard).
- En codos de 4" \varnothing en adelante, se usan codos de "radio largo".

Identificación de la nomenclatura a utilizar en éste cálculo:

Q - Gasto en G.P.M.

L_T - Longitud de tubería en pies.

L_{E.A} - Longitud equivalente de accesorios en pies.

L_{TOT} - Longitud total de tubería en pies

F - Factor de pérdidas de presión por fricción en PSI.

P_r - Pérdidas de presión por fricción "parciales" en PSI.

P - Presión de columna estática en PSI.

P_T - Pérdidas de presión por fricción "totales en PSI.

TABLA No.3

ACCESORIOS	LONGITUD EQUIVALENTE PARA ACCESORIOS										
	LONGITUD EQUIVALENTE EN PIES										
	DIAMETROS EN PULGADAS DE 1/2" A 5"										
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5
CODO 90° (ESTANDARD)	2	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12
CODO 90° (RADIO LARGO)	1	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8
TE FLUJO A 90°	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25
VALVULA CHECK	4	5	5	7	9	11	14	16	19	22	27
VALVULA DE COMPUERTA						1	1	1	1	2	2
ALARMA DE FLUJO										25	20
FILTRO								16		25	

A) ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS

El gasto que se ajusta en el rociador más lejano es:

$q_a = 26.96$ GPM; $P = 92.75$ PSI; $K = 2.8$; $C = 120$

Tramo	Ø	Q	L _T	L _{EA}	L _{TOT}	F	P _r	P _s	P _r
									92.75
1	1"	26.96	0.65	5	5.65	0.3535	1.9975	-0.281	94.46
2	1 1/2"	26.96	7.71	-	7.71	0.0396	0.3054	-	94.76
3	1 1/2"	53.92	7.71	-	7.71	0.1428	1.1012	-	95.86
4	1 1/2"	80.88	7.71	-	7.71	0.3024	2.3315	-	98.19
5	1 1/2"	107.84	7.71	-	7.71	0.5149	3.9699	-	102.15
6	1 1/2"	134.80	9.19	8	17.91	0.7780	13.9351	-	116.08
M-N	2"	100	52.65	16	68.65	0.0939	6.4462	-2.186	103.96
N-O	4"	100	1.64	-	1.64	0.0036	0.0059	-	103.96

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO N-O

$$q_r N-O = 100 \sqrt{116.8/103.96} = 105.66$$

$$q_r N-O = 105.66 \text{ GPM}$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo O-P es:

$$q_r O-P = 134.80 + 105.66 = 240.46 \text{ GPM.}$$

									116.08
O-P	4"	240.46	9.85	8	17.85	0.0185	0.3307	-	116.41

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO P-Q

$$q_r P-Q = 134.80 \sqrt{116.41/116.08} = 134.99$$

$$q_r \text{ P-Q} = 134.99 \text{ GPM.}$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo P-Q es:

$$q_r \text{ P-Q} = 134.99 + 240.46 = 375.45 \text{ GPM}$$

116.41

P-Q	4"	375.45	9.85	8'	17.85	0.0422	0.7541	-	117.16
-----	----	--------	------	----	-------	--------	--------	---	--------

Q-S	1 1/2"	107.84	16.90	8'	24.9	0.5149	12.8212	-	114.97
-----	--------	--------	-------	----	------	--------	---------	---	--------

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO Q-R

$$q_r \text{ Q-R} = 107.84 \sqrt{117.16/114.97} = 108.86$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo Q - R es :

$$q_r \text{ Q-R} = 108.86 + 375.45 = 484.31 \text{ GPM}$$

117.16

Q - R	4"	484.31	75.52	27'	105.52	0.0676	6.9375	-	124.09
-------	----	--------	-------	-----	--------	--------	--------	---	--------

Perdida de presión desde el punto "R" hasta la brida de descarga de la bomba contra incendio (punto "T").

124.09

R-T	4"	484.31	139.91	115'	254.91	0.0676	17.2497	8.72	150.05
-----	----	--------	--------	------	--------	--------	---------	------	--------

$$\therefore 150 - 48.91 - (-0.281 + 8.72) = 92.65 \text{ PSI}$$

$$Q = K \sqrt{P} ; Q = 2.8 \sqrt{92.65} = 26.95 \text{ GPM}$$

De los resultados anteriores, se concluye que:

La presión disponible en el rociador mas alejado del área donde representa el riesgo mayor, es adecuada de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- La presión de operación (92.65 PSI. aprox.) del rociador se ajusta a la presión de operación supuesta (92.75 PSI) al inicio de éste cálculo.
- El gasto de operación del rociador se ajusta al propuesto, al inicio de éste cálculo (26.96 GPM) y cae dentro de lo estipulado (paso 5) de gasto - densidad cubriendo los requisitos de diseño recomendados para el tipo de riesgo clasificado (extra grupo 2).
- Por último como la presión nominal a gasto nominal es de 150 PSI, el sistema se encuentra balanceado.

Nota: para identificar los puntos de referencia utilizados en el balance hidráulico de éste sistema, ver isométrico No. I-1, I-2

B) ALMACEN DE EMBALAJE

El gasto que se ajusta en el rociador más lejano es:

$$q_k = 24.45 \text{ GPM}; \quad P = 88.43; \quad K = 2.6; \quad C = 120.$$

Tramo	#	Q	L _r	L _{EA}	L _{TCR}	F	Pr	P _e	P _r
									88.43
1	1"	24.45	0.65	5	5.65	0.2950	1.6671	-0.281	89.81
2	1 1/2"	24.45	10.99	-	10.99	0.0330	0.3634	-	90.17
3	1 1/2"	48.9	10.99	-	10.99	0.1192	1.3041	-	91.47
4	1 1/2"	73.35	10.99	-	10.99	0.2523	2.7738	-	94.24
5	1 1/2"	97.8	10.99	-	10.99	0.4297	4.7229	-	98.96
6	1 1/2"	122.25	3.28	8	11.28	0.6493	7.3250	-	106.28
G-H	4"	122.25	10.49	8	18.49	0.0053	0.0980	-	106.37
H-I	4"	244.5	10.49	8	18.49	0.0191	0.3533	-	106.72

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO I - O

$$q_{I-O} = 122.25 \sqrt{106.72/122.25} = 122.50$$

$$q_{I-O} = 122.50 \text{ GPM}$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo I-J es:

$$q_{I-J} = 122.50 + 244.50 = 367 \text{ GPM}$$

									106.72
I-J	4"	367.00	59.99	27	86.99	0.0405	3.5238	-	110.24

									100.00
K-L	2"	100.00	6.72	16	22.72	0.093	2.112	-2.486	99.62
L-J	4"	100.00	6.89	-	6.89	0.036	0.002	-	99.62

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO J-K

$$q_{J-K} = 100 \sqrt{110.24/99.62} = 105.19$$

$$q_{J-K} = 105.19 \text{ GPM}$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo J-T es:

$$q_{J-T} = 367 + 105.19 = 472.19 \text{ GPM}$$

Perdida de presión desde el punto "J" hasta la brida de descarga de la bomba contra incendio (punto "T").

									110.24
J-T	4"	472.19	344.91	140	484.91	0.0645	31.310	8.72	150.27

$$\therefore 150 - 53.44 - (-0.281 + 8.72) = 88.12 \text{ PSI}$$

$$Q = K \sqrt{P} ; Q = 2.6 \sqrt{88.12} = 24.40 \text{ GPM.}$$

Con los resultados anteriores, se concluye que la presión de operación del rociador más alejado del área en donde representa el riesgo mayor, es adecuada, proporcionando un gasto aproximado de 24.40 GPM, cubriendo los requisitos de densidad recomendados para el tipo de riesgo clasificado (ordinario grupo 2). Así mismo, como la presión nominal a gasto nominal es de 150 PSI, el sistema se encuentra balanceado.

Nota: Para identificar los puntos de referencia utilizados en el balance hidráulico de éste sistema, ver isométrico No. 1-1, 1-2, 1-3.

C) ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

El gasto que se ajusta en el rociador más lejano es:

$$q_a = 24.37 \text{ GPM}; P = 87.86 \text{ PSI}; K = 2.6; C = 120$$

Tramo	Ø	Q	L _r	L _{EA}	L _{TOT}	F	P _r	P _e	P _r
									87.86
1	1"	24.37	0.65	5	5.65	0.2932	1.6570	-0.281	89.23
2	1 1/2"	24.37	7.21	-	7.21	0.0328	0.2369	-	89.46
3	1 1/2"	48.74	7.21	-	7.21	0.1184	0.8543	-	90.31
4	1 1/2"	73.11	7.21	-	7.21	0.2508	1.8087	-	92.11
5	1 1/2"	97.48	7.21	-	7.21	0.4271	3.0797	-	95.18
6	1 1/2"	121.85	3.60	8	11.60	0.6454	7.4872	-	102.66
									100.00
A-B	2"	100.00	18.20	16	34.20	0.0939	3.2134	-2.486	100.72
B-C	4"	100.00	1.64	-	1.64	0.0036	0.0059	-	100.72

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO B - C

$$q_{r \text{ B-C}} = 100.00 \sqrt{102.66/100.72} = 100.95$$

$$q_{r \text{ B-C}} = 100.95 \text{ GPM}$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo C-D es:

$$q_{r \text{ C-D}} = 100.95 + 121.85 + 121.85 = 344.65 \text{ GPM}$$

									102.66
C-D	4"	344.65	12.30	8	20.30	0.0360	0.7320	-	103.39

CORRECCION DEL GASTO EN EL TRAMO D - O

$$q_r \text{ D-O} = 121.85 \sqrt{103.39/102.66} = 122.28$$

$$q_r \text{ D-O} = 122.28 \text{ GPM}$$

Por lo tanto, el gasto que circula por el tramo D-E es:

$$q_r \text{ D-E} = 122.28 + 344.65 = 466.93 \text{ GPM}$$

										103.39
D-E	4"	466.93	12.30	8	20.30	0.0632	1.2838	-	104.67	
E-F	4"	466.93	49.20	-	49.20	0.0632	3.1117	-	107.78	

Perdida de presión desde el punto "F" hasta la brida de descarga de la bomba contra incendio (punto "T").

										107.78
F-T	4"	466.93	401.83	128	529.83	0.0632	33.5096	8.72	150.00	

$$\therefore 150 - 53.76 - (-0.281 + 8.72) = 87.80 \text{ PSI}$$

$$Q = K \sqrt{P} ; Q = 2.6 \sqrt{87.80} = 24.36 \text{ GPM.}$$

CALCULO DE LA PRESION DE LA DESCARGA DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO

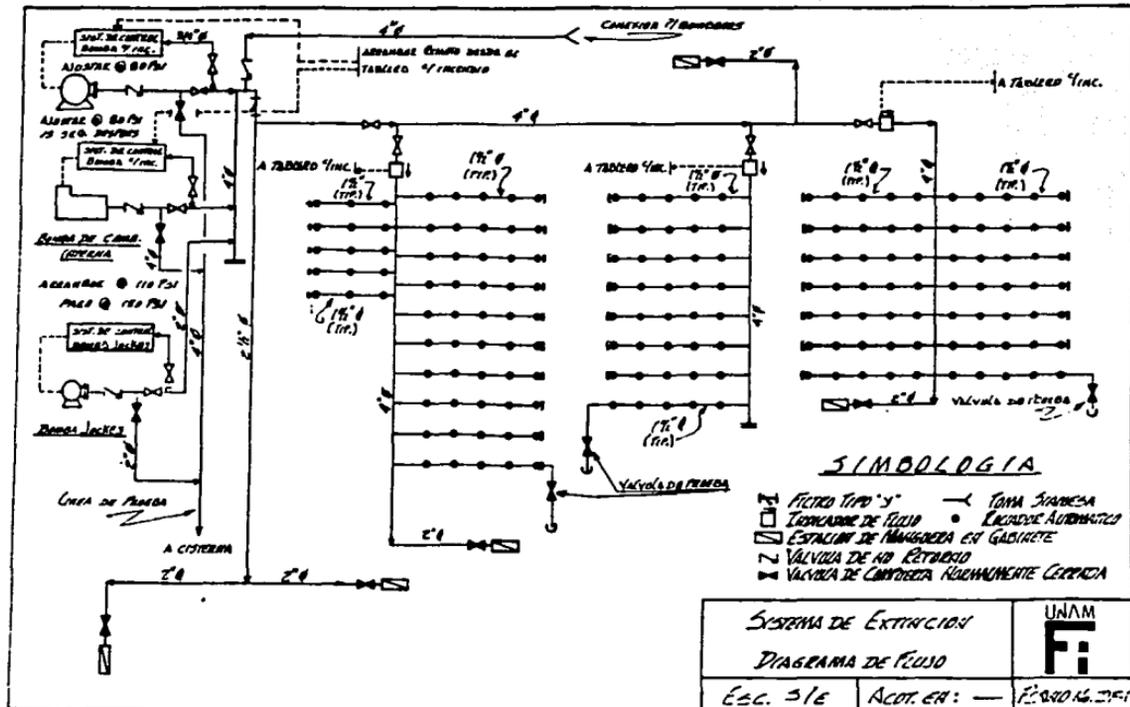
$$P_d = 100 + 41.85 + 6.23 = 148$$

$$P_d = 148 \approx 150 \text{ PSI}$$

De los resultados obtenidos, se desprende que la presión de operación del rociador más alejado del área donde representa el riesgo mayor, de este sistema de inundación (almacén de producto terminado), así como el de los otros dos sistemas de inundación (almacén de materias primas y almacén de embalaje), es mayor a las inicialmente determinadas en el paso 5, por lo cual los sistemas operaran en las condiciones exigidas de presión y gasto - densidad. Ahora bien, como la presión nominal a gasto nominal es de 150 PSI, el sistema se encuentra balanceado.

Nota: Para identificar los puntos de referencia utilizados en el balance hidráulico de éste sistema, ver isométrico no. I-1, I-2, I-3.

FALLA DE ORIGEN



CONSIDERACIONES GENERALES

- Se recomienda inspeccionar los sistemas de rociadores cada semana.
- Se recomienda evitar acumulación de material o divisiones que obstruyan la distribución uniforme del agua.
- En las pruebas de flujo de agua, se deben tomar las medidas necesarias para evitar el daño a equipo o material protegido por el sistema.
- Revisar semanalmente los manómetros de presión, ya que es de vital importancia mantener la presión correcta en el sistema.
- Se recomienda observar con cuidado cualquier cambio de temperatura en los sistemas de rociadores de tubería húmeda, con el fin de evitar la operación prematura del rociador o el congelamiento del agua contenida en la tubería del sistema.
- Las válvulas de control deben de mantenerse siempre abiertas.
- Se recomienda probar periódicamente las alarmas operadas por flujo de agua, accionando la válvula de prueba.
- Cuando por extrema necesidad, haya que interrumpir el servicio del sistema, dicha interrupción deberá ser lo más breve posible.
- Para la selección del tipo de bomba a utilizar se debe considerar que solo se aceptan las pertenecientes a la familia de las bombas centrífugas ya sean verticales u horizontales.
- Se recomienda un equipo de bombeo formado por dos bombas principales, una con motor de accionamiento eléctrico y otra de respaldo del tipo de combustión interna, esto con el fin de prever posibles fallas en el suministro eléctrico.
- Se debe tomar en cuenta que los motores de combustión interna son menos confiables que los motores eléctricos, sin embargo tienen la ventaja de ser unidades autosuficientes.
- El equipo de bombeo principal, no deberá arrancar en forma periódica para mantener presurizada la red.
- Para la reposición de fugas en el sistema, se recomienda instalar una bomba "Jockey".

- El arranque de las bombas principales será automático y/o manual, el paro será únicamente manual.
- Las bombas "Jockey" serán de arranque y paro automático (contando también con arranque y paro manual).
- Las bombas centrífugas horizontales siempre deberán trabajar con carga (aspiración positiva). En caso contrario se emplearán bombas centrífugas verticales.
- La alimentación eléctrica del equipo de bombeo debe ser exclusiva e independiente de cualquier otro uso.
- Se debe procurar la operación de las bombas a máxima capacidad (con descarga de mangueras) cada tres meses o por lo menos una vez al año.
- El equipo de bombeo debe localizarse en un lugar cubierto y seguro de posibles daños por explosión, incendio, inundación, congelación u otras condiciones que puedan impedir su correcto funcionamiento.
- Se debe contar con un sistema de almacenamiento confiable para garantizar el suministro de agua cubriendo el tiempo mínimo requerido, según el tipo de riesgo.
- Es recomendable que los depósitos de almacenamiento de agua (cisternas y/o tanques elevados), sean de uso exclusivo para el sistema de protección contra incendio.
- Se puede aceptar la utilización conjunta de los depósitos de almacenamiento con otros usos, sin embargo no es recomendable ya que al renovarse constantemente el agua, se acumula gran cantidad de sedimentos, especialmente si el agua no es filtrada, por lo que se hace necesario extraerlos frecuentemente por que pueden llegar a obstruir las tuberías de los sistemas de rociadores.
- El único método admitido para que las cisternas y/o tanques elevados sean comunes a varios servicios, es que la diferencia de cotas de las tomas de los sistemas de bombeo sea tal que garantice la capacidad requerida para el uso exclusivo de incendios.

SISTEMA DE EXTINCION PORTATIL

Como equipo de apoyo a los sistemas fijos de extinción empleados, se contará con equipos portátiles de extinción a base de polvo químico seco (base de fosfato monoamónico), aplicables para fuegos tipos A, B y C de 10 y 20 lb.

DISTRIBUCION Y LOCALIZACION

En base a normas PEMEX (SPCO CR-E-05) se definieron las unidades de riesgo de incendios;

Se considerará a los almacenes de materia prima, embalaje y producto terminado como riesgo tipo A grave y a los almacenes de herramientas, mantenimiento y auxiliar de aceites como riesgo tipo B leve. De donde, para los primeros la superficie de la unidad de riesgo es de 75 m^2 y en los segundos es de 10 m^2 .

Al dividir el área de almacenamiento de cada caso entre la superficie equivalente a una unidad de riesgo obtenemos un valor de unidad de extinción, el cual nos define la capacidad nominal de los extinguidores requeridos para estas áreas.

Almacén Materia Prima

Area de Almacenamiento de Plásticos

Clasificación de fuego: Tipo A

Area; $A = 11 \times 20 = 220 \text{ m}^2$

Unidades de riesgo= Clasificación grave (URI-A)

Unidades de riesgo= $220/75 = 2.93$ unidades

Equivalente a 20 lb de agente extintor=1 extinguidor de 20 lb.

Area de Almacenamiento de Plásticos Reciclados

Clasificación de Fuego: Tipo A

Area; $A = 11 \times 7 = 77 \text{m}^2$

Unidad de Riesgo=Clasificación grave (URI-A)

Unidades de Riesgo= $77/75 = 1.0$ unidades

Equivalente a 10lb de Agente extintor=1 extinguidor de 10lb

Area de Recibo de Materiales

Clasificación de fuego: Tipo A

Area; $A = 150 \text{m}^2$

Unidad de Riesgo=Clasificación grave (URI-A)

unidades de Riesgo= $150/75 = 2$ unidades

Equivalente a 10 lb de Agente extintor=1 extinguidor de 10 lb.

Almacén de Producto terminado

Clasificación de Fuego; Tipo A

Area; $A = 26 \times 3 = 598 \text{m}^2$

Unidades de Riesgo=Clasificación grave (URI-A)

Unidades de riesgo= $598/75 = 7.97$ unidades

Equivalente a 40lb de Agente extintor=2 extinguidores de 20 lb

Almacén de Embalaje (Area de Almacenaje)

Clasificación de Fuego: Tipo A

Area; A = $10 \times 26 = 260\text{m}^2$

Unidades de Riesgo=Clasificación grave (URI-A)

Unidades de Riesgo= $260/75 = 3.46$ unidades

Equivalente a 20 lb de Agente extintor=1 extinguidor de 20 lb.

Almacén de Embalaje (Area de Armado)

Clasificación de Fuego: Tipo A

Area; A = $7 \times 26 = 182\text{m}^2$

Unidades de riesgo=Clasificación grave (URI-A)

Unidades de riesgo= $182/75 = 2.42$ unidades

Equivalente a 10 lb de Agente extintor=1 extinguidor de 10 lb

Almacén de Herramientales

Clasificación de fuego: Tipo B

Area; A= $18 \times 8 = 144\text{m}^2$

Unidades de Riesgo=Clasificación Leve (URI-B)

Unidades de Riesgo= $144/10 = 14.4$ unidades

Equivalente a 10 lb de Agente extintor= 1 extinguidor de 10 lb.

Almacén de Productos Metálicos

Clasificación de Riesgo: Sin riesgo

No requiere extinguidor

Almacén de Mantenimiento

Clasificación de Fuego: Tipo B

Area; A = 52m^2

Unidades de Riesgo=Clasificación Leve (URI-B)

Unidades de Riesgo= $52/10 = 5.2$ unidades

Equivalente a 10 lb de Agente extintor= 1 extinguidor de 10 lb.

*Se agregará un extinguidor de CO2 de 5lb, para la protección de elementos electrónicos que aquí se resguardan

Almacén Auxiliar de Aceites

Clasificación de Fuego: Tipo B

Area; A = $11 \times 10 = 110m^2$

Unidades de Riesgo=Clasificación leve (URI-B)

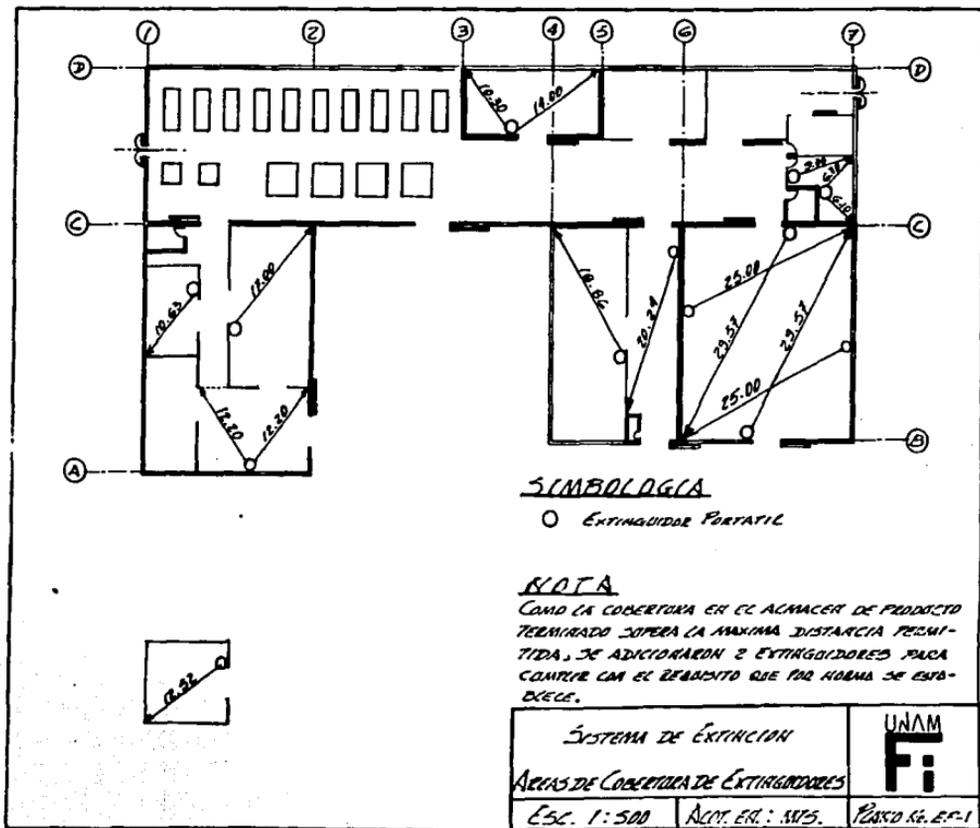
Unidades de Riesgo= $110/10 = 11$ unidades

Equivalente a 10 lb de Agente extintor=1 extinguidor de 10 lb.

Cálculo de Polígono de cobertura tomando en cuenta la norma antes mencionada, lo cual nos indica que la distancia máxima para desplazarse de cualquier punto del local el extinguidor más próximo no debe ser mayor a 25 m.

Por lo anterior se procede a determinar el polígono de cobertura. Como se muestra en el plano EP-1.

FALLA DE ORIGEN



6.6 ASPECTOS DE EVALUACION DE COSTOS Y SEGUROS

El tipo de construcción de los almacenes mencionados en el caso práctico cumple ampliamente los requisitos contra incendio estipulados en los artículos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, así como con los artículos del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Se podrá encontrar en este trabajo un apéndice referente a la reglamentación, conteniendo dichos artículos para su consulta.

Actualmente el no cumplir las especificaciones de protección contra incendio de los reglamentos mencionados anteriormente es motivo de clausura de negocios e industrias establecidas, o de cancelación de permisos de construcción si los diseños y proyectos de nuevos edificios no contemplan cumplir con dichas disposiciones.

En el caso práctico de este capítulo la cuota básica de la tarifa de seguros a aplicar, de acuerdo a las características de construcción de los almacenes y considerando que estos se encuentran aislados entre sí, y de otras áreas, por muros y puertas contra incendio, será el contratar el seguro de cada almacén como si fueran zonas aisladas por las características de los materiales almacenados en cada uno de ellos; ya que así, unos almacenes pagarán menos que otros.

De no existir los muros divisorios y las puertas contra incendio en estos almacenes, se tendría que pagar la cuota más alta de acuerdo al material considerado como de más riesgo y que en este caso correspondería a la cuota aplicable al almacén de embalaje, de 2.55 al millar, que es donde se guardan los corrugados de cartón para el embalaje del producto terminado.

Por lo mencionado anteriormente las cuotas básicas que se aplicaran a cada uno de los almacenes de acuerdo a las fracciones del punto 3, del capítulo VI del Manual de Ramo de Incendio de la A.M.I.S. serán las siguientes :

Almacén de materia prima	0.235 % de su valor
Almacén de producto terminado	0.235 % de su valor
Almacén de embalaje	0.255 % de su valor
Almacén de herramientas	0.140 % de su valor
Almacén de productos metálicos	0.235 % de su valor
Almacén auxiliar de aceites	0.385 % de su valor

Los recargos a dichas cuotas en todos los almacenes son nulos ya que el material de construcción propuesto hace que no haya recargo por tipo de construcción; por ser la construcción de un solo nivel, no tendrá recargo por número de pisos; por la ubicación de la planta, dentro del D.F., no tendrá recargo por protección municipal; asimismo, no tendrá recargos por almacenamiento de sustancias explosivas, dado que no se manejan; debido a que los colorantes y pigmentos en el almacén de materia prima son menores al 1% del total de las existencias tampoco hay recargo por concepto de sustancias inflamables.

Los descuentos a la tarifa básica del seguro contra incendio que se aplicaran de acuerdo a los sistemas y dispositivos de protección contra incendios con que cuentan dichos almacenes son los siguientes :

- Por el número de extinguidores y la distancia a que se encuentra cada uno de ellos, se tiene un descuento del 5%.
- Por el tipo de hidrantes con que se cuenta, se tiene un descuento del 22.5 % .
- Por el tipo de rociadores automáticos con que se dota a los almacenes en caso de incendio, se tiene un descuento del 35 %

Como podemos observar, el tener el equipo adecuado para el control y extinción de incendios nos reducirá la cuota del seguro hasta un 62.5 %, lo cual equivale a un importante ahorro en el pago de primas, lo que ayudaría a amortizar la inversión realizada, además de los beneficios que trae el contar con éste, como son :

- La minimización de los daños, en caso de siniestro.
- La seguridad al personal.
- El cubrir los requisitos gubernamentales y de los organismos de seguridad social, evitando multas e incremento de cuotas.
- Afianzar la imagen de confiabilidad de la empresa ante los clientes.
- Cumplir con la responsabilidad social hacia la comunidad, asegurando un rápido y eficaz control de posibles siniestros que pudiesen dañar el entorno.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo hemos visto los diferentes aspectos de la prevención contra incendios, los cuales todos son importantes, pero es necesario resaltar que las medidas de prevención son fundamentales puesto que su enfoque es evitar que los siniestros se presenten, lo cual representa ventajas indiscutibles como son:

- Anulación o minimización de los daños
- Evitar los costos que cualquier incendio produzca, por leve que éste sea como por ejemplo:
 - * Pérdida de materiales y/o equipo.
 - * pérdida de producción (paro de procesos, inactivación de maquinaria y/o equipo, evacuación y aplicación del personal en su extinción, destrucción de productos)
 - * costos de operación del equipo de extinción.
- Evita al personal la exposición a daños físicos, además de incrementar su productividad al laborar en un ambiente seguro y ordenado.
- Disminución de cuotas de seguros y organismos de asistencia públicos o privados al reducirse el riesgo de accidentes o siniestros.
- Eviten el pago de multas o suspensión de operaciones ocasionadas por el no cumplimiento de reglamentos.
- Mejora la imagen de la empresa ante los clientes y la comunidad al mostrarse como una empresa responsable y confiable.

Se debe hacer énfasis en que la protección contra incendio, no es solo colocar extinguidores o mangueras o adquirir un seguro ya que si bien es vital contar con éstos, al presentarse algún siniestro, que por otro lado es prácticamente imposible eliminar la probabilidad que esto ocurra sobre todo en recintos en que se manejan o contengan materiales inflamables o explosivos. Las medidas de protección parten desde la concepción misma de un proyecto industrial (formación de una industria, construcción

de una planta, ampliación de la ya existente, introducción de una nueva línea de producción, aumento de la producción, cambio de requerimientos de materia prima, compra y redistribución de maquinaria o equipo, etc.) analizando profundamente los peligros de incendio que presente este, con el fin de considerar medidas para evitarlos, aislarlos y controlarlos fácil y rápidamente.

En muchos casos estos aspectos son ignorados o no se le dan la importancia debida, considerándolos como no fundamentales o que se resolverán posteriormente.

El aspecto de prevención de riesgos en la construcción, es también otro punto que es vital considerarlo desde el diseño de la construcción, ampliación o adaptación de ésta, asegurándose no solo de cubrir los aspectos legales sino tener la convicción de que las medidas se tomen son para asegurar la durabilidad de los inmuebles, la salvaguarda de los bienes depositados en ellos, la continuidad de la operación y la seguridad del personal y/o usuarios, por lo que en esto, no se deberá escatimar, ya que a mediano o largo plazo, los recursos que se invirtieron representan un ahorro al minimizar o limitar las pérdidas ocasionadas por un incendio.

El considerar las medidas de protección al planear y operar los procesos industriales, almacenes, oficinas, etc., en cuanto a distribución, transporte tipo de almacenaje, mobiliario etc., es también de suma importancia ya que el no aplicarlos, conduce a incrementar los riesgos e incluso a ser los causantes directos de un incendio.

El diseño y mantenimiento de los servicios e instalaciones como los de calefacción, aire acondicionado, aire comprimido y muy especialmente las eléctricas o de combustibles, es particularmente esencial considerar tomar medidas de prevención y vigilancia sobre ellas, ya que una parte muy importante de los incendios son producidos por fallas en el diseño y mantenimiento de las instalaciones.

El mantenimiento, general de las instalaciones y edificios, además del orden, limpieza, señalización y organización de la seguridad, son puntos cuya importancia resalta, siendo en ocasiones los más efectivos para la prevención de siniestros y los de menor costo directo, ya que mayormente solo implican captación y concientización del personal, pero además es fundamental su actualización y un seguimiento estrecho con respeto absoluto, siendo por otra parte grandes auxiliares en el logro de una

alta eficiencia y productividad en general de la organización, al dotarla de una disciplina, ahorro de desperdicios y funcionalidad.

Los sistemas que podríamos nombrar preventivos como los de detección y extinción son por sí mismos sumamente importantes ya que como se mencionó anteriormente, nada puede asegurarnos el no tener siniestros, ya sea por falla accidental de nuestros sistemas de prevención o por la acción deliberada o incidental de agentes externos, por lo que su correcta planeación, selección, instalación uso y mantenimiento, pueden hacer la diferencia entre una pequeña pérdida o la destrucción total. Es importante recalcar los aspectos de uso y mantenimiento y que estos son frecuentemente descuidados.

Por la falta de capacitación del personal para su operación o el abuso conciente o inconsciente de los equipos (activación en falso de las alarmas, rupturas y daños a los equipos, uso del equipo para otros fines) y por el lado del mantenimiento el no considerar éste importante (por ejemplo el no recargar los extinguidores en las fechas previstas, no asegurar el funcionamiento de alarmas, no revisar los niveles de agua para el sistema de rociadores e hidratantes etc.). Hay que recordar que el tener este equipo inhabilitado es más peligroso que el no tenerlo.

En cuanto al aspecto legal, en nuestro país existe un gran vacío, la normatividad es incompleta y resulta preocupante la indiferencia de las autoridades hacia estos aspectos, a pesar de los grandes siniestros que hemos sufrido (San Juanico, Centro de Guadalajara, etc.) que no sólo han dañado empresas sino que hemos visto desaparecer grandes zonas urbanas a consecuencia de éstos.

Es importante implementar un reglamento exclusivo para cubrir estos aspectos y lograr su aplicación estricta, además de crear una conciencia social al respecto, ya que los daños de este tipo de siniestros no solo se circunscriben a una zona o tiempo determinado sino que repercuten por largo tiempo, al alterar las condiciones ambientales y sociales de regiones enteras.

Para concluir, hay que considerar que los seguros si bien son importantes auxiliares para resarcir parte de las pérdidas económicas y afrontar algunas consecuencias legales, no transfieren toda la responsabilidad a éstas entidades, las que recaen fundamentalmente en los propietarios o responsables de las empresas.

TABLA A-1.1.- PROPIEDADES DE LIQUIDOS FLAMABLES, GASES Y SOLIDOS VOLATILES

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			INFERIOR	SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Acetona (Dimetilcetona) <chem>CH3COCH3</chem>	0	869	2.6 2.40@ 2.12°F	12.8	0.8	2.0	134	Si	Agua puede ser inefectiva. Usar espuma tipo "alcohol"	1	3	0
Acetileno <chem>CH3CH</chem>	Gas Nota: El Acetileno disuelto en Acetona en cilindros bajo presion, puede adoptar una reactividad 2.	581	2.5	100		0.9	-118	No	Cortar flujo de gas	1	4	3
Acroleina <chem>CH3CHCHO</chem>	-15	455 inestable	2.8	31	0.8	1.9	125	Si	Agua puede ser inefectiva. Usar espuma tipo "alcohol"	3	3	2
Alcohol	Ver Alcohol Etílico, Alcohol Metílico, etc.											
Amoníaco <chem>NH3</chem>	Gas	1204	16	25		0.6	-28	Si	Cortar flujo de gas.	3	1	0
Anilina <chem>C6H5NH2</chem>	158	1139	1.3		1.0+	3.2	364	Ligero	Usar espuma tipo "alcohol"	3	2	0
Asfalto	400+	905			1.0 - 1.1		>700	No	El agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Aceite de Resino	445	840					595	No	El agua o la espuma puede causar burbujeo	0	1	0
Aceite de Resino (Hidrogenado) <chem>(C6H10O), C11H12</chem>	401							No	El agua o la espuma puede causar burbujeo	0	1	0
Acido Cloroacético <chem>CH2ClCOOH</chem>	259	8			1.58	3.26	372			3	1	0
Aceite de Maiz (Refinado) Crudo	610 (c.a) 490	740			<1 0.9			No	El agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Aceite de Coco Refinado	420 548				0.9			No	El agua o la espuma puede causar burbujeo	0	1	0

TABLA A-1-1.- PROPIEDADES DE LIQUIDOS, FUMABLES, GASES, Y SOLIDOS VOLATILES
(CONT.)

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			INFERIOR	SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Alcohol Etilico C ₂ H ₅ OH	55	689	3.3	19	0.8	1.6	173	Si	Agua puede ser inefectiva. Usar espuma tipo "alcohol".	0	3	0
96%	62											
95%	63											
Alcohol 80%	68											
70%	70											
Etilico 60%	72											
50%	75											
y 40%	79											
30%	85											
Agua 20%	97											
10%	120											
50%	144											
Acete de Pescado	420							No	El agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Acido Sulfurico H ₂ S	Gas	500	4.0	44.0	1.19	1.2	-76	Si	Cortar flujo de gas.	3	4	0
Acete Mineral Lubricante (parafina o acete para motor).	300 -- 450	500 -- 700			<1			No	El agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Alcohol Metilico CH ₃ OH (Metanol)	52	725	6.7	36	0.8	1.1	147	Si	Agua puede ser inefectiva. Usar espuma tipo "alcohol".	1	3	0
Acete Mineral (c.a.)	380				0.8 -- 0.9			No	Agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Acete de Oliva	437	650			0.9			No	Agua o espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Acete de Transformador (c.a.)	295				0.9			No	Agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0

TABLA A-1.1.- PROPIEDADES DE LIQUIDOS, FLAMABLES, GASES Y SOLIDOS VOLATILES
(CONT.)

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			INFERIOR	SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Benceno	Ver Benzol											
Benzol (Benceno) C ₆ H ₆	12	1040	1.3	7.1	0.9	2.8	176	No	Agua puede ser inefectiva.	2	3	0
Butano CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Gas	761	1.9	8.5		2	31	No	Cortar flujo de gas.	1	4	0
Ciclohexilamina C ₆ H ₁₁ NH ₂ (Amino ciclohexano) (Hexahidroanilina)	90 (c.a.)	560			0.9	3.4	274	Si	Agua puede ser inefectiva usar espuma tipo "alcohol".	2	3	0
Ciclohexilbenceno C ₁₂ H ₁₈ (Fenilciclohexano)	210 (c.a.)				0.9		459	No		2	1	0
Ciclohexanone C ₆ H ₁₀ O	111	788	1.1@ 212°F		0.9	3.4	313	Ligero	Espuma tipo "alcohol".	1	2	0
Ciclopentano C ₅ H ₁₀	<20	716			0.7	2.4	121	No	Agua puede ser inefectiva.	1	3	0
Ciclopropano (CH ₂) ₃	Gas	932	2.4	10.4		1.5	-29	No	Cortar flujo de gas.	1	4	0
Clorobenceno C ₆ H ₅ CL	84	1184	1.3	7.1	1.1	3.9	270	No	Agua puede ser inefectiva excepto como recubrimiento.	2	3	0
Cloroetano	Ver Cloruro de Etilo											
Clorotolueno C ₆ H ₄ CLCH ₃	126 (c.a.)				1.08	4.37	320			2	2	0
Cumeno C ₆ H ₅ CH(CH ₃) ₂ (Cumol)	111	797	0.9	6.5	0.9	4.1	306	No		0	2	0

TABLA A-1.1.- PROPIEDADES DE LIQUIDOS, FLAMABLES, GASES Y SOLIDOS VOLATILES
(CONT.)

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			INFERIOR	SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Cumeno hidroperoxido $C_6H_5C(CH_3)OOH$	175 Nota: Explota con un ligero calentamiento.									1	2	4
Cumol	Ver Cumeno.											
Cianogeno (CN) ₂	Gas		6.6	32		1.8	-6		Cortar flujo de gas.	4	4	3
Ciclobutano C_4H_8 (Tetrametileno)	Gas					1.9	55	No	Cortar flujo de gas.	1	4	0
Ciclohexano C_6H_{12} (Hexahidrobenceno) (Hexametileno)	-4	473	1.3	8	0.8	2.9	179	No	Agua puede ser inefectiva.	1	3	0
Ciclohexanol $C_6H_{11}OH$ (Anol) (Hexalin) (Hidralin)	154	572			1.0	3.5	322	Ligero	Usar espuma tipo "alcohol".	1	2	0
Cloruro de Etillo $C_2H_4Cl_2$ (Cloroetano) (Eter Muriatico)	-58	966	3.8	15.4	0.9	2.2	54	No	Agua puede ser inefectiva.	2	4	0
Cloroacetato de etilo $ClCH_2COOC_2H_5$	100				1.2		295	No	El agua puede ser usada como recubrimiento.		3	0
Clorocarbonato de Etillo $ClCOO C_2H_5$	Ver Cloroformato de Etilo.											
Cloroformato de Etilo $ClCOOC_2H_5$ (Clorocarbonato de Etilo)	61	932			1.1	3.7	201		Se descompone		3	1

TABLA A-1.1.- PROPIEDADES DE LIQUIDOS FLAMABLES, GASES Y SOLIDOS VOLATILES
(CONT.)

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			INFERIOR	SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Combustible No. 1 "Fuel oil No. 1" (Keroseno)	100	410	0.7	5	<1		304 -- 574	No		0	2	0
Nota: El punto de destello (Flash Point) se encuentra usualmente arriba de los 100°F.												
Combustible No. 2 "Fuel Oil" No. 2	100	494			<1			No		0	2	0
Combustible No. 4 "Fuel Oil" No. 4	130	505			<1			No		0	2	0
Combustible No. 5 "Fuel Oil" No. 5	130				<1			No		0	2	0
Combustible No. 6 "Fuel Oil" No. 6	150	765			1±			No		0	2	0
Cloruro de Metilo CH ₃ CL (Clorometano)	Gas	1170	10.7	17.4		1.8	-11	Ligero	Cortar flujo de gas.	2	0	4
Cera, Parafina	390	473			0.9		>700	No	Agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Decilbenceno C ₁₀ H ₂₂	225				0.9		491 -- 536	No	El agua o la espuma puede causar burbujeo.	2	1	0
Deuterio D ₂ (Hidrogeno pesado)	Gas		5	75					Cortar flujo de gas	0	4	0
Diesel No. 1-D	100							No		0	2	0
No. 2-D	125							No		0	2	0
No. 4-D	130							No		0	2	0

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			% POR INFERIOR	VOLUMEN EN AIRE SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Dietileno Glicol Diacetato (CH ₂ COOC ₂ H ₅) ₂ O	275 (c.a.)				1.1		482	Si	Usar espuma tipo "alcohol". El agua o la espuma puede causar burbujeo.	1	1	0
Disobutilaluminio Hidrido ((CH ₃) ₂ CHCH ₂) ₂ AlH	NOTA: Enciende espontaneamente en el aire.								No usar agua, espuma o agentes halogenados		3	3 -W-
Dimetilamina (CH ₃) ₂ NH	Gas	752	2.8	14.4		1.6	45	Si	Cortar flujo de gas	3	4	0
Dipentano C ₁₀ H ₁₆	113	458	0.7@ 302°F	5.1@ 302°F	0.9	4.7	178	No		0	2	0
Etano CH ₃ CH ₃	Gas	959	3.0	12.5		1.0	-128	No	Cortar flujo de gas	1	4	0
Eter	Ver. Eter Etílico											
Etilaluminio Sesquicloruro (C ₂ H ₅) ₂ AlCl ₃	NOTA: Enciende espontaneamente en el aire.								No usar agua, espuma o agentes halogenados		3	3 -W-
Etilamina C ₂ H ₅ NH ₂ 70% solución acuosa (Aminoetano)	<0	725	3.5	14.0	0.8	1.6	62	Si	Agua puede ser infectiva Usar espuma tipo "alcohol"	3	4	0
Etilamina C ₂ H ₅ NH (C ₂ H ₅)	185 (c.a.)				1.0	4.2	401	No		3	2	0
Etilbutilamina CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ - NHCH ₂ CH ₂	64 (c.a.)				0.7	3.5	232	No	Agua puede ser infectiva	3	3	0

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LÍMITES DE FLAMABILIDAD		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO				
			% POR INFERIOR	VOLUMEN EN AIRE SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD		
Etilbutilaldeido (C ₄ H ₁₀) ₂ CHCHO (Diethyl-Acetaldeido)	70 (c.a.)		1.2	7.7	0.8	3.5	242	No	Agua puede ser inefectiva. Usar espuma tipo "alcohol".	2	3	1		
Etil Ciclohexano C ₆ H ₁₁ CH ₂	95	504	0.9	6.6	0.8	3.9	269	No		1	3	0		
Etileno H ₂ C CH ₂	Gas	914	2.7	36.0		1.0	-155	Si	Cortar flujo de gas	1	4	2		
Etileno Glicol CH ₂ OHCH ₂ OH	232	752	3.2		1.1		387	Si	El agua o la espuma, puede causar burbujeo. Usar espuma tipo "alcohol".	1	1	0		
Eter Etilico C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅ (Eter) (Oxido Etilico)	-49	320	1.9	36.0	0.7	2.6	95	Ligero	Agua puede ser inefectiva. Usar espuma tipo "alcohol".	2	4	0		
Fluorobenceno C ₆ H ₅ F	5				1.03	3.31	185				3	0		
Gas Natural		900 -- 1170	3.8 -- 6.5	13 -- 17					Cortar flujo de gas.	1	4	0		
Gasoleo	150+	1.40	6.0	13.5	<1		599 -- 640	No		0	2	0		
Gasolina C ₇ H ₁₆ C ₈ H ₁₈ Octanos	-45		1.4	7.6	0.8	3-4	100 -- 400	No	Agua puede ser inefectiva	1	3	0		
56 - 60	-45	536	1.4	7.6	Nota: Los valores pueden variar considerablemente para los diferentes grados de gasolina.									
73			1.4	7.6										
92			1.5	7.6										
100	-36	853	1.4	7.4										
Gasolina (para aviación) 100 - 130	-50 (aprox.)	824	1.3	7.1						1	3	0		

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD % POR VOLUMEN EN AIRE		GRAVEDAD, ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			INFERIOR	SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Gasolina (para aviación) 115 - 145	-50 (aprox.)	880	1.2	7.1						1	3	0
Ginebra	Ver: Alcohol Etilico y Agua											
Glicerina $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$	320	698			1.3		554	Si	El agua o la espuma puede causar burbujeo. Usar espuma tipo "alcohol"	1	1	0
Glicol	Ver: Etileno Glicol											
Gasolina para "Jets" Jet-A y Jet-A-1	110 -- 150						400 -- 450			0	2	0
Gasolina para "Jets" Jet-B	-10 -- 30									1	3	0
Gasolina para "Jets" JP-4	-10 -- 30	464	1.3	8.0						1	3	0
Gasolina para "Jets" JP-5	95 -- 145	475 (aprox.)								0	2	0
Gasolina para "Jets" JP-6	100 (c.a.)	446	0.6	3.7	0.8	<1	250	No				
Heptano $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	25	419	1.05	6.7	0.7	3.5	209	No	Agua puede ser inefectiva	1	3	0
Hexaclorobutadieno $\text{CCL}_2\text{CCLCCLCCL}_2$		1130				8.99				2	1	1
Hexano $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	-7	437	1.1	7.5	0.7	3.0	156	No	Agua puede ser inefectiva	1	3	0
Hidrogeno H_2	Gas	752	4.0	75		0.1	-422	Ligero	Cortar flujo de gas	0	4	0
Isobutano $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$	Gas	860	1.8	8.4		2.0	11	No	Cortar flujo de gas	1	4	0

PRODUCTO QUIMICO	PUNTO DE DESTELLO (FLASH POINT) °F	TEMPERATURA DE IGNICION °F	LIMITES DE FLAMABILIDAD		GRAVEDAD ESPECIFICA AGUA = 1	DENSIDAD DE VAPOR AIRE = 1	PUNTO DE EBULLICION °F	SOLUBLE EN AGUA	METODO DE EXTINCION	IDENTIFICACION DE RIESGO		
			% POR INFERIOR	VOLUMEN EN AIRE SUPERIOR						SALUD	FLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
Keroseno	Ver Combustoleo No. 1 (Fuel Oil No. 1)											
Lanolina	460	833			<1			No	Agua o la espuma puede causar burbujeo.	0	1	0
Monóxido de carbono CO	Gas	1128	12.5	74		1.0	-314	Si	Cortar flujo de gas	2	4	0
Metano CH ₄	Gas	1004	5.0	15.0		0.6	-259	No	Cortar flujo de gas	1	4	0
Metanol	Ver Alcohol Metílico											
Metilamina CH ₃ NH ₂	Gas	806	4.9	20.7		1.1	21	Si	Cortar flujo de gas	3	4	0
Nicotina C ₁₀ H ₁₄ N ₂		471	0.7	4.0	1.0	5.6	475	Si	Agua o la espuma puede causar burbujeo. Usar espuma tipo "alcohol"	4	1	0
Nitrato de Etilo CH ₃ CH ₂ ONO ₂	50		4.0		1.1	3.1	190	No	Agua puede ser inefectiva excepto como recubrimiento	2	3	4
Nitroetano C ₂ H ₅ NO ₂	82	778	3.4		1.1	2.6	237	Ligero	Agua puede ser inefectiva excepto como recubrimiento. Usar espuma tipo "alcohol" explota calentandose	1	3	3
Nitroglicerina C ₃ H ₅ (NO ₂) ₃	Explota	518			1.6		502 Explota	No		2	2	4
Nitrometano CH ₃ NO ₂	95 Nota: Puede explotar bajo condiciones de temperatura y presión alta.	785	7.3		1.1	2.1	214	Ligero	Agua puede ser inefectiva Usar espuma tipo "alcohol".	1	3	4
Petroleo Crudo	20 -- 90				<1			No	Agua puede ser inefectiva	1	3	0
Propano CH ₃ CH ₂ CH ₃	Gas	842	2.2	9.5		1.6	-44	No	Cortar flujo de gas	1	4	0

ANEXOS

INTERPRETACION DE LAS DIFERENTES PROPIEDADES DE RIESGOS DE FUEGO DESCRITAS EN LA TABLA No. A-1.1.

PUNTO DE DESTELLO (FLASH-POINT).- Definido en el capítulo I, tema 1.1. el punto de destello (flash-point), está representado por pruebas de laboratorio realizadas en contenedores y/o recipientes, particularmente denominados como de "copa cerrada" (c.c) excepto donde aparezca el símbolo y/o siglas "c.a.", las cuales representan pruebas hechas en contenedores y/o recipientes denominados como de "copa abierta".

Normalmente, se utilizan aparatos del tipo copa cerrada (c.c.) para pruebas con rangos de temperatura ordinaria. Pero para ciertos materiales que tienen un punto de destello (flash-point) relativamente alto, se prefieren utilizar equipos con recipientes del tipo "copa abierta" (c.a.).

TEMPERATURA DE IGNICION.- Definida en el capítulo I, tema 1.1.

LIMITES DE FLAMABILIDAD.- Definidos en el capítulo I, tema 1.1.

GRAVEDAD ESPECIFICA.- Definida en el capítulo I, tema 1.1. Para sustancias que tienen una gravedad específica de 0.95 a 1.0, la información se da como 1.0-.

Para sustancias con una gravedad específica de 1.0 a 1.05, la información se da como 1.0+.

En los casos donde el porcentaje de composición de la sustancia en estudio varía, la información es dada como mayor que 1 (>1) y/o menor que 1 (<1).

DENSIDAD DE VAPOR.- Definida en el capítulo I, tema 1.1.

En la tabla (A-1.1), un valor menor a 1 (<1), indica un vapor más ligero que el aire y un valor mayor a 1, indica un vapor más pesado que el aire.

PUNTO DE EBULLICION.- Definida en el capítulo I, tema 1.1.

SOLUBILIDAD EN AGUA.- Información sobre el grado en el cual un líquido inflamable es soluble en agua. Es útil en determinar algún método de extinción y/o tipo de agente extintor.

El término "No", indica que menos de 10 gramos es soluble en 100 mililitros de agua.

El término "ligeró", indica que de 10 a 24 gramos es soluble en 100 mililitros de agua.

El término "si", indica que 25 gramos o más es soluble en 100 mililitros de agua.

MÉTODOS DE EXTINCIÓN.- La selección del método de extinción, debe ser hecha con precaución, ya que existen factores que hay que considerar para cada uno de este tipo de problemas.

Se recomienda ver el capítulo IV correspondiente a tipos y métodos de extinción.

a) EL AGUA PUEDE SER INEFECTIVA

Indica que el agua es inefectiva para materiales que tengan un punto de destello por debajo de los 100°F/37.8°C, por lo que entre más bajo sea su punto de destello, el agua será menos efectiva. El agua puede ser usada como medio refrigerante y/o protector de los materiales expuestos.

b) EL AGUA O LA ESPUMA PUEDE CAUSAR BURBUJEJO

Esto puede ocurrir cuando se aplica sobre líquidos inflamables con un punto de destello por arriba de los 212°F/100°C o el punto de ebullición del agua. Esta observación es sólo una precaución y no indica que el agua o la espuma debieran o podrían no ser usados en la extinción de tales líquidos.

c) NO USAR AGUA

Esto indica que las propiedades químicas de las sustancias inflamables, pueden tener una reacción más o menos violenta si el agua entra en contacto con el material.

d) DESCOMPOSICION CON EL AGUA

Esto se menciona cuando una reacción peligrosa puede ocurrir. El grado de riesgo varía dependiendo tanto de las condiciones ambientales, así como del grado de confinamiento, cantidad de agua y violencia de la reacción.

e) EXPLOTA CALENTANDOSE

Se tiene ésta advertencia, cuando una sustancia es expuesta al fuego o a otra fuente de calor y esto puede representar un riesgo severo.

f) EL AGUA PUEDE SER USADA COMO RECUBRIMIENTO

Esta leyenda indica que el agua puede ser usada para completar una extinción cuando el líquido inflamable tiene un punto de destello por arriba de los 100°F/37.8°C y una gravedad específica de 1.1 o mayor y que no sea soluble en agua. El agua debe ser aplicada de manera generosa a la superficie del líquido.

g) EL AGUA PUEDE SER INEFECTIVA EXCEPTO COMO RECUBRIMIENTO

Esta recomendación indica que si un líquido inflamable tiene un punto de destello por debajo de los 100°F/37.8°C, el agua puede ser inefectiva, excepto cuando es aplicada generosamente a la superficie a recubrir. Esta recomendación se aplica sólo a aquellos líquidos inflamables que no son solubles en agua y que además sean más pesados que ésta.

b) ESPUMA TIPO ALCOHOL

Es recomendada para todos aquellos líquidos inflamables solubles en agua, excepto para aquellos que son "ligeramente" solubles.

i) CORTAR FLUJO DE GAS

Usualmente éste es el mejor procedimiento a seguir ya que es peligroso extinguir la flama y permitir que el gas continúe fluyendo pues al mezclarse con el aire, forma una mezcla explosiva y puede haber una reignición causando un daño mayor que el fuego original, por lo que en muchos casos es preferible permitir que la flama continúe, manteniendo "fríos" los alrededores mediante la aplicación del agua en forma de rocío. Esto sirve para prevenir la ignición de otros materiales combustibles cercanos.

IDENTIFICACION DE RIESGOS

Este término involucra 3 categorías denominadas como: Riesgo para la salud, de Flamabilidad y Reactividad. A la vez se indica el grado de severidad en cada una de las categorías antes mencionadas, mediante 5 divisiones, de cuatro (4) a cero (0); donde cuatro (4) indica un riesgo mayor y cero (0) indica un riesgo no especial.

a) RIESGOS PARA LA SALUD

En general se refiere al tiempo de exposición que puede variar desde unos cuantos segundos hasta más de 1 hora. Esta información está basada sobre el equipo de protección normalmente utilizado por el departamento de bomberos.

- 4 - Este grado implica materiales demasiado peligrosos a la exposición, ya que pocas inhalaciones podrían causar la muerte pues el líquido o vapor podría ser fatal si llegaran a penetrar la ropa normal de protección de un bombero. La ropa y equipo de respiración disponible para el cuerpo de bomberos promedio, no proporciona una adecuada protección contra las inhalaciones y/o contacto con este tipo de materiales.
- 3 - Este grado representa materiales extremadamente peligrosos para la salud, aunque se puede penetrar a estas áreas, tomando extremas precauciones como son el uso de ropa especial protectora, aparatos de respiración, guantes y botas de hule, etc., con el fin de evitar en lo más mínimo la exposición de la piel con este tipo de materiales.
- 2 - Este grado involucra los materiales peligrosos para la salud, donde además se puede acceder libremente utilizando aparatos de respiración.
- 1 - Materiales ligeramente peligrosos a la salud.
- 0 - Materiales los cuales en exposiciones bajo condiciones de fuego no representan peligro para la salud, más allá de lo que implica comúnmente un material combustible.

b) RIESGO DE FLAMABILIDAD

Para asignar los grados de riesgo que se utilizan dentro de esta categoría, se hacen en base a la susceptibilidad que tienen ciertos materiales para incendiarse.

- 4 - Este grado se utiliza para gases muy inflamables o líquidos inflamables muy volátiles, por lo que si es posible deberá, de cortarse el flujo de gas así como mantener fríos los tanques contenedores expuestos mediante chorros de agua y de ser posible, retirarlos del lugar.
- 3 - Este grado involucra materiales que pueden incendiarse bajo casi todas las condiciones de temperaturas normales y el agua puede ser inefectiva cuando el punto de destello de los materiales es bajo.
- 2 - Este grado implica los materiales que deben ser calentados moderadamente antes de que la ignición ocurra. El agua en forma de neblina puede ser utilizada para extinguir el fuego ya que el material puede ser enfriado por debajo de su punto de destello.

- 1 - Este grado es para materiales que deben ser precalentados antes de que la ignición ocurra. El agua puede causar burbujeo si ésta logra penetrar bajo la superficie del líquido y que por lo caliente de éste, el agua se evaporaría produciéndose el burbujeo, provocando el derrame del líquido combustible de los contenedores, haciendo más difícil su control y extinción. Sin embargo el agua aplicada en forma de neblina sobre la superficie del líquido, producirá cierto burbujeo el cual ayudará a extinguir el incendio.
- 0 - Materiales no flamables.

c) RIESGO DE REACTIVIDAD

Para asignar el grado de reactividad en esta categoría, se hizo en base a la susceptibilidad de los materiales al desprendimiento de energía ya sea por sí mismos o en combinación con otros materiales. La exposición al fuego fue uno de los factores considerados junto con las condiciones de presión y choque.

- 4 - Grado que representa a los materiales los cuales son susceptibles a la detonación, por lo que es demasiado peligroso para los bomberos acercarse al fuego. Se recomienda evacuar el área.
- 3 - Este grado involucra materiales los cuales si son calentados y en condiciones de confinamiento son capaces de detonar.
- 2 - Este grado representa materiales que estarán sometidos a cambios químicos violentos a temperaturas y presiones elevadas. Mantener tanques y materiales "fríos". Se recomienda tener precaución.
- 1 - Grado que representa materiales normalmente estables, pero pueden llegar a ser inestables en combinación con otros materiales a presiones y temperaturas elevadas. Se recomienda tener precaución en el combate a cualquier fuego de este tipo.
- 0 - Materiales que son normalmente estables por lo que no representan riesgos de reactividad para el cuerpo de bomberos.

INFORMACION ESPECIAL

- W**- Este símbolo indica que un material puede tener una reacción riesgosa con el agua.
- 3** - Indica que éstos materiales pueden reaccionar en forma explosiva con el agua. Se requiere
- W** de protección especial contra explosión, si el agua es utilizada en cualquiera de sus diversas formas de aplicación.

AFENDICE

LEYES Y REGLAMENTOS PRINCIPALES RELACIONADOS CON LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS EN MEXICO.

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ARTICULO 123

Toda persona tiene derecho al trabajo
digno y socialmente útil.

Apartado A

Entre los obreros, jornaleros, empleados domésticos, artesanos y de manera general en todo contrato de trabajo:

Fracción XIV

Los empresarios serán responsables de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridos con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patrones deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrón contrate el trabajo por un intermediario.

Fracción XV

El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento y adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las maquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como organizar de tal manera este, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores y del producto de la concepción cuando se trate de mujeres embarazadas. las leyes contendrán al efecto, las sanciones procedentes en cada caso.

LEY FEDERAL DEL TRABAJO

(REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 123 CONSTITUCIONAL, APARTADO A)

ARTICULO 5

Establece que por ser de orden publico las disposiciones de esta ley, son irrenunciabiles sus derechos y no producirán efectos las estipulaciones que vayan en su contra, aunque sean expresas y por escrito.

ARTICULO 132

Son obligaciones de los patrones (entre otras):

- I .- Cumplir las disposiciones de las normas de trabajo aplicables a sus empresas o establecimientos.
- XV .- Proporcionar capacitación y adiestramiento a sus trabajadores en los términos del capítulo III bis de este título.
- XVI .- Instalar de acuerdo con los principios de seguridad e higiene las fabricas, talleres oficinas y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, para prevenir riesgos de trabajo y perjuicios al trabajador...
- XVII .- Cumplir las disposiciones de seguridad e higiene que fijen las leyes y los reglamentos, para prevenir los accidentes y enfermedades en los centros de trabajo en general en los lugares en que deban ejecutarse las labores...
- XVIII .- Fijar visiblemente y difundir en los lugares donde se preste el trabajo, las disposiciones conducentes de los reglamentos e instructivos de seguridad e higiene.
- XXIV .- Permitir la inspección y vigilancia que las autoridades del trabajo practiquen en su establecimiento, para cerciorarse del cumplimiento de las normas de trabajo y darles los informes que a ese efecto sean indispensables cuando lo soliciten.
- XXVIII .- Participar en la integración y funcionamiento de las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene que deban formarse en cada centro de trabajo, de acuerdo a lo establecido por esta ley.

ARTICULO 134

Son obligaciones de los trabajadores (entre otras) :

II .- Observar las medida preventivas e higiénicas que acuerden las autoridades competentes y las que indiquen los patrones para la seguridad y protección personal de los trabajadores.

VIII .- Prestar auxilio en cualquier tiempo en que se necesiten, cuando por siniestro o riesgo inminente, peligren las personas o los intereses del patrón o de sus compañeros de trabajo.

XII .- Comunicar al patrón o a su representante las deficiencias que adviertan, a fin de evitar daños o perjuicios a los intereses y vidas de sus compañeros de trabajo de los patrones.

REGLAMENTOS

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO E INSTRUCTIVOS

TITULO TERCERO DE LA PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

**CAPITULO I
DE LOS EDIFICIOS, AISLAMIENTOS Y SALIDAS
ARTICULOS 12, 13 Y 14**

**CAPITULO II
DE LOS EQUIPOS PARA COMBATIR INCENDIOS
(CARACTERISTICAS, LOCALIZACION Y UTILIZACION)
ARTICULOS 15 AL 29**

**CAPITULO III
DE LOS SIMULACROS Y DE LAS BRIGADAS, CUERPO DE BOMBEROS Y
CUADRILLAS CONTRA INCENDIO
ARTICULOS 30 AL 34.**

TITULO CUARTO DE LA OPERACION, MODIFICACION Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO INDUSTRIAL

**CAPITULO II
DE LA PROTECCION EN LA MAQUINARIA**

**ARTICULO 49
(ACERCA DE LAS PROTECCIONES DE PANTALLA PARA EVITAR ACUMULACION
DE POLVOS O FIBRILLAS CUYA ACUMULACION EXCESIVA EN LOS ELEMENTOS
DE TRANSMISION PUEDA CONSTITUIR PELIGRO DE INCENDIO O EXPLOSION)**

**ARTICULO 57
(ACERCA DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES ELECTRICAS
A PRUEBA DE EXPLOSION EN RELACION AL MANEJO O PRODUCCION DE GASES
O POLVOS EXPLOSIVOS E INFLAMABLES)**

**CAPITULO III
DEL EQUIPO E INSTALACIONES ELECTRICAS**

**ARTICULO 59
(EL EQUIPO CAPAZ DE PRODUCIR ELECTRICIDAD ESTATICA, SE CONECTARA
ELECTRICAMENTE A TIERRA)**

**TITULO QUINTO
DE LAS HERRAMIENTAS**

**CAPITULO I
DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES**

**ARTICULO 63
DEL USO DE HERRAMIENTAS ANTICHISPA
CUANDO SE TRABAJE CERCA DE MATERIAL INFLAMABLE O EXPLOSIVO**

**TITULO SEXTO
DEL MANEJO TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

**CAPITULO V
DEL SISTEMA DE TUBERIAS**

**ARTICULO 113
DEL SUJETAMIENTO A LAS CARACTERISTICAS DE SEGURIDAD QUE SEÑALEN
LOS INSTRUCTIVOS O NORMAS OFICIALES APLICABLES, CUANDO SE
CONDUZCAN LIQUIDOS INFLAMABLES O A ALTAS TEMPERATURAS.**

**TITULO SEPTIMO
DEL MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO
DE SUSTANCIAS INFLAMABLES, COMBUSTIBLES,
EXPLOSIVAS, CORROSIVAS, IRRITANTES O TOXICAS.**

**CAPITULO I
DE LAS SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES
(MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO)
ARTICULOS DEL 122 AL 125.**

**CAPITULO II
DE LAS SUSTANCIAS EXPLOSIVAS
(MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO)
ARTICULOS DEL 126 AL 129**

**El ARTICULO 126 hace referencia a que en materia de explosivos se estará a lo dispuesto por
la LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS y su REGLAMENTO.**

**TITULO DECIMOPRIMERO
DE LA ORGANIZACION E HIGIENE EN EL TRABAJO**

**CAPITULO VII
DE LOS INFORMES Y ESTADISTICAS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DE
TRABAJO**

**ARTICULO 223
ACERCA DE QUE LAS AUTORIDADES DEL TRABAJO LLEVARAN UNA
ESTADISTICA NACIONAL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DEL TRABAJO**

**INSTRUCTIVOS DEL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN
EL TRABAJO**

**INSTRUCTIVO No. 2 (TODO)
RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCION Y
PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.**

- 1.- Prevención y protección contra incendios.
- 2.- Aislamiento de las áreas locales o edificios, donde se manejen materias primas, productos o subproductos que implican alto riesgo de incendio.
- 3.- Características y especificaciones de las salidas normales y de emergencia.
- 4.- Equipo para la extinción de incendios

**INSTRUCTIVO No. 4
RELATIVO A LOS SISTEMAS DE PROTECCION Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD
EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LOS CENTROS DE TRABAJO**

**DISPOSICION VIII
DEL EQUIPO CONECTADO ELECTRICAMENTE A TIERRA.
OBSERVACIONES 55 A 58**

**INSTRUCTIVO No. 5 (TODO)
RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS DE
TRABAJO PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MANEJO DE
SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.**

- 1.- Disposiciones Generales.
- 2.- De los locales.
- 3.- Del Almacenamiento.
- 4.- Del Autotransporte.
- 5.- Del manejo.

**INSTRUCTIVO No. 8 (TODO)
RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA
PRODUCCION, EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MANEJO DE
EXPLOSIVOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO**

- 1.- Disposiciones Generales.
- 2.- De la Producción.
- 3.- Del Almacenamiento.
- 4.- Del Manejo.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

**TITULO CUARTO
LICENCIAS Y AUTORIZACIONES**

**CAPITULO I
LICENCIAS Y AUTORIZACIONES**

ARTICULO 56

ACERCA DE LOS PLANOS Y MEMORIAS DE CALCULO QUE DEBERAN ACOMPAÑAR A LA SOLICITUD DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION (CUANDO SE TRATE DE OBRA NUEVA), DONDE SE DESCRIBAN (ENTRE OTROS PUNTOS) LA RESISTENCIA DE LOS MATERIALES AL FUEGO, CIRCULACIONES Y SALIDAS DE EMERGENCIA Y EQUIPOS DE EXTINCION DE FUEGO.

**TITULO QUINTO
PROYECTO ARQUITECTONICO**

**CAPITULO IV
REQUERIMIENTOS DE COMUNICACION Y PREVENCION DE EMERGENCIAS**

ARTICULO 95

ACERCA DE LA DISTANCIA DESDE CUALQUIER PUNTO EN EL INTERIOR DE UNA EDIFICACION A UNA PUERTA, DEPENDIENDO DE SI SE CUENTA, O NO, CON UN SISTEMA DE EXTINCION DE FUEGO.

**SECCION SEGUNDA (TODA)
PREVISIONES CONTRA INCENDIO**

ARTICULOS 116 AL 137

**CAPITULO VI
INSTALACIONES**

**SECCION SEGUNDA
INSTALACIONES ELECTRICAS**

ARTICULO 166

ACERCA DE QUE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LAS EDIFICACIONES SE DEBERAN AJUSTAR A LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS POR EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y POR ESTE REGLAMENTO.

**SECCION TERCERA
INSTALACIONES DE COMBUSTIBLES**

ARTICULO 170

**TITULO SEPTIMO
CONSTRUCCION**

**CAPITULO II
SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS OBRAS**

ARTICULO 250
ACERCA DE QUE SE DEBERAN TOMAR LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA EVITAR LOS INCENDIOS Y COMBATIRLO MEDIANTE EL EQUIPO DE EXTINCION ADECUADO, DURANTE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCION DE CUALQUIER OBRA SEGUN CON LO INDICADO EN ESTE REGLAMENTO Y EN EL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

**CAPITULO VII
INSTALACIONES**

ARTICULO 271
LAS INSTALACIONES...CONTRA INCENDIO...QUE SE COLOQUEN EN LAS EDIFICACIONES SERAN LAS QUE INDIQUE EL PROYECTO; Y GARANTIZARAN LA EFICIENCIA DE LAS MISMAS, ASI COMO LA SEGURIDAD DE LA EDIFICACION, TRABAJADORES Y USUARIO, PARA LO CUAL DEBERAN CUMPLIR CON LO SEÑALADO EN ESTE CAPITULO Y CON DIVERSAS LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES, Y LOCALES, APLICABLES A CADA CASO.

ARTICULO 274
ACERCA DE LA UNION Y SELLADO HERMETICO DE LOS TRAMOS DE TUBERIAS DE LAS INSTALACIONES CONTRA INCENDIO (ENTRE OTRAS).

ARTICULO 275
ACERCA DE LAS PRUEBAS PARA SU AUTORIZACION DE LAS TUBERIAS PARA LAS INSTALACIONES A QUE SE REFIERE EL ARTICULO ANTERIOR.

NORMAS Y REGLAMENTO DE COMPAÑIAS ASEGURADORAS
(ver Capitulo V, tema 5.2)

BIBLIOGRAFIA

- 1.-FIRE PROTECTION HANDBOOK, FOURTEENTH EDITION, EDIT. GORDON P. MEKINNON, JANUARY-1976
- 2.-INSTRUCCIONES TECNICAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS, EDITORIAL ITSEMAP (INSTITUTO TECNOLOGICO DE SEGURIDAD MAPFRE), VOLUMEN I A V, NOVIEMBRE-1992.
- 3.-LA PREVENCION DE DAÑOS POR INCENDIO EN ARQUITECTURA, LUIS L. HERRERA ZOGBY, EDITORIAL LIMUSA, MEXICO-1981
- 4.-MANUAL DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIO, OCTAVIO BLANES, SEGUNDA EDICION, EDITORIAL EDICIONES CEAC, BARCELONA, ESPAÑA-MARZO-1986
- 5.-MANTENIMIENTO A INSTALACIONES BASICAS, SERIE AE (LIBRO ROJO), JESUS AVILA ESPINOZA, SEPTIMA EDICION, EDITORIAL SOMMAC, 9 DE SEPTIEMBRE-1993.
- 6.-LA SEGURIDAD INDUSTRIAL, SU ADMINISTRACION; GRIMALDI SIMONDS, SEGUNDA EDICION EN ESPAÑOL, TRADUCCION DE LA QUINTA VERSION EN INGLES, EDITORIAL ALFA-OMEGA, 1991.
- 7.-NATIONAL FIRE CODES, NATIONAL FIRE PROTECTION ASOCIACION, CODIGOS NUMERO : 13, 231, 10, 11, 231-A, 231-C, 70-C, 493.
- 8.-"MANUAL DEL RAMO DE INCENDIO, REGLAMENTOS Y TARIFA", ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS (A.M.I.S.), MEXICO-1989
- 9.-METODOS DE EVALUACION DE PERDIDAS, INSTITUTO TECNOLOGICO DE SEGURIDAD MAPFRE., ESPAÑA-1987

- 10.-CRITERIOS NORMATIVOS DE DISEÑO DE AREAS DE ALMACENAMIENTO, PETROLESOS MEXICANOS, JUNIO-1987.
- 11.-NORMAS DE SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA INCENDIO, PETROLEOS MEXICANOS, OCTUBRE-1986.
- 12.-NORMA C.F.E. / S.H.I., NUMERO : III-5.6.1, PROTECCION DE ALMACENES Y BODEGAS CONTRA EL RIESGO DE INCENDIO, 23 AGOSTO-1979.
- 13.-CURSO BASICO DE PREVENCION Y COMBATE DE INCENDIOS, GERENCIA ADMINISTRATIVA DE C.F.E., DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE, ENERO-1993.
- 14.-REVISTA "HIGIENE Y SEGURIDAD", VOLUMEN XXVIII NO.2, ASOCIACION MEXICANA DE HIGIENE Y SEGURIDAD A.C., MEXICO, FEBRERO-1988
- 15.-CATALOGO ELKHART FIRE FIGHTING EQUIPMENT.
- 16.-REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, EDITORIAL PORRUA S.A., MEXICO-1993
- 17.-REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO E INSTRUCTIVOS - I.M.S.S., MEXICO-1987
- 18.-LEY FEDERAL DEL TRABAJO, EDITORIAL PORRUA S.A., MEXICO-1993
- 19.-CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EDITORIAL PORRUA S.A., MEXICO-1993.