870115
8
2ej.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

"INCOMBUSTIBILIDAD DE INDUSTRIAS Y EDIFICIOS"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

SR. CESAR ANTONIO GONZALEZ SEVILLA

GUADALAJARA, JALISCO. JULIO 1989.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

I) INTRODUCCION ---------- 1
- Generalidades ---------- 1
- Disposiciónes legales ---------- 5
- El fuego ---------- 7
II) PROTECCION CONTRA EL FUEGO ---------- 13
- La prevención de incendios ---------- 13
- Disposiciónes legales ---------- 18
- Daño causado por los incendios en los materiales ---------- 25
- Conjuntos de columnas y trabes resistentes al fuego ---------- 31
A) ESTRUCTURAS DE ACERO ---------- 31
B) ESTRUCTURAS DE CONCRETO ---------- 36
- Compartimentación y pantallas contra fuego ---- 39
- Vías de escape,aberturas verticales y horizontales,respiraderos para el humo y el calor ---------- 42
- Principales causas de incendio ---------- 46
III) DETECTAR FUEGO Y ACTIVAR ALARMAS ---------- 50
IV) EXTINCION DEL FUEGO ---------- 64
- Disposiciónes legales ---------- 64
- Interrupción de la reacción química del fuego - 72
- Equipo para la lucha contra incendios --------- 77

V) SEÑALIZACION EN EDIFICIOS ---------- 93
- Disposiciónes legales ---------- 93
- Generalidades sobre la señalización ---------- 94

VI) ALMACENAJE Y MANEJO DE MATERIALES COMBUSTIBLES ----- 100
- Disposiciónes legales ---------- 100
- Almacenaje y manejo correcto de sólidos y líquidos combustibles ---------- 107

VII) APLICACION PRACTICA DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO EN LA INDUSTRIA ---------- 111

BIBLIOGRAFIA ---------- 129

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

Generalidades

No se puede dar una definición exacta del término"incombustibilidad" cuando se aplica a las construcciónes;todos los materiales resisten al fuego,dentro de ciertos límites,por lo que, en general,se adopta en lugar de aquél el término "resistente al fuego" para designar el mayor o menor grado en que un material o combinación de materiales resiste a su acción.

Dentro de los límites de temperaturas que pueden presentarse en una construcción,bien sea en condiciones normales o en caso de incendio,los materiales se clasifican,en general,en "combustibles" e "incombustibles".El término "incombustible" se aplica a los materiales de construcción que ni arden ni sufren combustión a temperaturas comprendidas entre 650 y 930 grados centígrados.

El problema de la seguridad contra los incendios es bastante arduo,tomando en cuenta las desagradables experiencias sufridas en la pérdida de vidas humanas y propiedades.En efecto, hay muchas causas de incendio,y no es económico utilizar materiales

que resistan las elevadas temperaturas,de modo que toda construcción representa un riesgo.Existen diversas disposiciónes legales que cubren un cierto número de casos,pero es aconsejable no limitarse exclusivamente a lo que éstas marcan,siendo preferible adoptar en cada proyecto disposiciónes racionales más bien que obligatorias.Por tanto es necesario insistir en que un incremento en el costo total de la obra debido a la protección contra incendios no debe ser un obstáculo y es algo que hay que tomar en cuenta desde que se hace el proyecto,en la elección de la forma general de los planos y de las estructuras,y no después de hecho el proyecto,cuando los servicios de seguridad imponen diversas disposiciónes.

Es de desear que la "ciencia" de la protección contra los incendios se establezca sobre bases numéricas,ya que los criterios puramente cualitativos han contribuído enormemente a la falta de acuerdo entre los técnicos.

Una de las primeras bases cuantitativas es la estadística de los incendios según las diferentes clases de construcciónes. A falta de datos precisos referentes a cada clase de edificios, se pueden hasta cierto punto evaluar los riesgos según sean los materiales contenidos en el edificio.

Por otra parte,la combustión no depende solamente de los materiales,sino también de la cantidad de aire:en un local de 40 metros cúbicos(que contiene 8.5 m3 de oxígeno,de los cuáles unos 2.5 m3 pueden intervenir en la combustión con llama),el

oxígeno que contiene no permite la combustión de más de 200 a - 250 gramos de madera.Este es un primer fenómeno importante.

Otro depende de que la combustión se produce con aumento - del volúmen de los gases;es decir,aumento de la presión si el local es cerrado:por esta causa se produce rápidamente una ruptura de cristales que facilita la entrada de aire fresco,lo que permite entonces que la combustión se desarrolle,fenómeno que - no habría podido producirse si el local estuviera cerrado y si por ejemplo,los gases de la combustión hubieran podido escaparse por un conducto.

El incendio puede extenderse por los diversos modos de transmisión del calor:radiación,conductibilidad y convección.El primer caso es el de la transmisión de un incendio entre edificios situados uno frente del otro,a los lados de una calle es - trecha.El segundo caso es el de la transmisión del incendio a-través de una pared cortafuegos por medio de una pieza metálica.

El tercer caso se combina muchas veces con los procesos de destilación(de los productos en combustión) y de difusión de - los gases combustibles que aquellos producen:es lo que se produce,por ejemplo,en la superficie de los tableros de fibras no - tratadas.

Una vez iniciado el incendio,hay otra característica de - los materiales que presenta gran importancia:es su "potencia calorífica";es decir,el número de calorías desprendidas en la combustión de un kilogramo de material.Se comprende que cuanto ma-

yor sea la cantidad de calor desprendida por un material,mayor será la importancia del incendio.Se puede medir el riesgo de incendio en un edificio por el concepto de "potencial calorífico" que corresponde a la cantidad de calor disponible por cada unidad de superficie del suelo(medida en Kcal/m2).

Si "P" es el peso de materiales de potencia calorífica "C", contenidos en una superficie "S",el potencial calorífico "Pc"es

$$Pc = \frac{P.C}{S}$$

Este potencial puede calcularse para el contenido del edificio(materias en depósito) o para todo el conjunto del mismo. Permite caracterizar cuantitativamente el riesgo presentado por ciertas clases de edificios.Pero no se deberá considerar como la característica del riesgo presentado por un edificio determinado,pues este riesgo no depende sólo del potenciál calorífico, sino también de las disposiciónes de protección contra el incendio.

Es común expresar la resistencia de todo un edificio con un período de tiempo,(media hora,2 horas,4 horas,etc.)dentro del cuál los materiales del edificio conjuntamente no sufren cambios considerables.Esta clasificación se ha hecho por períodos de tiempo reales de ensayo al fuego para agrupaciónes de materiales de construcción en elementos estructurales(tales como muros,columnas,pisos y trabes).

Disposiciones legales

El reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo marca los siguientes artículos relativos a la organización de la seguridad:

TITULO DECIMOPRIMERO

DE LA ORGANIZACION DE LA SEGURIDAD

E HIGIENE EN EL TRABAJO

Capítulo I . Disposiciones generales.

Artículo 188. La responsabilidad de la seguridad y la higiene en el trabajo corresponde tanto a las autoridades como a los trabajadores y patrones,en los términos que establecen las disposiciones legales.

Artículo 191. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social establecerá la coordinación necesaria con el Instituto Mexicano del Seguro Social para la elaboración de programas y el desarrollo de campañas tendientes a prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

Capítulo V . De la organización de los servicios de seguridad e higiene para la prevención de riesgos en los centros de trabajo.

Artículo 217. Las autoridades del trabajo,los patrones y los

trabajadores promoverán el desarrollo de servicios de seguridad e higiene en los centros de trabajo,atendiendo a los índices de frecuencia y gravedad de los riesgos realizados;a la naturaleza y características de la actividad que se efectúe y al número de trabajadores expuestos.Dichos servicios estarán bajo la supervisión de un ingeniero o un técnico especializado en estas disciplinas.Las autoridades del trabajo proporcionarán asesoría técnica para el establecimiento y funcionamiento de los servicios de seguridad e higiene,y éstos a su vez le informarán de las actividades que realicen en sus centros de trabajo.

INSTRUCTIVO No. 2 RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Disposiciones generales

I. PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

1. Los patrones deben disponer la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo,de conformidad con lo que establece el presente instructivo.

2. El patrón está obligado a informar a los trabajadores sobre el riesgo de incendio en los centros de trabajo,y las medidas específicas para prevenirlos.

3. El patrón debe proporcionar a sus trabajadores la capacitación y adiestramiento para los procesos,operaciónes y activida-

des que se realicen con materias primas,productos o subproduc - tos que impliquen un alto riesgo de incendio.

El Fuego

El fuego es un fenómeno natural que ha sido un servidor de el hombre y que lo ha ayudado a fundar muchos de sus conocimientos y de sus adelantos materiales,pero también ha sido en numerosas ocasiones factor de desastres cuantiosos y de muertes. El estudio del fuego es necesario para conocerlo y poder así prevenir los efectos dañinos que llega a causar;su producción y sus características dan lugar al establecimiento de los principios en que se basan su control y su extinción.

El fuego requiere de cuatro elementos para desarrollarse: (1)Un material combustible;(2)Oxígeno(usualmente aire);(3) Una cierta temperatura(calor);y finalmente(4)intervención con reacciónes radicales libres.Algunas técnicas para la extinción del fuego involucran una interferencia con estas reacciónes radicales libres con el uso de extinguidores a base de hidrocarbón halogenado o bien algunas mezclas químicas.

Otros métodos de extinción incluyen la manipulación del -- combustible,el oxígeno o la temperatura.Si alguno de estos elementos no se presenta en cierto grado o proporción,será imposible la presencia de fuego alguno.Y si existe el fuego y uno de estos elementos es suficientemente alterado,el fuego desaparece

rá.Los conceptos de fuego,combustión,calor,y algunos otros,de-- ben ser definidos para llegar a comprender en forma completa,cómo se tiene que llevar a cabo la prevención de los incendios y su combate.

COMBUSTION. Es un proceso de oxidación que comprende una o va-- rias reacciónes químicas en las que puede haber desprendimiento de calor y de luz,así como producción de flamas.No en todas las oxidaciónes hay desprendimiento de luz.

FUEGO. Es el efecto calorífico y luminoso de la combustión. De esta definición se establece que no habrá un fuego que no tenga como base una combustión.

CALOR. Es una forma de energía que puede mantener a los cuerpos en un estado vibratorio particular,o bien puede darles movimiento por energía propia y diferencia de energías con el medio.

Un cuerpo en estado vibratorio calorífico produce en el sistema nervioso de los seres vivos la sensación de estar caliente o de estar frío,dependiendo del nivel térmico o condición vibratoria que tenga.El calor tiene diversos efectos sobre los cuerpos materiales tales como la dilatación y cambios de estado.

DILATACION. Es el aumento de volúmen debido a un trabajo de separación de sus moléculas entre unas y otras.

CAMBIOS DE ESTADO. Los más conocidos son la fusión,la solidificación,la vaporización,la sublimación y la licuefacción.Se deben a un trabajo interno en el cuerpo realizado por la aplicación - de energía calorífica.Durante un cambio de estado no se regis--

tra modificación en la temperatura del cuerpo,porque el calor - se convierte en trabajo interno para realizar el cambio.

FLAMA. Es el elemento más simple de la combustión;en ella se -- pueden estudiar las principales características del fuego. El - brillo de la flama se debe a la presencia de partículas en estado incandescente que irradian ondas luminosas;el calor de la -- flama se debe a las sustancias combustibles que la produzcan.

Las partes de una flama son:

1.- Desde la base de la flama parte una zona azulosa que - se eleva por su periferia y la rodea desvaneciéndose - en su parte alta.

2.- Poco arriba de la base sobre la zona azulosa hay otra- zona oscura que forma la parte más interna de la flama. En esta zona oscura no hay combustión y es la más fría por falta de oxígeno.

3.- Una tercera envoltura o zona cubre a la anterior;en ella la combustión no es completa y hay partículas en - estado incandescente que le dan brillo intenso por la- luz que irradia.

4.- La envoltura exterior es azulosa y en ella en la parte superior de la flama el calor es el más intenso y la - combustión más completa.

La flama puede ser extinguida por el frío y puede ser controlada por medio de una malla,la cuál impide el paso del calor, así aunque pasen gases combustibles a través de ella no arden :

otra propiedad muy importante de la flama es que puede desplazarse dentro de una masa gaseosa combustible,ya sea que ésta vaya en un ducto o esté confinada en un local.Cuando sucede este fenómeno se dice que una fuente de combustible puede "jalar"una flama e incendiarse.

La velocidad con que se desplaza una flama dentro de una masa gaseosa depende de la clase de mezcla combustible que ésta tenga y del movimiento,laminar o turbulento que lleve,si es que corre dentro de un ducto.

Cuando una flama se inicia en la salida de un tubo,tiende a marchar hacia adentro de éste,pero es posible que permanezca en un solo lugar por la velocidad con que fluya el gas por la salida.Cuando la velocidad de salida es poca puede suceder que el ducto o el recipiente se "traguen" la flama,habiendo entonces el peligro de una explosión dentro de éstos.

EXPLOSION. Es una combustión que se verifica a gran velocidad produciendo alta temperatura y volúmen considerable de gases, por lo cuál se crean presiones y contrapresiones que originan ondas de choque que se desplazan rápidamente con mucha energía.

SUSTANCIAS INFLAMABLES. Se llama así a los líquidos que a temperatura ambiente producen vapores que mezclados con el aire pueden arder como cuando se encuentran dentro de ciertas concentraciónes.Se ha limitado el calificativo de inflamables para aquellos que tienen temperatura de ignición en copa cerrada abajo de 94 grados centígrados.No obstante ese criterio limitante,pue

de decirse que todo material puede ser inflamable dependiendo de las condiciones en que se encuentre,ya que el calor puede producir vaporización y el vapor a su vez puede llegar a una temperatura a la cuál reacciona con el oxígeno del aire.Los términos inflamable y flamable son equivalentes.

TEMPERATURA DE IGNICION. Es aquella a la cuál la producción de vapores por un combustible es continua y pueden arder en el aire en forma permanente sosteniendo o aumentando esa temperatura por efecto de la misma combustión.

TRANSMISION DEL FUEGO. Siendo el calor uno de los factores dinámicos del fuego,la transmisión de éste está ligada a la del calor;así,sucede que el fuego se transmite por medio del calor -- cuando éste se mueve a través de los materiales de un lugar a otro.

El fuego también se transmite,por el contacto de una flama con un material que pueda vaporizarse y formar mezcla combustible.El fuego se transmite viajando a través de una masa gaseosa ya sea que esté confinada o dentro de un ducto.También se transmite el fuego cuando una flama de alta temperatura radía calor y éste es recibido por un cuerpo que aumenta su temperatura y - entra en combustión.En relación a los casos anteriores,se puede establecer que si la pared de un muro se calienta mucho por un incendio,al transmitirse el calor a su otra cara,es capaz de hacer arder objetos que estén junto a ella,que cuando el aire caliente toca diversos objetos eleva su temperatura y puede hacer

que entren en combustión y también que cuando se irradia calor a alta temperatura,es posible hacer que se enciendan materiales que estén en las proximidades de la fuente de calor.

Dentro de los recintos o edificios,en la transmisión del fuego pueden hacerse las siguientes observaciónes:

- tiende a subir,corre verticalmente por tiros,ductos,cubos de escaleras y cuartos comunicados;
- se desplaza horizontalmente,corre por ductos y locales de un mismo nivel;
- sobre las fachadas pueden moverse de unas ventanas a otras,entrando a los locales;
- el humo y gases,al salir al aire se inflaman súbitamente; el aire caliente o escaso de oxígeno es asfixiante.Los humos,por lo general,son tóxicos.

CLASES DE FUEGOS. Existen cuatro clases de fuegos:

CLASE A.- Fuego en materiales sólidos,tales como madera,papel,telas,ropa,basura,estopas,aserrín,etc.

CLASE B.- Fuego en líquidos como gasolina,aceites,solventes,pinturas y barnices y en las grasas.

CLASE C.- Fuego sobre equipo eléctrico con corriente.

CLASE D.- Fuego en materiales pulverizados.

C A P I T U L O I I

PROTECCION CONTRA EL FUEGO

PROTECCION CONTRA EL FUEGO

La prevención de incendios

La prevención de incendios no debiera ser considerada como sinónimo de protección contra incendios,sino como un término -- que indica las medidas que están dirigidas,específicamente,a -- prevenir el comienzo de los incendios.

Se entiende,generalmente,que la protección contra incendio incluye los procedimientos de prevención de incendios.Ambos términos está orientados hacia la protección de las vidas humanas, de la propiedad y hacia la continuidad de las operaciónes.

Un programa efectivo para controlar pérdidas por incendios debe incluir estos objetivos:

1.- Prevenir pérdidas de vidas y lesiones personales.

2.- Proteger la propiedad.

3.- Lograr operaciónes sin interrupciones.

4.- Prevenir el comienzo de un incendio.

La prevención,por medio de la dotación de aparatos y líneas de agua,además de un proyecto acorde con los reglamentos de seguridad,debe incluirse en la construcción de todo edificio,planta-

industrial,obra urbana,casa,escuela,centro de reunión,estaciones y áreas públicas.

El personal que labore o las personas que habiten en una localidad,debe ser informado por medio de señales,indicaciónes escritas o ilustraciónes acerca de lo que se debe hacer en caso de siniestro,a fín de evitar desastres mayores cuando llegue a ocurrir un incendio.Es necesario fomentar la idea de prevención en todos,para lo cuál se puede hacer publicidad por medio de folletines,ilustraciónes,pláticas y también con películas.Esto es recomendable no solo para personal de fábricas,sino para las familias que viven en condominios o unidades habitacionales,en los que se tiene el problema de desalojar mucha gente con rapidez en casos de emergencia.

La ingeniería de protección contra incendios es una ciencia altamente desarrollada y especialmente estructurada,que se basa en técnicas especiales.La solución de muchos problemas de protección contra incendios necesita una combinación especial de adiestramiento,más el aporte de un ingeniero experimentado en la protección contra incendios.

Si una organización no cuenta con tál especialista,el encargado de seguridad,a falta de conocimientos de toda tecnología,debiera estar familiarizado con las fuentes de información disponibles.

Se puede conseguir literatura sobre protección contra incendios procedente de la "Asociación Mexicana de Higiene y Seg

ridad",de la "National Fire Protection Association" (N.F.P.A.), de las compañías de seguros,etc.

El profesional de seguridad que deba afrontar problemas especiales de incendios puede lograr asesoramiento específico consultando a estas asociaciones,a la compañía aseguradora de su empresa,a una junta local de inspección de incendios,al servicio de bomberos,a las dependencias de gobierno que están en su jurisdicción o asesores de protección contra incendios.Mediante un pago puede además conseguir asesoramiento experto de especialistas en protección contra incendios.

Para tener la certeza de que los equipos de prevención de incendios son atendidos debidamente,es necesario lograr la cooperación de todo el personal y establecer un vínculo de comunicación entre los departamentos de producción,ingeniería y compras.Estos departamentos pueden considerar aspectos de prevención y combate de incendios en todos los nuevos diseños,métodos y fabricación.Además de las inspecciónes que realizan las compañías de seguro y las dependencias oficiales de prevención de incendios,toda planta industrial debiera incluir inspecciónes propias en su programa de seguridad.Cualquiera que sea el tamaño de la planta,los peligros de incendios deben ser descubiertos y eliminados por medio de inspecciónes frecuentes.

Prácticas para incendios y emergencias.

Prescindiendo del método que se emplee para alertar a los trabajadores,éstos deben conocer perfectamente el significado de las señales y actuar en la forma más segura posible.Las prácticas de incendios y emergencias son muy útiles para adiestrar a los trabajadores sobre la forma de abandonar sus lugares de trabajo y evacuar un edificio con rapidez y ordenadamente. Las prácticas de evacuación deben ser planteadas cuidadosamente y ejecutadas con seriedad y disciplina estricta.

Periódicamente deben distribuirse entre los trabajadores hojas que contengan instrucciónes y debe formarse un equipo de supervisores que se encarguen de dirigir estas prácticas.

Las prácticas deben servir para que los trabajadores y supervisores recuerden cuán importantes son las reglas de seguridad,como el no fumar en lugares restringidos y otras destinadas a evitar incendios.Las prácticas de evacuación sirven también para controlar la adecuación y condición de las salidas y de los sistemas de alarma.Cualquier deficiencia debe ser eliminada y corregida inmediata y permanentemente.Deben trazarse planos cuidadosos para eliminar la posibilidad de pánico en caso de emergencia,cualquiera que sea la causa y para garantizar un buen funcionamiento de los planes de emergencia.

Brigadas contra incendios.

Para evitar pérdidas causadas por incendios,la gerencia no puede confiar en su totalidad, en los equipos automáticos de -- protección contra incendios y en los cuerpos de bomberos.

Incendios que se han presentado en edificios completamente equipados con rociadores han causado pérdidas inmensas y han -- llegado a salirse del control antes de que los bomberos del lugar hayan tenido tiempo de llegar hasta el sitio del siniestro. Es esencial tener una brigada contra incendios bien entrenada,a fín de combatir los incendios tan pronto como se presentan.

Para tener una brigada contra incendios eficiente,la gerencia debe considerarla como su primera línea de defensa contra - un incendio.

Cuando se trazan planes para crear una brigada contra incendios es aconsejable consultar con el servicio de bomberos de la localidad.Los planes deben contemplar aspectos táles como la -- clase de peligros existentes y con qué ayuda puede contarse.Es común invitar a los bomberos a que inspeccionen las instalaciónes de la planta,los equipos que se tienen para combatir incendios,los materiales peligrosos que se están empleando y su ubicación,como también el agua disponible.

Disposiciónes legales

TITULO TERCERO

DE LA PREVENCION Y PROTECCION

CONTRA INCENDIOS

Capítulo I. De los edificios,aislamientos y salidas.

Artículo 12. En los centros de trabajo en los que los procesos, operaciónes y actividades que en ellos se realicen,impliquen un alto riesgo pará sus trabajadores,como consecuencia de las materias primas,productos o subproductos que se manejen,aquellas se efectuarán en áreas,locales o edificios aislados,según se indique en el instructivo correspondiente.

Artículo 13. Las salidas normales y de emergencia,pasadizos,corredores,rampas,puertas y escaleras de emergencia deberán permitir el desalojo rápido del local de trabajo en caso de incendio y tener las características y especificaciónes que determinen - los instructivos y las normas correspondientes.

Artículo 14. Las rampas,escaleras y salidas de emergencia deberán estar ubicadas y señaladas de tál manera que sean fácilmente localizables y no tener obstrucciónes.

Capítulo III. De los simulacros y de las brigadas,cuerpo de bomberos y cuadrillas contra incendio.

Artículo 30. En los centros de trabajo a que se refiere el artículo 12 se deberán efectuar cada seis meses,por lo menos,prácticas de salida de emergencia.Al efecto se deberán establecer programas de simulacros en los que participará todo el personal y se le adiestrará en el uso de extinguidores.

Artículo 31. En caso de incendio,todo el personal que se encuentre en el centro de trabajo,estará obligado a prestar sus servicios de auxilio por el tiempo que sea necesario.

Artículo 32. Para prevenir y combatir incendios,en los centros de trabajo a que se refiere el artículo 12,se deberán organizar brigadas,cuerpo de bomberos o cuadrillas contra incendio,en función del número de trabajadores y de la distancia al departamento de bomberos de la localidad.

Artículo 33. El personal de las brigadas,cuerpo de bomberos o cuadrillas contra incendio a que se refiere el artículo anterior deberá ser física y mentalmente apto.El encargado de seguridad o el responsable designado por el patrón,deberá seleccionar de ese personal,a los integrantes voluntarios,así como al jefe y oficiales de los grupos.Las cuadrillas deberán estar integradas en función del número de trabajadores de cada turno.

Artículo 34. Los miembros de las brigadas,cuerpo de bomberos o cuadrillas,deberán estar siempre preparados para atender cualquier aviso de alarma en caso de incendio.Deberán participar en los simulacros,de acuerdo con programas previamente establecidos y se deberán asesorar por el cuerpo de bomberos de la loca-

lidad,si éste existe.

INSTRUCTIVO No. 2 RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

II. AISLAMIENTO DE LAS AREAS,LOCALES O EDIFICIOS DONDE SE MANEJEN MATERIAS PRIMAS,PRODUCTOS O SUBPRODUCTOS QUE IMPLICAN ALTO RIESGO DE INCENDIO.

Procesos,operaciónes y actividades;y materias primas,productos o subproductos que implican alto riesgo de incendio para los trabajadores.

4. Los procesos,operaciónes y actividades que implican alto riesgo de incendio para los trabajadores,son aquellos en los que se fabriquen,almacenen o manejen cualquier materia prima,producto o subproducto comprendidos en la clasificación siguiente:

a-)Líquidos o gases con punto de inflamación igual o menor a 37.8 grados centígrados (método de copa cerrada).

b-)Sólidos altamente combustibles(pueden arder sin precalentamiento).

c-)Pirofóricos(los que en contacto con el aire o la humedad del mismo reaccionan violentamente con desprendimiento de grandes cantidades de luz y calor como son:fósforo blanco,rubidio,cesio,litio,etc.).

d-)Explosivos.

5. Las materias primas,productos o subproductos que aceleren la velocidad de reacción química que generen calor,o aquellas otras que al combinarse impliquen riesgo de incendio o de explosión,- se consideran también de alto riesgo.
6. Las materias primas,productos o subproductos que impliquen - alto riesgo de incendio,deben mantenerse identificadas con letreros y señalados con avisos de seguridad,de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-S-15 ó su correspondiente en vigor.

Condiciones de aislamiento de las áreas,locales o edificios con alto riesgo de incendio.
7. Las áreas,locales o edificios en donde se fabrique,almacene- o maneje cualquier materia prima,producto o subproducto que implique alto riesgo de incendio,deben estar aislados,de conformidad con lo dispuesto en este instructivo.
8. El aislamiento de las áreas,locales o edificios,señalados en el punto anterior,debe hacerse separando éstos por distancia o por pisos,muros o techos resistentes al fuego.Uno u otro tipo - de separación,debe seleccionarse y determinar sus dimensiones - tomando en cuenta los procesos o actividades y las materias primas,los productos o subproductos,que se fabriquen,almacenen o - manejen.
9. Las áreas,locales o edificios destinados a la fabricación,almacenamiento o manejo de materias primas,productos o subproductos que impliquen alto riesgo de incendio,deben cumplir con lo

siguiente:

a-)Ser de materiales resistentes al fuego.

b-)Con la ventilación que técnicamente se requiera para evitar el riesgo de explosión.

c-)Aislados de cualquier fuente de calor,que técnicamente evite el riesgo de incendio o explosión.

d-)Con instalación y equipos eléctricos de conformidad con lo que establece la Norma Técnica de Instalaciónes Eléctricas.

e-)Los equipos capaces de generar electricidad estática,deben estar eléctricamente conectados a tierra.

f-)En la entrada y en el interior de los locales,colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos;así como con advertencias de "NO FUMAR",ni emplear ningún tipo de elementos inflamables,de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-S-15 ó correspondiente en vigor.

III. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS SALIDAS NORMALES Y DE EMERGENCIA,PASADIZOS,CORREDORES,RAMPAS,PUERTAS Y ESCALERAS DE EMERGENCIA.

Características y especificaciónes de las salidas normales y de emergencia.

19. En los centros de trabajo,todas las áreas,locales o edificios,deben tener salidas normales y de emergencia para permitir

el desalojo rápido de los trabajadores,de conformidad don lo -- que se establece en éste Instructivo.

20. Las áreas,locales y edificios deben tener salidas de emer-- gencia,en el caso de que el tiempo para desalojar a los trabajadores,por las salidas normales sea superior a tres minutos,o -- cuando sólo exista una salida.

21. Las salidas normales y de emergencia de las áreas de peligro de los locales y edificios,estarán dispuestas de tál forma,que- para ir del sitio de trabajo a la salida más próxima,la distancia a cubrir no debe exceder de:

a-)Quince metros en donde exista alto riesgo,y

b-)Treinta metros en los demás casos.

22. Las salidas de emergencia deben dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio.

23. Los elevadores no deben ser considerados salidas de emergencia,y en ellos se debe colocar un aviso que indique:

"No se use en caso de incendio".

24. La dimensión de las salidas normales y de emergencia,en su caso,debe ser tál que permita desalojar a los trabajadores en - un tiempo máximo de tres minutos.

25. Las salidas normales y las de emergencia deben estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.

26. Las salidas de emergencia deben identificarse mediante le - treros y señales visibles que indiquen la dirección y ubicación de las mismas.Los letreros y señales deben ser visibles en for-

ma permanente aún en caso de fallas de energía eléctrica.

Características y especificaciónes de pasadizos,corredores,rampas,puertas y escaleras de emergencia.

27. Los pasadizos,corredores,rampas,puertas y escaleras de emergencia,deben considerarse parte o elementos de las salidas de emergencia.

28. Los pasadizos,corredores,rampas,puertas y escaleras de emergencia deben:

a-)Ser resistentes al fuego.

b-)Estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.

c-)Dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio.

d-)Identificarse con letreros y señales visibles que indiquen la dirección y ubicación de los mismos.

e-)Tener iluminación permanente,aún en caso de fallas de energía eléctrica.

f-)Tener las dimensiónes que permitan cumplir con lo dispuesto en el punto 24 de este instructivo.

29. Las puertas de las salidas de emergencia deben:

a-)Abrir en el sentido de la salida hacia afuera.

b-)Poder abrirse fácilmente por cualquier trabajador,para lo cuál deben estar libres de picaportes echados durante labores.

c-)Comunicar a un descanso,en el caso de dar acceso a una

escalera.

Daño causado por los incendios en los materiales.

Los estudios de carácter analítico,así como las observaciones sobre los incendios,permiten darse cuenta de la necesidad de estudiar los materiales hasta temperaturas de 900 a 1 300 gr. centígrados.Estos valores sobrepasan (incluso el menor,que corresponde a un pequeño incendio) la temperatura de fusión de muchos materiales,como indica la siguiente tabla:

MATERIALES	TEMP. DE FUSION (°C)	MATERIALES	TEMP. DE FUSION
Cal	2 570	Ladrillos	1 200-1 400
Alúmina	2 050	Fundición	1 150-1 200
Porcelana	1 500-1 600	Cobre	1 080
Níquel	1 450	Latón	900
Cuarzo	1 450	Bronce	900
Sílice	1 420	Vidrio	800
Hierro	1 350-1 450	Aluminio	660
Acero	1 300-1 400	Zinc	420
Escorias de		Plomo	325
Altos Hornos	1 300-1 400	Caucho	125

Incluso los materiales tales como el acero,que no se funden más que hacia los 1 400°C,pierden su resistencia mecánica a partir de 400-600 °C,sin que se presente todavía la fusión.Se ve pues que, aún empleando materiales incombustibles,la acción del

calor puede llevar a muchos materiales a un estado plástico y, por consiguiente, la ruptura de las estructuras y todavía con mayor motivo porque en el transcurso del incendio se producen esfuerzos anormales, a causa de la presión de los gases y sobre todo a la dilatación de los materiales. Finalmente, cada categoría de productos tiene propiedades particulares. A continuación se examinan algunos de los materiales más empleados en las construcciónes.

METALES.- Es verdad que el acero, aunque tenga una temperatura de fusión bastante elevada, resiste mal a los incendios, -- pues desde los 400 °C pierde rápidamente su resistencia mecánica. En la figura 1 se muestra la influencia de la temperatura - en la resistencia mecánica del acero.

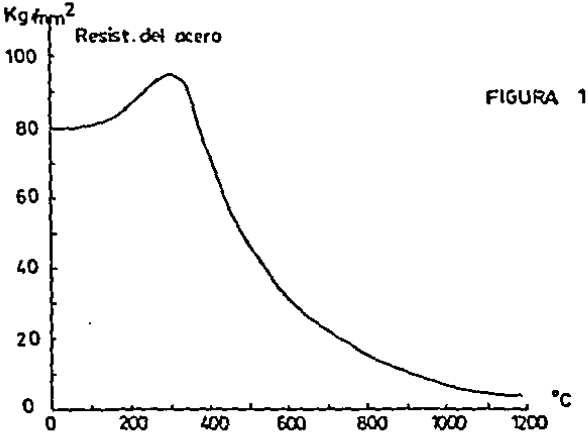


FIGURA 1.

Es éste un fenómeno general entre los metales,más o menos acusado para cada uno de ellos,como lo muestra la figura 2,queda,para algunos de los metales más empleados,la resistencia enfunción de la temperatura,respecto a la resistencia a 20°C.

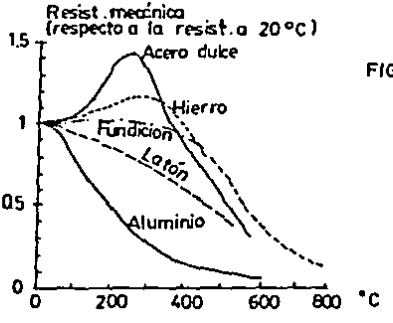


FIGURA 2

Notamos en esta figura 2 que el descenso de la resistencia es muy importante para el aluminio,lo que es un grave inconveniente para la utilización de este material en elementos sustentantes.

La fundición o fierro fundido se comporta mejor que el acero,pero presenta un grave peligro de ruptura al ser alcanzado por el agua de las mangas(por enfriamiento brusco),peligro que no existe prácticamente para el acero.El Zinc presenta además la propiedad grave de arder a partir de una temperatura del órden de los 300°C y puede así contribuír a la propagación del incendio.

VIDRIO.- El vidrio se rompe muchas veces al principiar el incendio y esto es el preludio general al desarrollo del siniestro,por el acceso de aire que permite esta ruptura.No hay que perder de vista que esa ruptura no tiene lugar,en general,por fusión (el material no se deforma ostensiblemente más que a partir de los 650 °C),sino por acción de la presión.Cuando,al contrario,se emplea vidrio armado,su resistencia es apreciable.

LADRILLO,PIEDRA,CONCRETO.- Los ladrillos resisten bien al incendio y casi no es de temer la acción de las altas temperaturas (excepto en caso de un incendio de importancia extraordinaria) sobre el propio material;pero no ocurre exactamente igual con las paredes de ladrillo,que pueden llevar entramados de madera o metálicos para darles rigidez,y que soportan mucho peor el incendio,o que por su dilatación ejercen esfuerzos que exceden a las condiciónes de estabilidad del muro.También puede haber deformación del muro si una de sus caras se calienta mucho más que la otra y se dilata,lo que produce fisuraciónes y disminuye francamente la resistencia del mismo.

Las piedras ofrecen en general una buena resistencia al fuego,aunque después del incendio,con los desconchados,y para ciertos materiales,con las modificaciónes químicas que experimentan, no queden en bastante buen estado para ser siempre recuperables; es lo que ocurre con el cuarzo,el sílex y el granito,que se expanden a diversas temperaturas.

Los concretos (no armados) se comportan en distinta forma según la naturaleza de los áridos:el concreto de pómez y el de escorias tiene mejor resistencia al fuego que el concreto de - grava,pues en este último caso el sílice se expande por acción del calor y disgrega el concreto.

También hay una acción sobre el cemento,que tampoco es despreciable,pues por deshidratación se produce una reducción de - la resistencia del material.En la figura 3 se muestra la influencia de la temperatura en la resistencia mecánica de dos tipos - de concretos relacionada con la resistencia a 20°C.

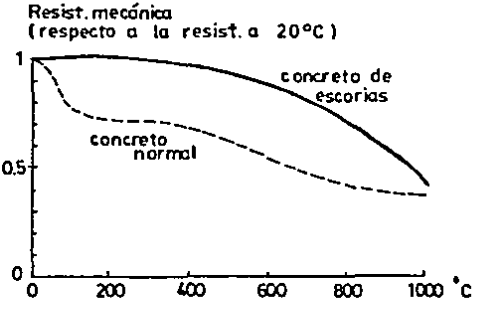


FIGURA 3.

Por otra parte,con cemento aluminoso(o cemento fundido) se pueden fabricar concretos refractarios.

CONCRETO ARMADO Y PRETENSADO.- El concreto armado ofrece - buena resistencia al fuego,si el armado se encuentra suficiente

mente alejado de la superficie,con lo cuál está térmicamente armado de protección.Claro que no se trata de una resistencia permanente,sino tan sólo al principio de los incendios.En general, se pueden tomar para gruesos de recubrimientos los valores siguientes: 3cm para los elementos sustentantes principales.Es evidente,además,que la composición del concreto tiene mucha importancia,y si se trata de un concreto ligero (más aislante) evidentemente el armado estará más protegido.Pero para el concreto armado normal,se obtienen buenos resultados con los valores citados.Para el concreto pretensado,se puede decir que el comportamiento es totalmente análogo,a condición de tener un recubrimiento suficiente.

MADERAS.- Todas las maderas arden a temperaturas de 270 - 300 °C y aunque haya diferencias según la clase de madera,lo más importante son las dimensiónes de la pieza.Según el grueso de las piezas,la madera puede clasificarse entre los materiales medianamente inflamables o los materiales fácilmente inflamables.Las armaduras de madera,por ejemplo,no son en conjunto,inferiores a las armaduras de acero,pero las tejas de madera(que en cierto momento estuvieron en auge en los Estados Unidos)ofrecen grave peligro,tanto más,puesto que las cubiertas están mejor alimentadas en oxígeno que el interior de los locales.

YESO.- Este material puede soportar las altas temperaturas de un incendio,pero la dilatación y la deshidratación pueden producir que se desprenda de su soporte;es por esto que no pue-

de contarse con él para mejorar la resistencia al fuego de un elemento estructural más que en el caso de estar aplicado a una armadura (metal desplegado) fijada al elemento que se protege - con el revoque.

Conjuntos de columnas y trabes resistentes al fuego.

Cuando los materiales se reúnen en obras estructurales para formar un elemento del edificio,el grado de resistencia al - fuego del conjunto depende de la acción relativa de los materiales que le componen.Dilataciónes desiguales producirán alabeos y flexiónes en el elemento,o unidad y producen esfuerzos en el mismo o en piezas adyacentes de la estructura.A continuación se presentan algunos métodos para aislar del fuego,dentro de lo posible,los elementos estructurales como columnas y trabes:

A-) ESTRUCTURAS DE ACERO

Como las columnas y las trabes forman el esqueleto de la estructura,es de vital importancia que su construcción sea tál que si arde todo el contenido del edificio,no se produzca un colapso en la estructura.El hierro y el acero deben protegerse de manera que la temperatura del núcleo estructural se mantenga dentro de los límites de seguridad.

El coeficiente promedio de dilatación para el acero estructural entre temperaturas de 100 a 1 200°F está dado por la fórmula

$$c=(6.1+0.0019t)\times 10^{-6}$$

en donde c= coeficiente de dilatación por °F
t= temperatura,°F

En base a pruebas se ha determinado que es necesario conservar la temperatura del acero por debajo de 290°C.Para lograr esto,se emplean diversos tipos de recubrimientos en las columnas y el espesor varía según el tipo de material y el tipo de protección que se quiera dar.En el caso de las trabes de la estructura,éstas tienen la misma importancia,por lo menos,que las columnas.

Como estas piezas están generalmente en posición horizontál,el fuego las afecta mucho y están más expuestas a la ruptura por dilatación que produce grietas.Si una trabe no estuviera bien protegida,su dilatación podría producir rupturas en las columnas que soportara o en las que se apoyara.

La protección contra el fuego de las trabes se considera en conjunto con la de las columnas.La estrecha relación entre estos conjuntos es de importancia capital para proteger cada una de sus partes.A menos que la protección de las columnas sea continua y unida a la protección de vigas y pisos incombustibles pueden fallar alguna o todas estas piezas bajo la acción de un incendio.Esto es particularmente cierto en las uniones de colum

nas y trabes,donde puede resultar ineficaz la protección por falta de seguridad.

En la siguiente tabla se muestra,según la protección empleada,el grado de resistencia medido en horas de columnas y trabes de acero estructural:

DESCRIPCION DE LA PROTECCION	GRADO DE RESISTENCIA AL FUEGO (HRS.)
Sin protección	0.25
Una capa de mortero de yeso o cemento sobre metal desplegado	1.00
2 capas de mortero de cemento o yeso sobre metal desplegado con un espacio de aire de 19 mm	2.00
5 cm.de concreto con agreg.silíceo	2.00
5 cm.de concreto con agreg.de basalto y cenizas	4.00
5 cm.de concreto con agreg.de caliza	6.00
10 cm.de losas huecas,con paredes y almas de 2.5cm.,tirantes metalicos exteriores y 6.3 cm.de material macizo	4.00

La figura 4 muestra la protección con tela metalica y yeso.

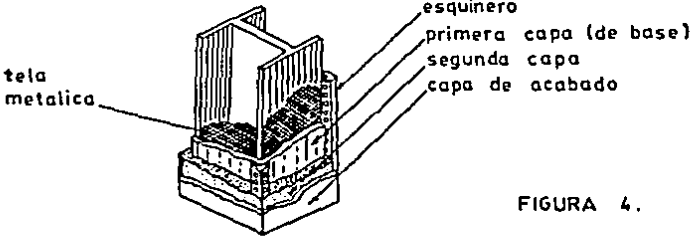


FIGURA 4.

Protección con losas estructurales de arcilla.- Este material se adapta perfectamente a esta aplicación por su poco peso, resistencia y facilidad de manejo.Se debe emplear el tamaño y - forma que cumpla con las especificaciónes y a la vez con la forma de la columna o trabe.

Las columnas y trabes deben estar protegidas en toda su altura o su longitud.La protección de columna debe arrancar desde la misma construcción del piso y no desde el relleno superior o entarimado.Hay que afirmar los bloques o losas de protección -- con alambre y con un espaciamiento no mayor a 15 cm,o bien con grapas a manera de fleje de hierro.En la figura 5 se muestra un ejemplo de la protección de una columna por este método.

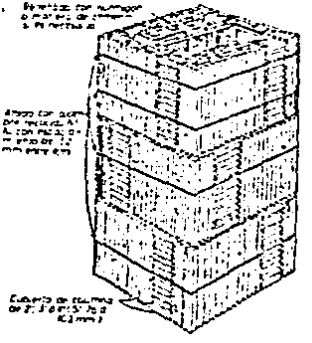
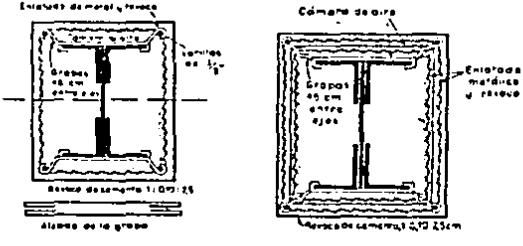


FIGURA 5.

Protección con concreto.- En la tabla anterior se ha mostrado la eficacia de los diferentes tipos de concretos usados como protección. Ahora se presentan algunos ejemplos gráficos sobre este punto :



FIGURAS 6 Y 7.

B-) ESTRUCTURAS DE CONCRETO

El concreto muestra bajo la acción del fuego un comporta - miento característico y el grado de destrucción varía con la naturaleza de los agregados y la densidad del concreto.Como este material es muy mal conductor del calor,la superficie expuesta al fuego se dilata y la que no está expuesta permanece fría, de lo que resulta su alabeo,agrietamiento y descascarillado o los abultamientos en la superficie.El calor tambien deshidrata el - mortero de cemento y como consecuencia,origina una desintegra-- ción en una profundidad de más de 2 cm. y las temperaturas muy elevadas funden el concreto y producen corrimientos o afluencia de éste;las temperaturas necesarias para la fusión del concreto varían entre 1 093 y 1 371°C , según la clase del agregado.

Los agregados calcáreos,como las calizas,son los peores -- conductores del calor y los que sufren menos los efectos del -- fuego.Los agregados feldespáticos,comprendiendo las rocas ígneas como los feldespatos y los basaltos,son ligeramente mejores conductores del calor,pero no producen grietas ni descascarillado en el concreto en una proporción tan grande.El granito,las areniscas y otras rocas ígneas que contienen grandes cantidades de sílice libre,aglutinadas con cemento calcáreo o silíceo,tienen tendencia a quebrarse y agrietarse bajo la acción del fuego, - cuando se emplean como agregados en el concreto.

Para el intervalo de temperatura corriente en las condiciones de incendios ordinarios,se pueden utilizar para la construcción de concreto cualquiera de los agregados que se usan corrientemente,pero para fuertes incendios o exposiciónes al fuego prolongadas,será necesaria una selección de agregados y hasta un - armado especial de la capa protectora de concreto de las superficies exteriores de las piezas de la estructura.

Existen algunos otros tipos de concretos utilizados para - la protección contra fuegos,como el concreto de escorias de altos hornos,utilizadas como agregados con resultados muy satis - factorios,tanto en lo que se refiere a la resistencia al fuego- como a la resistencia mecánica.El concreto de cenizas bien quemadas,procedentes de la combustión a tiro forzado del carbón mineral,libre de materias extrañas y con contenido de carbón sin quemar que no exceda de 35%,constituye un material de excelente resistencia al fuego.Este agregado se debe combinar con arena, para adquirir una consistencia adecuada.

El aerocrete es un concreto para estructuras,expansionado y de poco peso,que se fabrica agregando una pequeña cantidad de aluminio metálico en polvo a la mezcla de concreto Portland y arena o cenizas.Cuando se agrega agua,se produce un gas que expande la mezcla húmeda y forma pequeñas celdillas de aire en el material;además de su peso ligero,tiene muy buenas cualidades de resistencia al fuego.

Tambien existe la gunita;se hace el colado de la mezcla de

cemento y arena bajo presión neumática elevada por medio de una máquina fabricada bajo el nombre comercial de "cañón de cemento" a la que hay que agregar la cantidad necesaria de agua en el -- instante anterior a aquel en que los constituyentes emerjan de- la tobera.Los ensayos han probado que la gunita es superior a - los buenos concretos o morteros de cemento,colados manualmente, en cuanto a su resistencia a la tracción y compresión,adheren-- cia y menor permeabilidad,absorción y porosidad.Es importante - señalar que estos tipos de concreto se utilizan para proteger, tanto estructuras de concreto como estructuras de acero,contra el fuego.

En la siguiente tabla se muestra el grado de resistencia - expresado en horas,dependiendo de la protección utilizada,en columnas y trabes de concreto armado:

DESCRIPCION DE LA PROTECCION	GRADO DE RESISTENCIA AL FUEGO (HRS.)
5 Cm.de concreto con grava silícea,integral	4.00
5 Cm.de concreto con roca basáltica,integral	6.00
5 Cm.de concreto con caliza, integral	8.00

Compartimentación y pantallas contra fuegos.

Es absolutamente necesario insistir sobre el principio de la compartimentación,olvidado demasiadas veces;la idea es que - todo un compartimiento del edificio debe ser "aislado".Las pantallas contrafuegos o cortafuegos deben estar dispuestas de manera que corten completamente el edificio desde una pared exterior a otra y asegurar por sí mismas su propia estabilidad;es - decir que no deben derrumbarse en caso de que la parte del edificio situada en uno de sus lados fuese incendiada y destruída. Esta pantalla podrá sobresalir por el exterior,por encima de la cubierta,en particular si ésta es de un material como el zinc.

La figura 8 muestra la prolongación de las pantallas contra fuegos en cubierta y en fachada.

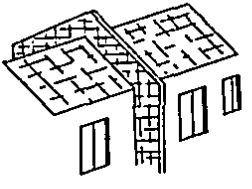


FIGURA 8.

Sin embargo no es necesario que sobrepase el tejado o la azotea si el edificio es de carácter residencial;basta que la -- pantalla contrafuegos "corte" el revestimiento impermeabilizante,por ejemplo.

Para edificios industriales o comerciales que no representen más que un riesgo de incendio medio,basta hacer que la pantalla contrafuegos sobresalga unos 30 cm. Para edificios industriales peligrosos hay que hacerla sobresalir aproximadamente 1 metro.Si no se desea que la pantalla contrafuegos sobresalga, por motivos estéticos,se podrá,a cada lado de la pantalla y hasta una distancia mínima de 2 metros,asegurar a la cubierta un grado de resistencia igual al de la pantalla.

Las puertas contrafuegos son un recurso importante cuando se busca la compartimentación.Estas pueden ser de acero,construídas de manera que resistan al choque y al enfriamiento brusco de las mismas por el agua empleada en la extinción de los incendios.Como las puertas no tienen que resistir esfuerzos considerables,el acero conserva un cierto aguante.También se pueden utilizar dos puertas de acero sucesivas para una misma pared.La dificultad esencial está en que hay que evitar que la dilatación atasque las puertas e impida su apertura,lo que puede ser muy grave en caso de incendio,porque dificulta y aún impide la lucha contra el fuego y el salvamento.

Al respecto,en Francia se usan puertas contrafuegos con alma de madera de roble revestida por las dos caras con plancha de acero,dejando una cámara de aire entre la madera y la plancha de acero.

La compartimentación ha sido objeto de muchas discusiónes

entre los peritos y hasta la fecha existen muchas diferencias - en cuanto al volúmen o área por aislar en una construcción.Para un edificio destinado a vivienda,dispuesto en línea,por ejemplo, lo que hay que fijar es la distancia entre las pantallas contra fuegos y no las superficies a aislar.También hay que tomar en - cuenta que la compartimentación puede aplicarse no sólo a una - parte importante del edificio,sino también a un elemento tál como el cubo de escaleras o bien en ductos o aberturas horizontales.En estos casos se pueden proveer dispositivos de cierre automático,accionados por medio de piezas fusibles,como se muestra en la figura 9 :

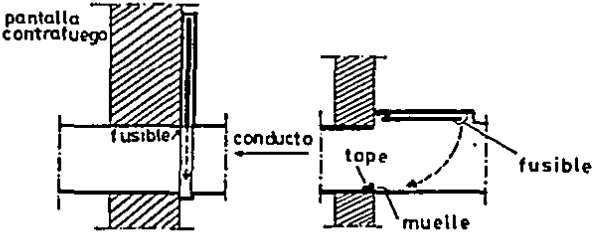


FIGURA 9.

Vías de escape,aberturas verticales y horizontales,respiraderos para el humo y el calor.

La primera precaución a tomar contra los incendios es la que se refiere a los riesgos humanos:hay que asegurar que existan vías de escape en caso de incendio.Es necesario insistir acerca de los siguientes detalles de ejecución:

a-) No conducir nunca a lugares sin salida,sino al exterior.

b-) Abrir sus puertas hacia el exterior siempre que el número de personas sea elevado(más de 20 personas).

c-) Dar a estas vías una anchura sensiblemente uniforme(salvo en casos de reunión de dos de ellas,en que es preciso ensanchar) y evitar en todo caso los estrechamientos,aún cuando se trate de instalaciónes o mobiliario.

d-) Proteger las vías de escape,no sólo contra el fuego,sino contra los humos.

e-) Indicar las vías de escape en forma bien visible y en todos los sitios en que sea necesario.

Para determinar las dimensiónes de éstas vías no sólo hay que tener en cuenta la densidad de ocupación de los edificios sino también la velocidad de evacuación.La oficina americana de "standards" ha calculado sus tablas para una velocidad del órden de 60 personas por minuto en los pasillos horizontáles y de 45 personas por minuto en las escaleras.Es conveniente reducir

estos valores para mayor seguridad.Si por ejemplo se admite una velocidad de evacuación de 33 personas por minuto en las escaleras,tenemos una evacuación de 100 personas en tres minutos por unidad de paso,lo cuál es perfectamente válido.Se marca el ancho por unidad de paso en 0.9 mts.

Los huecos de escalera representan las aberturas verticales más comúnes en los edificios;es muy importante que las puertas que comunican estos huecos con el resto del edificio permanezcan cerradas a fín de lograr la evacuación de las personas y además para demorar la propagación vertical del fuego.

La figura 10 muestra el plano de dos clases de vías de salida.Las escaleras encerradas evitan que el fuego atrape a personas que están en pisos superiores.La torre a prueba de humo es mejor ya que una abertura al aire libre en cada piso evita en gran forma la posibilidad de que se acumule humo en la escalera.

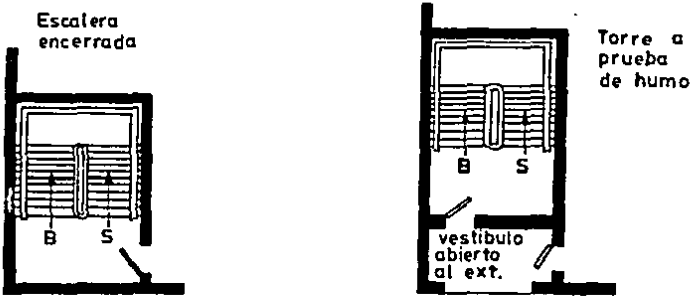


FIGURA 10.

En cuanto a las aberturas horizontales,éstas habrán de protegerse mediante pantallas y puertas contrafuegos.En el caso de huecos en muros exteriores,es necesario considerar los siguientes factores esenciales como base para el proyecto de protección y evitar la propagación o comunicación de fuegos desde edificios vecinos:

a-) Distancias horizontales entre edificios.

b-) Altura por encima de la cubierta de los edificios adyacentes.

c-) Características de la construcción de los edificios -- que le rodean.

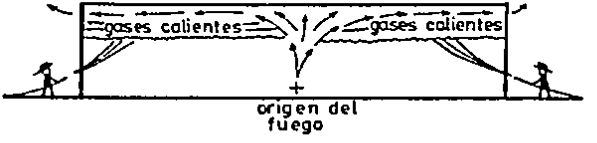
d-) Utilización del edificio y riesgo de incendio de su -- contenido.

Por lo referente a los respiraderos para el humo y el calor se puede mencionar lo siguiente;al quedar encerrados dentro de un edificio,el humo y los gases calientes de un fuego,éstos pueden afectar gravemente las operaciónes de combate del incendio y a partir de su origen,recorrer distancias considerables por - debajo del techo.

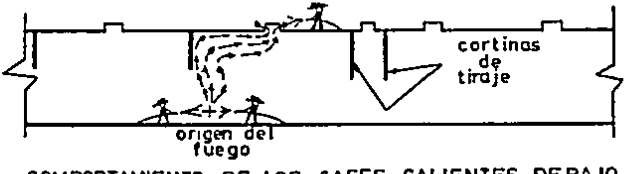
Los sistemas efectivos de respiraderos para el humo y el - calor están compuestos de pantallas de tiraje que crean zonas - de calentamiento debajo de un techo y de respiraderos automáticos o manuales ubicados en el techo,que tienen por finalidad desalojar el humo y el calor por la parte superior.

La figura 11 muestra la forma en que un techo protegido -- con cortinas de tiraje posibilita la descarga de gases calientes permitiendo que los bomberos puedan llegar al foco del incendio por dentro del edificio y por el techo. Las cortinas de tiraje - (que se extienden desde el techo hacia abajo) evitan la dispersión lateral del humo y el calor.

FIGURA 11.



COMPORTAMIENTO DE LOS GASES CALIENTES DEBAJO DE UN TECHO PLANO.



COMPORTAMIENTO DE LOS GASES CALIENTES DEBAJO DE UN TECHO CON CORTINAS DE TIRAJE.

La efectividad de un respiradero de techo será directamente proporcional a la diferencia (en temp. abs.) que hay entre el aire interno y el externo.

Principales causas de incendio

Como medida preventiva se deben dar a conocer,para ser evitadas,las causas que con mayor frecuencia dan origen a incendios como son las siguientes:

USO DE CERILLOS Y CIGARROS.- El fumar es un hábito tan extendido y arraigado que no es posible evitarlo.La simple prohibición no es un buen remedio,lo mejor es tener un control adecuado de alcance colectivo para este peligro.En todo lugar de trabajo es conveniente tener lugares apropiados para que en las horas de descanso puedan fumar aquellas personas que lo acostumbran,pero en las horas de trabajo y en los lugares de labores sí se debe establecer la prohibición y hacerla cumplir por todos.Las indicaciónes de peligro de fumar tienen que ser claras y visibles, de manera que no haya lugar a duda y las áreas más peligrosas deben ser señaladas de manera especial.

CALEFACTORES Y SUPERFICIES CALIENTES.- Las superficies calientes son muy abundantes en los lugares de trabajo;comprenden las que cubren recipientes,ductos,tiros tuberías, muros de hornos y además toda superficie que por trabajo mecánico está en rozamiento continuo,táles como las chumaceras y ejes,bandas y transmisiónes en las que casi siempre hay lubricantes,cuyas temperaturas de ignición se pueden alcanzar si la lubricación o el trabajo mecánico son defectuosos o bien si están llenas de polvo o hilazas, como sucede con frecuencia.

Las superficies de aparatos calefactores,tubería de vapor, paredes de hornos y ductos de gases calientes,deben aislarse para conservar su calor y para no ser causa de accidentes o incendios y hay que procurar localizarlas de manera de que nadie llegue a tocarlos por descuido.El aislamiento es especialmente importante en lugares en que existen en la atmósfera gases inflamables.

LLAMAS ABIERTAS Y CHISPAS.- Estas generalmente se encuentran en donde se está soldando o cortando con flama,en esmeriles y en fraguas.La carga de electricidad estática y el choque de piezas o herramientas metálicas,producen chispas que provocan la inflamación en atmósferas peligrosas.Los medios de iluminación con aparatos de flama deben ser evitados en todo lo posible.Todo trabajo en que inevitablemente intervengan chispas o flamas,tiene que ser efectuado en locales que no representen peligro de incendio.

SOLDADURA.- El lugar en que se aplica la soldadura o se hacen cortes con soplete,debe estar limpio y especialmente sin grasas ni aceites.Los recipientes de los gases serán inspeccionados continuamente ya que el mal estado de cualquiera de sus partes, dará lugar a fugas peligrosas.

ELECTRICIDAD ESTATICA.- La carga eléctrica acumulada en diversos cuerpos,produce descargas y chispas que fácilmente hacen arder a materiales de baja temperatura de inflamación.Cualquier persona puede ser portadora de suficiente carga estática para

causar esos efectos o para producirse a sí misma o a alguien -- más un choque eléctrico fuerte.

La carga eléctrica se produce en forma considerable en el movimiento de bandas y otros mecanismos así como por el contacto entre materiales que puedan crear potenciales altos al estar en contacto entre sí en un almacén.

Todo mecanismo y todo anaquel deben estar conectados a tierra invariablemente.Los ductos y tuberías que conducen fluídos, gases o sólidos más o menos finos,en suspensió,producen también cargas estáticas de consideración por lo que su conección a tierra es indispensable,principalmente si el fluído que conducen - es inflamable.También el equipo eléctrico defectuoso produce -- falsos contactos y por consiguiente chispas que pueden ser peligrosas así como cortos circuitos.Los materiales pulverizados -- pueden también almacenar cargas estáticas que llegan a producir en ellos mismos una inflamación repentina.

SUSTANCIAS QUIMICAS.- Existe una gran cantidad de productos químicos que reaccionan con el oxígeno fácilmente;entre ellos está el fósforo y otros que se descomponen en forma explosiva como - los nitratos,los cloratos y los precloratos.Los peróxidos inorgánicos desprenden oxígeno en presencia de materia orgánica y los peróxidos orgánicos se descomponen también en forma explosiva.

LIQUIDOS INFLAMABLES.- Estos líquidos presentan riesgos grandes como productores de fuego;su poder calorífico y la rapidez de -

su combustión los hace especialmente peligrosos,además de que - la extinción del fuego que producen requiere habilidad porque a una temperatura baja continúan ardiendo.Su condición física como líquidos los hace que se extiendan sobre áreas grandes y -- llean el fuego a otros combustibles y por su volatilidad pueden dejar vapores acumulados ocultos que en cualquier momento arden repentinamente.El almacenamiento y manejo de líquidos inflama-- bles es un renglón muy importante en la prevención de incendios.

C A P I T U L O I I I

DETECTAR FUEGO Y ACTIVAR ALARMAS

DETECTAR FUEGO Y ACTIVAR ALARMAS

El primer elemento de la lucha contra los incendios es la detección. Los edificios deben estar equipados en cada piso con artefactos que puedan detectar fuego o humo y hacer sonar una alarma. Estos artefactos también pueden iniciar automáticamente procedimientos de extinción.

Cada vez se recurre más a la detección automática; ésta debe ser de mucha precisión, es decir, debe funcionar antes que el incendio haya alcanzado un volúmen exesivo y además debe ser absolutamente segura.

Salvo en los casos de grandes explosiónes, la mayoría de los fuegos son tan pequeños en su comienzo que pueden ser fácilmente controlados si se detectan a tiempo. La mayor causa de los grandes incendios es un retrazo en la activación de alarmas; ésto no significa necesariamente un descubrimiento tardío del fuego sino que al darse cuenta de la presencia de fuego, las personas realizan acciónes completamente contrarias a lo debido por falta de adiestramiento.

Es de vital importancia que exista un sistema de aviso rápido para detectar un incendio que apenas se inicia. Esto es ne-

cesario no sólo en las noches sino también durante el día,cuando algunas áreas potencialmente peligrosas,quedan sin atenderse durante largos períodos.Un sistema normal de alarma sensible al calor y conectado con los bomberos hará sonar la alarma con tiempo suficiente para que los bomberos lleguen antes de que el fuego se haya extendido más allá del lugar en que tuvo orígen;una demora de 10 minutos en pedir auxilio a éstos reduce seriamente las posibilidades de controlarlo,debido a que el fuego avanza - con mucha rapidez.

El momento más oportuno para controlar incendios es antes de que empiecen.Aún cuando los edificios están correctamente diseñados y provistos de equipos de protección,y aún cuando estén construídos con materiales de relativa resistencia al fuego,no son suficientemente confiables las inspecciónes que realizan -- las compañías de seguros y las dependencias oficiales de prevención de incendios;es necesario que se cuenten con inspecciónes propias en el programa de seguridad de toda planta.

En muchas fábricas la responsabilidad de localizar e informar sobre peligros de incendios recae en la comisión de seguridad o en algunas de sus subcomisiónes especiales.La función de-éstas comisiónes es inspeccionar para descubrir causas comúnes de incendios,táles como órden y limpieza ineficaces,almacenamiento incorrecto de materiales inflamables,violaciónes de reglas que prohíben fumar y acumulaciónes excesivas de polvo o de materiales inflamables.

Cualquiera que sea el tamaño de la planta,los peligros de incendios deben ser descubiertos y eliminados por medio de inspecciónes frecuentes.Debe existir un control periódico de los - equipos eléctricos,máquinas y equipos de producción,el estado - del órden y la limpieza,así como también otras causas de incendios.Será necesario inspeccionar diariamente los lugares de alta peligrosidad.En los demás lugares será aceptable realizar -- inspecciónes semanales o mensuales,especialmente si la comisión de seguridad de la planta realiza inspecciónes buscando solamente las causas de incendio.

Siempre que se hagan cambios en la planta y después que se hayan completado,deberán hacerse inspecciónes especiales.Para - llevar a cabo todo tipo de inspecciónes,se debe contar con formularios diseñados para cada planta en particular,de manera que facilite la inspección y habrá de ser lo suficientemente completo para que no se descuide ninguna parte del sistema.Deberá ayudar al inspector a hacer comentarios y presentar recomendaciónes a quienes sean responsables.

Hay muchos sistemas detectores de incendios y su empleo debe hacerse de la siguiente forma: hay que asegurar una detección en cada compartimiento y en general para cada dos o tres locales en comunicación,cuyo conjunto no sobrepase unos 100 m^3. Estos - detectores deben estar colocados en la parte superior de los locales a proteger,en los puntos por donde pueden pasar los gases de la combustión y el aire caliente;esto obliga a evitar el al-

macenamiento de mercancías demasiado cerca del detector.

Los sistemas de detección en general funcionan eléctrica-- mente;conviene utilizar corriente a baja tensión con batería de acumuladores que pueda funcionar sola durante 48 horas.

Este sistema suministrador de corriente eléctrica también deberá ser controlado para detectar cualquier caída anormál de tensión.

El elemento de alarma debe descomponerse en tres grupos:

- Alerta en el puesto de vigilancia.
- Alerta a los ocupantes para evacuación.
- Alerta a los servicios de bomberos exteriores al edificio.

Es evidente que en estos distintos puntos pueden adoptarse muchos sistemas de señalización y organización.La cuestión más difícil de resolver es la de la alerta a los ocupantes;en una - fábrica no conviene que los obreros confundan esta alerta con - la terminación del trabajo,en un hotel hay que asegurarse que - se despierten todos los ocupantes,etc.

Existen en general cinco tipos de detectores y cada uno emplea un medio físico diferente de operación.

Los detectores de TEMPERATURA FIJA indican la presencia de fuego cuando el artefacto llega a una temperatura predeterminada.

Los detectores de temperatura VARIABLE funcionan cuando -

hay un incremento rápido de la temperatura.Los detectores FOTO-ELECTRICOS son sensibles al humo.

Los detectores de PRODUCTOS DE COMBUSTION reconocen estos productos y están diseñados para dar alarmas con anticipación.

Los detectores de FLAMA responden a la luz,infrarroja o ultravioleta,producida por las reacciónes de combustión.

Los edificios grandes,especialmente que albergan muchos ocupantes,deben tener un centro de control de emergencia,o estación de comando contra incendios,en la planta baja,a la cuál se comunican las señales de detección.Este centro debe tener comunicación en dos vías a cada piso y dirigir a los rescatadores y bomberos así como transmitir instrucciónes a los ocupantes para guiarlos a la seguridad.El centro también debe poder controlar todos los sistemas electromecánicos,como elevadores,aire acondicionado y ventiladores.Para asistir a los bomberos,los controles deben ventilar,aislar o sellar cualquier zona del edificio.

Aunque desde hace mucho tiempo se ha considerado que el objeto principal de una instalación de alarma contra el fuego era la salvación de vidas humanas,sólo en los últimos tiempos se ha generalizado su empleo en viviendas particulares.Si están adecuadamente proyectadas y funcionan normalmente deben dar tiempo suficiente para la evacuación de los residentes y luego para iniciar las contramedidas adecuadas.

Los aparatos de alarma más comúnes en viviendas son los de

tectores de temperatura tanto fija como variable.Uno de los tipos de temperatura fija que se fabrican,que no puede usarse más que una sola vez,emplea un tapón de una aleación de bajo punto de fusión;otro tipo lleva un dispositivo que vuelve a ponerse - automáticamente en acción de una manera semejante a un termostato.En la mayoría de los casos este último tipo es el preferido.

Un tercer tipo de elemento sensitivo al calor consiste en un par de conductores planos aislados con un material termoplástico,retorcidos uno contra otro.A elevadas temperaturas el material aislante se funde y bajo la presión que les da el retorcido los conductores inician un contacto que dispara la alarma.

Claro está que este tipo no es renovable.El fragmento que falta debe ser localizado,cortado y sustituído por otro nuevo.

FIGURA 12.

Hace tiempo se ha observado que el humo es tan peligroso - como el fuego y que la asfixia o el envenenamiento por el humo es una causa frecuente de muerte para los ocupantes dormidos. Por esta razón los detectores de humo,aunque sean más caros que los detectores de temperatura,se colocan muchas veces en los --

edificios para vivienda.

Todos los aparatos detectores se conectan a un cuadro de control central,el cuál tiene la misión de hacer funcionar los aparatos sonoros como timbres,campanas y gongos;así que se recibe una señal de los detectores,después de lo cuál los timbres y campanas continuarán tocando hasta que desaparezca la causa de emergencia o hasta que se detenga su funcionamiento manualmente desde el propio cuadro de control.

Otras funciónes para las que puede servir el cuadro son el cierre de los conductos de gas,el cierre del ventilador del desván para evitar el esparcimiento del fuego y encendido de las luces,tanto en el interior como en el exterior.El diagrama de la figura 13 muestra la instalación de alarma contra fuego en una casa unifamiliar.

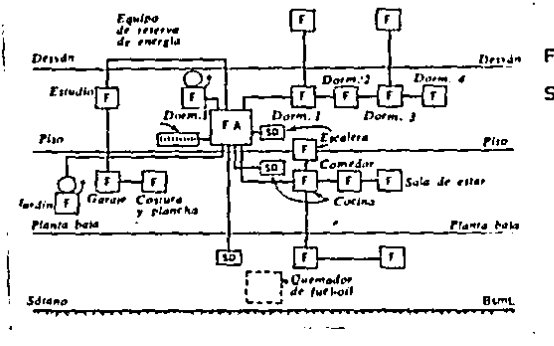


FIGURA 13.

Cuando se hace el proyecto de instalación de detectores,es necesario tomar en cuenta las características de los mismos en-cuanto a temperatura y alcance.Por ejemplo existirán detectores de 57°C y 20 m^2.

En cuanto a la disposición del circuito,existen dos tipos de ellos como lo son los circuitos abiertos,que normalmente no llevan corriente,excepto cuando están en acción y además son sencillos y económicos pero tienen la desventaja de no indicar si hay algún conducto roto o algún otro defecto que haga que la -- instalación no funcione.

Existen también los circuitos de tipo cerrado y en este -- sistema los aparatos de alarma se dispararán incluso en caso de avería en la instalación,pero como este tipo de alarma no es deseable,puede añadírsele un posterior perfeccionamiento en forma de timbre o luz que indica que hay un fallo en la instalación y no hace sonar los timbres de alarma contra el fuego.Esto se conoce con el nombre de "supervisión" y estas instalaciónes se dice que están supervisadas.

Las instalaciónes supervisadas pueden utilizar circuitos abiertos o cerrados,según la disposición adoptada.Además,con una disposición especial del circuito el sistema puede combinarse - para que una simple rotura,o contacto con tierra de un conductor,no impida el funcionamiento de la instalación.

La figura 14 muestra los esquemas de circuito abierto y cerrado,mostrando también las ventajas del circuito cerrado.

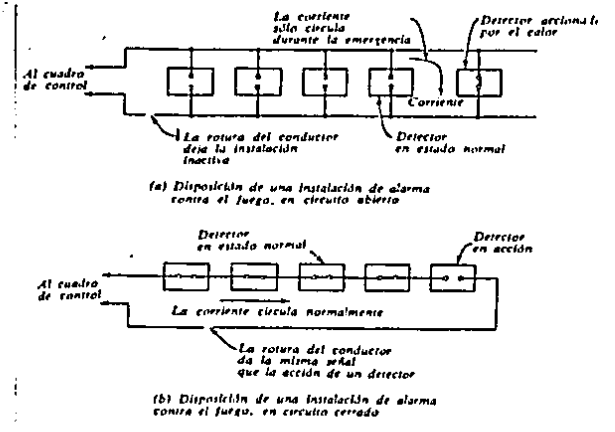


FIGURA 14.

En ocasiónes es conveniente que sólo el personal adecuado sea advertido de la posible presencia de peligro;para lograr esto se emplea un sistema llamado de "preseñalización".Unos pequeños timbres o campanas se hacen sonar sólo en los lugares donde estas personas están situadas.Como estas instalaciónes siempre son selectivas,el personal advertido puede investigar inmediatamente la causa y si es preciso disparar manualmente una alarma general mediante los aparatos destinados a ello.

En oposición a los detectores automáticos que son el sistema más corriente de alarma en las instalaciónes propias para casas de vivienda,los avisadores manuales son accionados por una persona que advierte así a otras desde que tiene conocimiento -

del fuego.La diferencia entre ambos medios es la siguiente:el-detector funciona automáticamente y advierte a todos los ocupantes;por esto es más indicado en edificios en los que los ocupantes duermen,o en locales no ocupados.Los avisadores manuales extienden la alarma que ya ha sido detectada por otros medios,humanos o automáticos.Los avisadores se deben colocar en el camino normal de salida de los locales,a fín de que puedan ser accionados por una persona al marcharse.Es imperativo por lo tanto - que estén bien indicados,y que se encuentren fácilmente.Los arquitectos que colocan los aparatos de alarma en rincones escondidos o que los encierran en huecos camuflados para que no es-- tropeen la decoración de los locales,anulan los objetivos de la instalación.Igualmente la colocación de los timbres encima de - los cielos rasos a causa de su aspecto poco atractivo,no debe - admitirse nunca,sean las que sean las circunstancias.

La pérdida de bienes y aún de vidas puede ser el resultado de estas consideraciónes estéticas mal comprendidas.

Aunque la seguridad personal y la salvaguarda de los bie-- nes son la finalidad que se persigue en todos los sistemas de alarma contra el fuego,la primera de estas consideraciónes predomina en mucho sobre la otra cuando se trata de construcciónes - escolares,particularmente si son de grado elemental.Por esta razón,una alarma general extendida a la totalidad de la escuela, que produzca una inmediata evacuación de los locales,es la primera cosa que se exige a la instalación.Y también por la misma

razón raramente se emplea la preseñalización.Conviene además -- que el sonido de los aparatos de alarma contra el fuego sea distinto de todos los demás aparatos sonoros que se emplean para - ordenar las labores escolares,sin que sea posible alguna confusión entre ellos.

El sistema que se emplea casi universalmente es a base de instalaciónes en circuito cerrado y con dispositivos de señalización de averías.Cuando se trata de instituciónes muy grandes o- que están formadas por varios edificios,los circuitos se disponen generalmente de modo que el toque de evacuación por alarma suene sólo en el edificio afectado,o sea aquel en que se halla- el dispositivo de aviso,manual o automático,que ha disparado la alarma.

Es necesario alertar a las secciónes administrativas de - los otros edificios.

Como es necesario que en todas las escuelas se hagan prácticas de alarma contra el fuego,la disposición de los circuitos debe ser tál que permita estos ensayos.Por esto,las instalaciones que van conectadas con el servicio contra incendios de la - ciudad deben estar provistas de un dispositivo que permita efectuar los ensayos sin producir alarma.

Igual que en otros sistemas,se colocarán avisadores manuales en cada planta y en los puntos de salida,táles como las escaleras,además de detectores automáticos en el cuarto de calderas,la cocina,los laboratorios,las aulas taller y los almacenes

que contienen objetos combustibles.

En el caso de edificios para oficinas es necesario comentar que como éstos permanecen inocupados durante largos intervalos de tiempo, las instalaciónes de alarma contra el fuego emplean normalmente en ellos equipos de detección automáticos y dispositivos de aviso en caso de avería en la propia instalación.

Detectores de temperatura combinados entre los que funcionan por el aumento y los que funcionan por la velocidad de aumento y detectores de humo, se colocan en los puntos críticos. Los detectores del humo en los conductos de retorno de aire se disponen muchas veces de modo que cierren todos los ventiladores de aportación y extracción de aire, a fín de evitar a la vez, alimentar el fuego y esparcir el humo.

Avisadores manuales deben ponerse en los puntos de salida y en el vestíbulo. Pueden ponerse circuitos adicionales para accionar puertas de control del humo. Es conveniente emplear instalaciónes de preseñalización en edificios ocupados por mucho personal a fín de impedir evacuaciónes innecesarias del edificio y el riesgo de confusión e incluso de pánico, ya que los ocupantes habituales o transeúntes no suelen estar acostumbrados a las alarmas.

Esto es particularmente importante en edificios de tipo público, donde la mayoría de personas son transeúntes. Para evitar la posibilidad de que se deje sin examinar la causa que ha disparado el sistema de preseñalización, se usará un dispositivo -

que dispare la alarma general cuando pasa un cierto tiempo después de haber dado la señal previa sin que se haya vuelto a poner en disposición de funcionamiento normal el dispositivo de alarma.

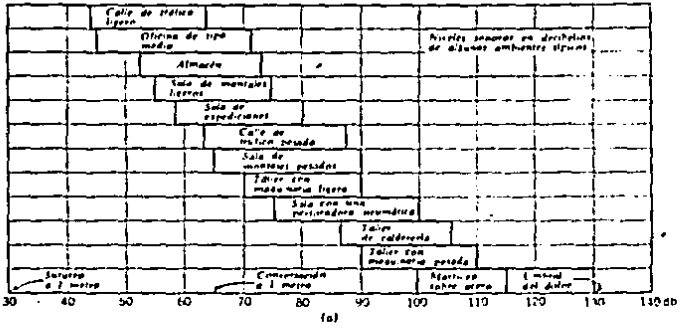
En los edificios industriales generalmente se emplean instalaciónes automáticas y con dispositivo de aviso en caso de avería.La preseñalización se emplea en casos en que por alguna causa no es deseable una alarma que haga evacuar el edificio.

Además de los avisadores manuales en los puntos de salida, pueden usarse detectores de temperatura en todos los almacenes y laboratorios,detectores de humo en los archivos y laboratorios con procesos de trabajo continuos.

Los cuadros de localización de llamadas y el panel de control,es mejor colocarlo en el cuarto del guarda.Si no hay cuarto para el guarda,conviene añadir un circuito auxiliar que permita la supervisión a distancia.

A causa del elevado nivel sonoro del ambiente,en muchos casos se emplean sirenas en lugar de timbres y gongos,que no se oirían.

La figura 15 muestra en su parte (a) los niveles sonoros en decibelios que se producen en los ambientes industriales típicos y en (b) las intensidades en decibelios de los aparatos de alarma convenientes empleados en la industria,para que puedan compararse con los niveles sonoros de los ambientes,a fín de facilitar la elección.


Calle de tráfico ligero
Oficina de tipo medio
Niveles sonoros en decibelios de algunos ambientes ruidosos
Almacén
Sala de montajes ligeros
Sala de espera-cuarto
Calle de tráfico pesado
Sala de montajes pesados
Taller con maquinaria ligera
Sala con una perforadora neumática
Taller de calderería
Taller con maquinaria pesada
Susurro a 1 metro
Conversación a 1 metro
Martillo sobre yunque
Umbral del dolor
30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 db
(a)

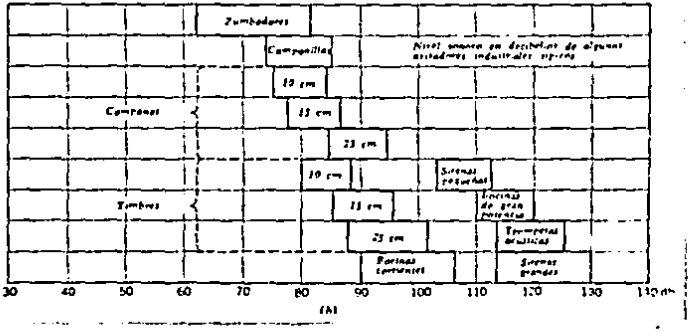

Zumbadores
Campanillas
Niveles sonoros en decibelios de algunas actividades industriales ruidosas
12 cm
Campanas
13 cm
23 cm
10 cm
Sirenas pequeñas
Timbres
11 cm
Fábricas de gran potencia
25 cm
Turbopropulsores
Bocinas terrestres
Sirenas grandes
30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 db
(b)

FIGURA 15.

C A P I T U L O I V

EXTINCION DEL FUEGO

EXTINCION DEL FUEGO

Disposiciónes legales

TITULO TERCERO

DE LA PREVENCION Y PROTECCION

CONTRA INCENDIOS

Capítulo II. De los equipos para combatir incendios.

Artículo 15. Los centros de trabajo deberán estar provistos de equipo suficiente y adecuado para la extinción de incendios,en función de los riesgos que entraño la naturaleza de su activi - dad debiendo cumplir con la norma oficial mexicana y los instructivos que se expidan.

Artículo 16. Cuando no sea posible la conexión con los servi-- cios municipales de distribución de agua,ésta se deberá almacenar convenientemente a efecto de garantizar un suministro suficiente,de acuerdo con el artículo anterior.

Artículo 17. Las tomas denominadas siamesas que se instalen en el exterior de los centros de trabajo,que así lo requieran,deberán ser de características y dimensiónes iguales a las emplea--

das por el servicio público de bomberos.

Artículo 18. Las tomas de agua y las tuberías se deberán purgar cada seis meses,cuando menos,para eliminar sedimentos.Siempre - que sea necesario,se deberán utilizar desincrustantes y anticongelantes.

Artículo 19. En las cajas de las mangueras contra incendio que tengan puertas de vidrio,se deberá anotar la leyenda que indique que se abra o se rompa en caso de incendio.

Artículo 20. Las mangueras contra incendios deberán ajustarse a la norma oficial mexicana.

Artículo 21. Las mangueras se deberán guardar en tál forma que no sufran daños y puedan ser utilizadas con rapidez en caso de incendio.Se deberán purgar y secar después de ser usadas;deberán ser probadas por lo menos cada seis meses.Esta misma prueba se deberá hacer en todo sistema que opere con agua.

Artículo 22. Los extinguidores fijos,semifijos o portátiles deberán estar fabricados,probados y marcados de acuerdo a la norma oficial mexicana.

Artículo 23. Los sistemas fijos o semifijos contra incendio que utilicen energía eléctrica para su operación,deberán tener además fuente independiente de la que alimente el equipo e instalaciónes de las áreas a proteger.

Artículo 24. Los centros de trabajo,aún cuando estén provistos de sistemas fijos o semifijos contra incendio,deberán disponer de equipos portátiles o extinguidores adecuados al tipo de in--

cendio que pueda ocurrir,considerando la naturaleza de los procesos de trabajo,las instalaciónes y los equipos del establecimiento y su dependencia.

Artículo 25. Los equipos portátiles contra incendio deberán estar siempre en los sitios especialmente destinados para ellos y en condiciónes de uso inmediato.

Artículo 26. Los centros de trabajo que sean de alto riesgo deberán estar equipados con sistema de alarma contra incendios, - provistos de señales claramente audibles o visibles para todos los trabajadores que se encuentren en los mismos.

Artículo 27. Para los efectos del artículo anterior,los sistemas de alarma deberán disponer de estaciónes de aviso accionadas a mano o de cajas de alarma contra incendio,colocadas visiblemente en el recorrido natural de escape y,en general,ubicadas estrategicamente.

Artículo 28. Los aparatos de alarma audible a que se refiere el artículo 26 deberán tener un sonido distinto a todos los demás aparatos sonoros y sólo se deberán utilizar en caso de incendio o para simulacro de incendios.

Artículo 29. La instalación de señales y alarmas a que se refiere el artículo 26,deberán ser alimentadas por una fuente de energía autónoma.

INSTRUCTIVO No. 2 RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

IV. EQUIPO PARA LA EXTINCION DE INCENDIOS.

30.Los centros de trabajo deben estar provistos de equipos para la extinción de incendios,en relación al grado de riesgo y la - clase de fuego que entrañen las materias primas,productos o subproductos que se almacenen o manejen en ellos;y de conformidad con lo que establece este instructivo.

31. Para la determinación del equipo de extinción de incendios, los centros de trabajo se clasifican en tres grados de riesgo:

a-) Bajo
b-) Medio
c-) Alto.

Se consideran:

De riesgo bajo,en donde existan productos con punto de inflamación mayor de 93°C.Método de copa cerrada.

De riesgo medio,en donde se fabriquen,manejen o almacenen materias primas,productos o subproductos con punto de inflamación - menor de 93°C.Método de copa cerrada y que no estén comprendidos en el punto 4 de este instructivo.(Ver pág. 20 de este trabajo).

De riesgo alto,en donde se fabriquen,manejen o almacenen materias primas,productos o subproductos,comprendidos en el punto 4

de este instructivo.

32. Para la determinación del equipo de extinción de incendios en los centros de trabajo,los fuegos se clasifican en relación a las materias combustibles involucradas,en cuatro clases,de conformidad con lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-S-5-1972.

33. Los equipos de extinción de incendio en los centros de trabajo,pueden ser portátiles y fijos.Los portátiles pueden ser manuales o sobre ruedas,y los fijo ser manuales o automáticos.

34. Los equipos de extinción de incendios portátiles manuales, son los extinguidores,cuyo contenido está en relación con las clases de fuego:

Clase A,que contengan agua,polvos A B C o Halones 1 211 y 1 301 o substancias específicas para esta clase.

Clase B,que contienen polvos B C,polvos A B C , CO_2 o Halones 1 211 y 1 301 o substancias específicas para esta clase.

Clase C,que contiene polvos B C,polvos A B C, CO_2 o Halones 1 211 y 1 301 o substancias específicas para esta clase.

Clase D,que contiene polvos especiales para cada caso en particular.

Los equipos portátiles sobre ruedas,son los extinguidores cuyo contenido es igual a los anteriores,pero su peso es superior a lo que puede cargar un trabajador.

35. Los equipos para la extinción de incendio,en los centros de trabajo,fijos manuales,son los que están instalados en forma de

sistemas,que proporcionan agua,bióxido de carbono u otras substancias específicas,y que requieren ser operados manualmente.

36. Los equipos para la extinción de incendio en los centros de trabajo,fijos automáticos,son los que están instalados en forma de sistemas,que proporcionan agua,bióxido de carbono,nitrógeno, halones 1 211 y 1 301,polvos,espumas,agente A.F.F.F. u otras -- sustancias específicas,y que operan en forma automática.

37. En los centros de trabajo,por cada área,local o edificio,el patrón debe determinar los grados de riesgo y las clases de fuego,para seleccionar los equipos de extinción de incendio,de conformidad con lo que se establece en los puntos 31,38,39 y 40 de este instructivo.

38. En las áreas locales y edificios con grado de riesgo bajo, por cada 600 m^2 de superficie o fracción,se debe instalar,como mínimo,un extinguidor portátil de la capacidad y tipo requerido para los riesgos específicos.Cuando el centro de trabajo ocupe una superficie construída de 4 000 m^2 o más,o que tenga construcciónes de 25 mts. de altura o más,se debe instalar además,un sistema de equipo fijo.

39. En las áreas,locales y edificios con grado de riesgo medio, por cada 300 m^2 de superficie o fracción,se debe instalar,como mínimo un extinguidor portátil de la capacidad y tipo requerido para los riesgos específicos.Cuando el centro de trabajo ocupa una superficie construída de 2 000 m^2 o más,o que tenga cons -- trucciónes de 10 mts. de altura o más,se debe instalar,además,

un sistema de equipo fijo.

40. En las áreas,locales y edificios con grado de riesgo alto,- por cada 200 m^2 de superficie o fracción,se debe instalar,como mínimo,un extinguidor portátil de la capacidad y tipo requerido para los riesgos específicos.En todos los centros de trabajo, - clasificados en alto riesgo,independientemente de la superficie construída o de su altura,se debe instalar además,un sistema de equipo fijo.

41. En la instalación de los equipos para la extinción de incendios portátiles manuales,se debe cumplir con lo siguiente:

a-) Colocarse a una distancia no mayor de 30 m. de separación entre uno y otro.

b-) Colocarse a una altura máxima de 1.50 m. medidos del - piso a la parte más alta del extinguidor.

c-) Sujetarse en tál forma que se puedan descolgar fácil - mente para ser usados.

d-) Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de 0°C.

e-) Colocarse en sitios visibles,de fácil acceso y conservarse sin obstáculos.

f-) Señalarse en donde esté colocado,de acuerdo con las -- Normas Oficiales Mexicanas NOM-S-14-1971 y NOM-S-15-1971.

g-) Estar sujetos a mantenimiento y control que aseguren - su funcionamiento llevando registro con la siguiente -

información:fechas de adquisición,inspección,revisión de cargas,recargas y pruebas hidrostáticas.

42. Los equipos para la extinción de incendios portátiles sobre ruedas,deben cumplir con lo siguiente:

a-) Estar protegidos de la intemperie.

b-) Colocarse en lugares visibles,de fácil acceso y libres de obstáculos.

c-) Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de 0°C.

d-) Señalarse,en donde se coloque,de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-S-14-1971 y NOM-S-15-1971.

e-) Estar sujetos a mantenimiento y control que aseguren su funcionamiento llevando registro con la siguiente información: fechas de adquisición,inspección,revisión de cargas,recargas y pruebas hidrostáticas.

43. Los equipos fijos para la extinción de incendios deben cumplir con lo siguiente:

a-) Tener sus especificaciónes de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

b-) Colocar los dispositivos que deban operarse manualmente en sitios de fácil acceso y libres de obstáculos para su uso inmediato.

c-) Proteger de la intemperie.

d-) Estar sujetos a mantenimiento y control que aseguren su funcionamiento llevando registro con la siguiente -

información: fechas de instalación, inspección, revisión y pruebas.

e-) El sitio donde se coloquen los dispositivos de operación, debe estar señalado para su fácil localización de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-S-14 , - NOM-S-15 o sus correspondientes en vigor.

f-) Tener una fuente autónoma para el suministro de energía eléctrica.

44.El patrón debe dar capacitación y adiestramiento a los trabajadores en su centro de trabajo, sobre el uso y manejo del equipo de extinción de incendios.

Interrupción de la reacción química del fuego

Un fuego ordinario(el que se puede combatir por medios de extinción comúnes) surge de la combinación de un combustible, calor y oxígeno. Cuando una sustancia combustible se calienta a - cierta temperatura crítica, que se denomina "temperatura de in - flamación", dicha sustancia se inflamará y continuará quemándose mientras haya combustible, temperatura adecuada y suministro de oxígeno.

El conocimiento de la reacción química de un fuego es la - base que se necesita para extinguirlo. El calor se puede elimi - nar por enfriamiento; el oxígeno, por exclusión del aire; y el combustible, llevándolo a un lugar donde haya un calor insuficiente

para su inflamación.En cuanto a la reacción química,ésta se puede detener inhibiendo la oxidación rápida del combustible.

Para extinguir un fuego por enfriamiento es necesario sólo absorber una parte pequeña del calor total que éste está produciendo.El agente más común y práctico es el agua,aplicada en -- forma de chorro con espuma.Sus calores específicos y latentes - son más altos que los de los otros agentes extintores comúnes (lo cuál significa que se necesita más calor para calentarla y evaporizarla). Cuando se la transforma en vapor,el agua se expande 1 700 veces,reduciendo el volúmen del aire (oxígeno) que se necesita para mantener la combustión en la zona del fuego.

El agua,además,tiene la propiedad de penetrar y llegar a fuegos ubicados en sitios recónditos.Esto hace que sea un medio eficaz de enfriamiento y un excelente agente de dilución.

El retirar un combustible de un fuego es,frecuentemente,difícil y peligroso,aunque hay excepciónes.Sin embargo,los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables se pueden disponer de tál manera que,en caso de incendio,su contenido se pueda trasvasar hacia un tanque vacío que esté alejado.Cuando los gases inflamables se encienden mientras recorren una cañería,el fuego - se apagará si se corta el combustible.Además,en cualquier mezcla de gases o vapores combustibles y aire,el agregar aire en exeso produce el efecto de diluír la concentración de combustible por debajo del punto mínimo de concentración.

La extinción del fuego por separación del oxígeno puede lo

grarse sofocando la zona prendida con un material incombustible, por ejemplo,cubriéndolo con una manta húmeda,arrojando sobre el fuego tierra o arena,o cubriéndolo con una espuma química o mecánica.La extinción por dilución de los reactivos(oxígeno y vapores combustibles) por debajo de la concentración necesaria para mantener la combustión se logra cubriendo el fuego con un -- manto de anhídrido carbónico o con líquidos incombustibles evaporables.

El fuego quedará apagado si el manto se mantiene el tiempo necesario para que el materiál combustible se enfríe por debajo de su punto de inflamación y si ya no hay fuente de ignición.El anhídrido carbónico y los líquidos evaporables no ofrecen mucha garantía en fuegos donde haya madera,trapos o papel,ya que generalmente,no se puede mantener el manto de gas inerte el tiempo suficiente como para apagar las brasas.

Además,no se logrará apagar el fuego en materiales que contienen suministro de oxígeno,como el nitrato de amonio y la nitrocelulosa.

En el terreno de la prevención de incendios,el principio - de separación del oxígeno de un combustible se aplica cuando se usa un gas inerte para desalojar vapores,polvos y otros materiales combustibles de lugares cerrados donde podría existir una - fuente de ignición.

Estudios recientes de la química del fuego han dado por resultado algunas revisiones y aplicaciónes de las teorías de ex-

tinción de incendios.Al analizar la anatomía de un fuego,las moléculas originales de combustible parecen combinarse con el oxígeno en una serie de etapas sucesivas intermedias denominadas reacción en cadena para llegar a los productos finales de la combustión.Son éstas etapas intrmedias las que provocan la evolución de las llamas.

A medida que las moléculas se fragmentan en éstas reacciónes en cadena se forman productos intermedios inestables que se denominan "radicales libres".La concentración de los radicales-libres es el factor determinante de la velocidad de la llama.La vida del hidróxilo radical libre es muy corta (dura alrededor de una centésima de segundo) ,aunque es lo suficientemente larga como para ser de importancia vital para la combustión de los gases.La formación y consumo casi simultáneo de los radicales libres aparentemente es el sustento de la reacción de la llama.

En estas reacciónes en cadena son los radicales libres los que son removidos de su función normal de transportadores de la cadena mediante agentes extintores,como el polvo seco y los hidrocarburos halogenados.La capacidad que tienen distintos polvos químicos secos(a base de bicarbonato de sodio,bicarbonato de potasio y de fosfato de amonio) de capturar los radicales libres depende de su estructura molecular individual.El polvo seco de bicarbonato de potasio es el más eficaz debido al gran tamaño del ion potasio.En cuanto a los hidrocarburos halogenados, se cree que,al ser descargados en el fuego,se descomponen para

formar radicales libres de halógenos(cloro,bromo o flúor),que se unen a los radicales libres generados por la reacción en cadena.

Durante muchos años las técnicas de prevención de incendio se han basado en el principio de que hay tres formas de extinguir un fuego ordinario: eliminando el combustible,limitando el oxígeno y reduciendo el calor.Este concepto,que usó como símbolo el "triángulo del fuego" , debiera ser modificado para incluir este cuarto factor: " suspensión de la reacción en cadena de la llama".En razón de que estos cuatro factores básicos se encuentran interrelacionados,un cuerpo geométrico de cuatro lados adyacentes,como es una pirámide,sería más adecuado para simbolizar la extinción del fuego.La figura 16 muestra esta pirámide.

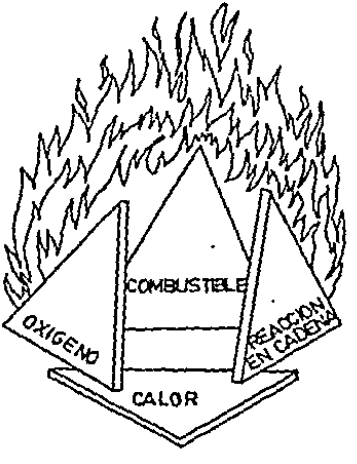


FIGURA 16.

Equipo para la lucha contra incendios

En la práctica,al prever la forma de apagar un fuego,debe considerarse qué cantidad de material arderá,qué cantidad de -- fuego se producirá y qué cantidad de medio de extinción deberá usarse.Aunque estas "cantidades" no son medibles con exactitud, sí es posible apreciar su magnitud en forma aproximada.También hay que tomar en cuenta algunas propiedades del material combustible,táles como su estado físico de agregación,se facilidad para arder,su capacidad para calentarse,o para enfriarse y la cantidad de calor que desprenda al entrar en combustión.

Así mismo,debe considerarse la renovación natural del oxígeno se el fuego está al aire libre y la capacidad de los medios de enfriamiento.

Hay dos clases de equipos para extinguir y controlar fuegos: los fijos y los portátiles.En cuanto a los equipos portátiles, éstos se aplican como la primera línea de defensa considerando su tamaño y los materiales de extinción que contienen.

El término EXTINTOR es un sustantivo que significa ejecutor de la acción de suspender el fuego.Se refiere al material,sustancia o líquido,que al hacer contacto con las llamas y material - que arde da fín a las reacciónes y condiciónes que originan el fuego. El término EXTINGUIDOR se aplica como adjetivo al aparato,lleno o vacío,que puede contener y conducir al material extintor a causar su efecto de cesar el fuego.

La significación indicada para estos dos términos ha sido aceptada por los técnicos mexicanos de la rama de prevención y combate de incendios.

Para proyectar un sistema de extinguidores portátiles, sean manuales o portátiles sobre ruedas, hay que considerar las condiciones siguientes:

1-) Que cualquier persona pueda aprender fácilmente a usarlos.

2-) Que la colocación de ellos haga fácil su pronta aplicación.

3-) Que su tipo corresponda al tipo de fuego a extinguir.

4-) Que su capacidad de extinción sea suficiente para la magnitud del fuego.

5-) Que su mantenimiento no sea complicado.

La aplicación o clasificación por tipos se ha establecido de acuerdo con las posibilidades del aparato extinguidor para apagar fuegos sobre ciertos materiales. Cada tipo de extinguidor presenta ventajas particulares, pero para juzgar con acierto su aplicación se debe tomar en cuenta las características de los materiales, equipo, o enseres sobre los que se va a esparcir su contenido, para apagar un fuego o para enfriarlos o protegerlos, con el fín de no causarles deterioros inútiles, además de los que el fuego llegue a causarles.

El uso de extinguidores encierra un principio que se tiene

que entender muy claramente: "Apagar un fuego cuando apenas se inicia". Para ello es indispensable cumplir con las cinco condiciones que se han señalado antes.Dos de esas condiciónes se indican siempre en cada aparato extinguidor:

a-) La clase de fuego en que se aplica,mediante una letra.

b-) Su capacidad de extinción mediante un número.

Este sistema permite establecer una equivalencia entre aparatos de diferente agente extintor.

EXTINGUIDORES DE LA CLASE A : son apropiados para usarse en fuegos de materiales combustibles corriente,tales como madera,papel, textiles,en los que se necesita una extinción eficaz por enfriamiento y sofocación.La numeración indica la eficacia extintora relativa a cada unidad.

Por ejemplo,una unidad que lleva la clasificación de 4-A, tiene aproximadamente el doble de capacidad de extinción que otra clasificada 2-A.Estos extinguidores pueden contener agua o soluciónes que la contengan en porcentajes altos,o bien polvos químicos secos especiales de multiuso.

EXTINGUIDORES DE LA CLASE B : son apropiados para fuegos de líquidos y gases inflamables,como gasolina,pintura y grasa,en los que es esencial un efecto de exclusión de oxígeno o interrupción de las llamas.La numeración indica la superficie,en piés cuadrados,de fuego en un líquido inflamable que puede extinguir un operario sin adiestramiento,durante una emergencia.Por ejemplo, una unidad que lleva la clasificación de 10-B tiene una capaci-

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

dad para extinguir un fuego,en la capa profunda de un líquido , de una superficie de 10 piés cuadrados.

Estos extinguidores pueden contener agua,polvos secos comunes,polvos secos de multiusos,anhídrido carbónico o hidrocarburos halogenados.

EXTINGUIDORES DE LA CLASE C : son apropiados para usarse en incendios de equipos e instalaciónes de energía eléctrica en los que la no conductividad dieléctrica del agente extintor es de suma importancia,debido al peligro de electrocución que entrañan los extinguidores a base de agua.Estas unidades no se clasifican numéricamente,ya que los fuegos de la clase C son esencialmente de la clase A o de la clase B,pero también se vinculan con equipos e instalaciónes de energía eléctrica.Consiguientemente,la protección se debe basar en el combustible que se está quemando.Estos extinguidores pueden contener polvo seco,anhídrido carbónico o líquidos evaporables.

EXTINGUIDORES DE LA CLASE D : son apropiados para usarse en incendios de metales combustibles,táles como magnesio,potasio,polvo de aluminio,cinc,sodio,titanio,circonio y litio.Las personas que trabajan en lugares donde hay peligros de incendios de la clase D deben conocer los peligros que encierra el uso de extinguidores de la clase A,B o C en fuegos de la clase D,como también la forma correcta de extinguirlos.Estas unidades no se clasifican numéricamente y tienen por objeto,únicamente,brindar protección contra peligros especiales.Estos extinguidores pue--

den contener cloruro de sodio o materiales grafitados.

Para efectos de señalización,se utilizan las siguientes -- claves para distinguir los extinguidores:

1-) Los extinguidores para incendio de la clase A deben identificarse con un triángulo que contenga la letra -- "A".Si se usa color,el triángulo debe ser verde.

2-) Los extinguidores para incendios de la clase B deben - identificarse con un cuadro que contenga la letra "B". Si se usa color,el cuadrado debe ser rojo.

3-) Los extinguidores para incendios de la clase C deben - identificarse con un círculo que contenga la letra "C". Si se usa color,el círculo debe ser azul.

4-) Los extinguidores para incendios de la clase D deben - identificarse con una estrella de cinco puntas con la letra "D".Si se usa color,la estrella debe ser amarilla.

Existen también aparatos extinguidores que sirven a la vez para combatir diferentes clases de fuego.Estos se pueden identificar mediante varios símbolos,de acuerdo a lo explicado anteriormente.

En ocasiónes,debido a las necesidades particulares de algún edificio para la extinción de un fuego,es necesario el uso de aparatos extinguidores de mayor tamaño y peso,de modo que para su movilización se requiere montarlos sobre dispositivos con ruedas o bien sobre vehículos si es necesario.

UBICACION DE LOS EXRINGUIDORES .- Los exringuidores se deben ubicar cerca de los peligros probables,pero no tan cerca como para que un fuego pudiera aislarlos o dañarlos.Si es posible,deben colocarse en los pasillos que normalmente se usan para entrada y salida del edificio.En lugares donde se almacenan materiales de alta combustibilidad,en cuartos pequeños o en espacios encerrados,los estinguidores deben colocarse en la parte exterior,nunca en el interior donde quedarían inaccesibles.

El extinguidor se debe colocar en un lugar visible.Por ejemplo,si está colgado en una columan o en un poste grande, debiera pintarse una banda roja visible alrededor del poste.También debieran colocarse letreros grandes para dirigir la atención hacia los extinguidores.La figura 17 nos da una idea de esto.

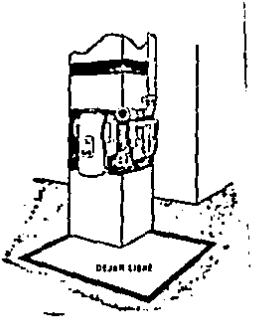


FIGURA 17.

Los extinguidores no deben quedar obstruídos o escondidos detrás de materiales,productos acabados o máquinas.Deben colocarse donde no puedan ser averiados por carretillas,grúas u otros equipos de operaciónes o resulten oxidados por procedimientos químicos.Si son instalados a la intemperie debieran ser protegidos contra los agentes naturales.

Para su colocación,se recomienda que su altura no exceda de 1.60 mts. desde el piso hasta la parte más alta del extinguidor.

DISTRIBUCION DE LOS EXTINGUIDORES .- Los extinguidores de distribuyen en los locales considerando dos puntos de vista;uno es que haya que recorrer sólo entre 15 y 30 metros para alcanzar alguno y otro es que por su capacidad de extinción cubran una área que puedan proteger efectivamente.

Las áreas de acuerdo con el riesgo general,que deben ser protegidas son las siguientes; Para riesgo ligera,de lugares con pocos materiales combustibles,se usará un aparato que tenga la capacidad de una unidad de extinción para cubrir una área de 240 metros cuadrados.Este es el caso de oficinas y edificios públicos.

Para riesgo ordinario,como son casos de almacenes comerciales y fábricas con poco riesgo,se deben cubrir cada 120 metros cuadrados con una unidad de extinción y cada aparato debe estar a la distancia de 30 metros de uno a otro,de manera que sólo haya que recorrer 15 metros como máximo para alcanzar alguno.

El los casos de riesgos altos como en madererías,fábricas de pinturas y otros semejantes se deben cumplir las anteriores indicaciónes y además reforzar la defensa con otros aparatos, - considerando que sean suficientes para controlar cualquier fuego que se inicie.

INSPECCION DE LOS EXTINGUIDORES .- La inspección rutinaria de - los extinguidores consiste en verificar su localización y sus - condiciones físicas a fín de que estén siempre listos para su - servicio.Entre las condiciones que se deben tomar en cuenta están: a-) Colocación, b-) Soporte, c-) Acceso, d-) Accesorios, - e-) Condición física, f-) Presión, g-) Carga, h-) Señal de su - localización.

Periódicamente debe hacerse un muestreo y sujetar algunos aparatos a pruebas físicas de resistencia así como comprobar el buen funcionamiento de las boquillas y válvulas,mangueras y cilindros auxiliares de presión.La carga de todo extinguidor debe dar amplia garantía en su capacidad de extinción y de preferencia estar sujeta a una especificación que comprenda características físicas y químicas,de manera que además de tener las adecuadas propiedades de extinción no impida la operación correcta del aparato en todas sus partes. Una propiedad importante es -- que no sea tóxico el material de la carga.

Como se había mencionado anteriormente,además de los equipos portátiles para la lucha contra incendios,existen también - los equipos fijos.Las instalaciónes fijas para combatir incen -

dios constan de una fuente de elemento extintor y de un sistema de tuberías con sus controles y dispositivos de manejo.El agente extintor más empleado es el agua o soluciónes espumantes, pero en casos necesarios se emplean el bióxido de carbono y polvos químicos.El diseño del sistema obedece a la disposición de los locales y a la forma en que están distribuídos los materiales que se van a proteger.

De los sistemas fijos de extinción,los rociadores automáticos o "sprinklers" son los que más se usan.Estos sistemas son fundamentales y han demostrado ser tan eficaces que la mayoría de los ingenieros de protección contra incendios les consideran como el equipo más importante para evitarlos.

De los medios disponibles de protección contra incendios, los rociadores automáticos son los más versátiles y confiables. Esto ha quedado demostrado con los años y una amplia variedad de incendios.

El costo de protección de los rociadores automáticos es relativamente bajo,comparado con la inversión total de una planta. Su promedio,generalmente,está en el órden del dos por ciento.

Además de los factores económicos,los rociadores automáticos tienen un extraordinario record en lo que a seguridad personal se refiere.Las pérdidas de vidas por incendios son muy raras allí donde se han instalado sistemas de rociadores bien diseñados y éstos son bien mantenidos.

Los sistemas de rociadores automáticos usan agua para ex -

tinguir el incendio en su etapa inicial,antes de que pueda propagarse.La tubería,conectada a los rociadores colocados a intervalos regulares,se instala a través de todo un edificio y se conecta a un suministro confiable de agua.Cuando hay un fuego,sólo accionan y descargan agua los rociadores más cercanos al fuego para controlarlo.

En un sistema rociador automático,el agua llega a cualquier parte del edificio protegido,en tubería de diversos diámetros y por lo general,están suspendidos del techo. El agua es retenida en la tubería por medio de válvulas automáticas que forman parte integral del rociador hasta que ocurre un fuego. Cuando la temperatura sube arriba de un valor predeterminado, el elemento sensitivo al calor,incorporado al rociador,se rompe o se funde y permite que la válvula se abra por la presión del agua.

Es común que se utilize un bulbo de cuarzo como elemento sensible al calor,el cuál resiste la corrosión y la presión del agua y al llegar a cierta temperatura se rompe en pequeñas partes permitiendo el paso del agua hacia el rociador.La figura 18 muestra los componentes de este tipo de rociador.

La eficiencia de un sistema de rociadores automáticos ha quedado demostrada por la relativamente poca cantidad de rociadores que se abren en la mayoría de los fuegos y por el elevado porcentaje de casos en que éstos han extinguido o controlado los incendios.Un estudio realizado en más de 500 000 incendios indica que aproximadamente las tres cuartas partes de ellos quedaron

circunscritos o extinguidos por seis picos rociadores y aún por una cantidad menor. Los rociadores son tan eficaces que en un noventa y seis por ciento de los casos estudiados extinguieron totalmente o controlaron los incendios. Este sistema puede servir, además como alarma de incendios si se instalan alarmas de flujo de agua en cada una de las columnas principales de alimentación.

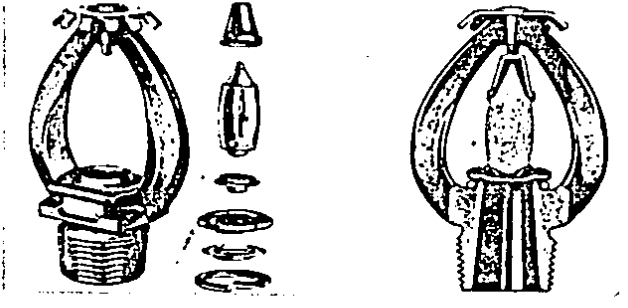


FIGURA 18.

Los sistemas de rociadores automáticos se pueden clasificar en sistemas de cañería con agua, que son los que más frecuentemente se utilizan, en sistemas de cañería seca, utilizados en lugares donde existen temperaturas de congelamiento y en sistemas alternos humedos y secos usados cuando sólo durante una época del año existen riesgos de congelamiento.

Muy pocas veces los rociadores dejan de extinguir un fuego;no obstante,cuando ocurre,ello generalmente obedece a los siguientes errores:

a-) No se dejan todas las válvulas de suministro de agua abiertas.

b-) Cierre prematuro de las válvulas de suministro de agua durante un incendio.

Otras causas de fallos pueden ser congelamiento de la cañería,materias extrañas que obstruyen el sistema,corrosión de los rociadores,suministro insuficiente de agua.

Una red de agua para combate de incendios debe constar de un sistema de alimentación o depósitos,de un sistema de bombeo, de tubería y sus accesorios,hidrantes o tomas y mangueras con sus boquillas.Para efectuar la circulación del agua en la tubería,la bomba debe suministrar la potencia necesaria para vencer las cargas o columnas que se presentan en forma natural y que requieren que se aplique trabajo para mover el agua.

Para explicar como son éstas cargas podemos referirnos a la figura 19 en la que están señaladas dos posiciónes de la unidad de masa de agua,dentro de un circuito cuyo nivel más bajo o punto de menor presión es el A-A. Esta unidad,recibe una presión debido a la columna de agua que está arriba de ella y por otra parte tiene capacidad para desarrollar trabajo al descender hasta el nivel más bajo.

Esto acontece aunque no haya circulación del agua y se puede aplicar a cualquier punto del circuito.

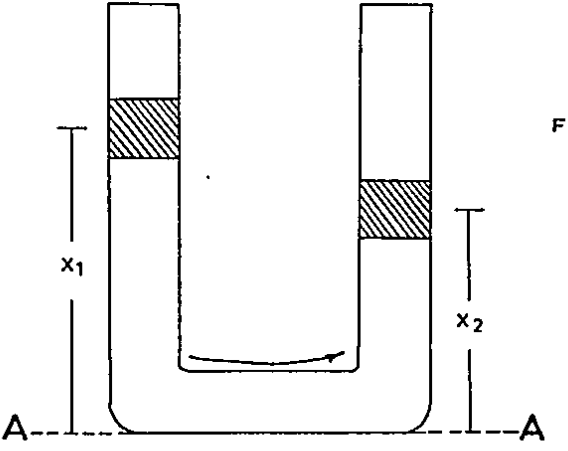


FIGURA 19.

Para dar movimiento al agua hay que aplicarle energía con lo cuál adquiere velocidad y produce un gasto de acuerdo con el diámetro del tubo. Simultáneamente se registra una resistencia por fricciónes, que también es necesario vencer con otra cantidad de energía. Las formas de energía descritas actúan sobre la unidad de masa y su totalidad tiene que ser suministrada por la bomba.

Aunque tienen características físicas diferentes en su manifestación energética, las cargas o columnas deben ser expresa-

das en iguales unidades para poder hacer su suma,y también que se basen sus mediciónes o cálculos en factores físicos posibles de medir.

El trabajo realizado se puede expresar de la siguiente forma:

TRABAJO = ALTURA+PRESION+VELOCIDAD+FRICCION

La Potencia es el trabajo por unidad de tiempo.

La circulación de agua dentro de una red debe controlarse tomando en cuenta los siguientes principios físicos:

a-) El caudal de agua o gasto es igual al producto de la sección del tubo por la velocidad del agua.

b-) A mayor velocidad corresponde mayor pérdida de presión.

c-) A mayor recorrido corresponde mayor pérdida de presión.

d-) A mayor diámetro corresponde menor pérdida de presión.

e-) A mayor diámetro corresponde menor velocidad de circulación.

f-) En todos los puntos de unión se igualan las presiónes.

g-) Todos los accesorios,como válvulas,codos,etc.,causan pérdidas de presión.

h-) Las boquillas controlan gastos y velocidades.

i-) Las boquillas controlan la aplicación de presión.

j-) Una red en circuito cerrado favorece el equilibrio de las presiónes.

En plantas grandes donde hay lugares que están a considera

ble distancia de los hidrantes públicos o donde no los hay,los hidrantes debieran instalarse en los lugares convenientes de -- los patios de la planta.La cantidad necesaria depende de los peligros de incendio y el alcance de las mangueras hasta lugares donde hay construcciónes o equipos a protegerse.

Las conexiónes externas para los servicios de bomberos y que provean agua a los sistemas de rociadores o las mangueras - deben ser accesibles y estar libres de obstrucciónes.La boca de descarga debiera estar,por lo menos, a 45 cm. por encima del nivel del suelo o del piso.Los hidrantes y las casillas para mangueras deben estar libres de vegetación,nieve y materiales almacenados.

El hidrante debe estar protegido contra daños mecánicos, - aunque la protección no debiera convertirse en un obstáculo para su eficiencia.

En cuanto a las conexiónes de los hidrantes,éstas debieran ser controladas con el servicio municipal de bomberos para asegurarse que son de un tamaño y rosca que podrán acoplar a sus equipos.

Algunos peligros especiales requieren métodos de extinción o control sin usar agua.Cada uno de estos diversos métodos disponibles ofrecen ciertas ventajas y limitaciónes que deben considerarse al elegirlos.Estos sistemas,en general,se instalan para complementar a los sistemas de rociadores automáticos más - bien que para reemplazarlos.

Existen,por ejemplo,los sistemas de espuma que pueden ser automáticos o manuales.Es posible contar con uno o varios extinguidores portátiles de espuma o bien un sistema de cañería fija por la cuál las soluciónes espumógenas van hacia las salidas.

Los sistemas de espuma se usan frecuentemente para proteger tanques de inmersión,salas de almacenamiento de pintura y tanques de asfalto para revestimiento.También se han desarrollado sistemas de espuma para extinguir fuego en tanques,inyectando espuma por debajo de la superficie del líquido.

Hay dos clases de espumas: la química y la mecánica.La espuma química se forma por una reacción química en la cuál una masa de burbujas de anhídrido carbónico y un agente espumante producen una espuma expandida.

La espuma mecánica se produce en una solución espumante mediante el paso de una corriente de aire dentro de ella.La solución espumante es de tipo acuoso con un concentrado líquido,o un polvo,que se dosifican en la corriente de agua.

Existen además de los sistemas de espuma,sistemas a base de químicos secos,de halones,de vapor,etc.

C A P I T U L O V

SEÑALIZACION EN EDIFICIOS

SEÑALIZACION EN EDIFICIOS

Disposiciónes legales

Capítulo VI. De los avisos de seguridad e higiene en el -- trabajo.

Artículo 221. En los centros de trabajo en que deban tomarse -- precauciónes especiales o usarse equipos de protección obligatoria de acuerdo con este reglamento y conforme los instructivos que la autoridad laboral expida,se colocarán avisos en lugares visibles,los que deberán ajustarse a lo que establecen las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

Artículo 222. Los patrones están obligados a colocar en lugar - visible de las áreas de trabajo avisos de seguridad e higiene y propaganda para la prevención de riesgos,en función de la naturaleza de las actividades que se desarrollen en cada centro de trabajo.Las comisiónes de seguridad e higiene vigilarán el cumplimiento de esta obligación.

Generalidades sobre la señalización

La ingeniería de seguridad se encarga de la prevención y - combate de incendios y es auxiliada por la ingeniería de méto - dos,el estudio del trabajo,el estudio de los procesos industriales,el estudio de los materiales,el estudio del ambiente y la - estadística. El análisis de causa a efecto da lugar al planteo del control de sucesos que tendrán una posible realización futura.La experiencia es el apoyo para determinar el método y los - procedimientos,la administración,las ciencias del hombre,la medicina y las ciencias de la ingeniería forman juntas el camino para ese objetivo integradas en un solo pensamiento que se ha designado como "prevencionismo".

Este,enfocado inicialmente a evitar y combatir los accidentes,es un instrumento de acción generalizable a otros campos de acción.La seguridad Industrial está regida por el prevencionismo como una base filosófica y como una metodización de especiales características.

La accidentabilidad puede definirse,en forma sencilla,como la propensión de las personas a incurrir en situaciónes riesgosas,voluntaria o involuntariamente,y ser así productores de accidentes.Los estados condicionantes del comportamiento son una realidad,por lo que es conveniente estudiarlos y tratar de situar aquellos que sean capaces de orillarnos al riesgo,con el - fín de establecer una adecuada prevención.

Este estudio debe basarse en la selección de variables a - estudiar y en el método a seguir,de acuerdo con la naturaleza - de ellas.

Los factores que afectan al individuo humano en sus actividades son de dos tipos:los físicos y los psicológicos; por lo - mismo el planteo de su accidentabilidad es más complicado que - para un aparato mecánico,pero sigue una forma semejante,en teoría a la máquina.La accidentabilidad personal se revela y se -- realiza en el momento de actuar ante el riesgo,respondiendo ya sea con una conducta insegura o con una conducta segura.

Esta última requiere llenar dos requisitos: capacidad de - decidir con rapidez y capacidad de discernir sobre lo que se debe hacer.De ahí que para obtener una conducta segura se necesitan conocimientos que definan lo acertado de la acción,además - de las cualidades psicológicas del individuo,es fácil pues considerar que sin conocimientos no se puede tener seguridad y que la ignorancia es un motivo indiscutible de accidentes.

La figura 20 muestra la pirámide de las causas del accidente.

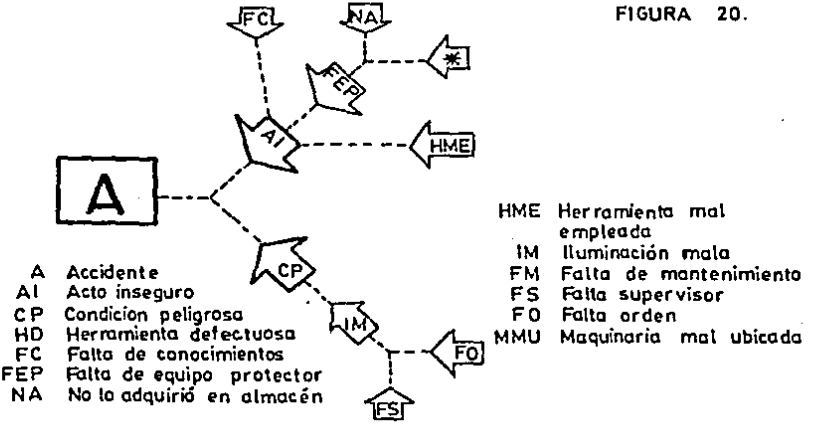
Para la prevención psicológica del individuo,se tiene un apoyo en campañas educativas,de inducción y promoción apoyadas a su vez en carteles,slogans,folletos,concursos,conferencias,películas,reconocimientos y estímulos.

Los carteles son un método efectivo de señalización y llevan mensajes importantes,ya que contienen ideas de los mismos -

trabajadores,nacidos de la experiencia del trabajo.Los concursos de carteles,forman una importante línea de actividad en la promoción de la seguridad en todo centro laboral,porque hacen que el trabajador tome parte activa en ella y vea que sus reflexiónes- y conocimientos llegan a los compañeros y que son motivo de a-- precio y estímulo por parte de los jefes.

En México se verifican concursos nacionales en los que intervienen la mayor parte de las industrias a través de los organismos promotores y coordinadores correspondientes.Esta es una de las fases de la promoción que el encargado de seguridad no - debe dejar nunca que esté inactiva.

FIGURA 20.



En el campo de la señalización,el empleo del color tiene - una importancia mayor.El color es una sensación integrada por - ondas luminosas de diversas longitudes.La integración se realiza en la retina del ojo por medio de los elementos sensibles a los colores básicos azul,rojo y verde.

Un importante aspecto en la aplicación de colores es el efecto subjetivo que causan por su tinte y por sus tonos.La preferencia por determinados colores se funda en la parte final de el proceso de recepción de los efectos luminosos,en el cerebro y en sus efectos de tipo mental.

Los dos colores,con sus diversos tonos,que tienen una mayor preferencia son los rojos y los azules y el que menos tiene es el violeta.Como ejemplos de efectos se pueden citar que el - rojo produce sensación de calor,abrigo y excitación general;el azul es tranquilizante y sus tonos claros dan sentido de amplitud y frescura,que el verde es un equilibrante del sistema nervioso y el amarillo y anaranjado facilitan algunas funciones vitáles como la digestión.

La finalidad de distinguir por medio de colores los elementos operantes,fijos y móviles,de una instalación industrial,un almacén,patios o recintos de trabajo,es aumentar la seguridad - del personal que labora en ellos.

La aplicación de cualquier clave de colores debe ser lo -- más sencilla y práctica posible para que sea comprendida y memorizada por todos,aún por el personal de menor instrucción.La se

lección de colores se hace estableciendo sobre las bases fisiológicas de la visión del ojo humano una serie de colores fundamentales,que son fácilmente distinguibles por la mayoría de las personas (visión normal) y por las sensaciónes táles como el -- frío,calor,tranquilidad y otras.

Una profusión y revoltura de piezas de diversos colores es tan inadecuada como la carencia de distinción colorida entre los diversos enseres que nos rodean;también los colores oscuros,los fuertes y la iluminación excesiva son nocivos.

La buena organización de los colores ayuda a tener órden y seguridad.Los avisos e indicaciónes deben llevar colores en forma independiente de los colores generales,en ellos debe buscarse facilitar la rápida lectura o el poder distinguir bien figuras cuando las haya.

En el caso de señalización de peligros de incendio se usa el color rojo,básicamente en:

- Carteles y señales de peligro.
- Lugares de salida de emergencia,en caso de fuego.
- Los hidrantes para incendios en los edificios industriales.
- Las bombas de agua para incendios.
- Todo equipo contra incendio.
- Tubería e instalación contra incendios.
- Recipientes portátiles que contengan líquidos inflamables con un punto de inflamación de 80 °F o menor;a estos

además de pintarse en rojo se les pinta una banda amarilla con el nombre del líquido.

- Estaciónes y equipos de bomberos.

C A P I T U L O V I

ALMACENAJE Y MANEJO DE MATERIALES COMBUSTIBLES

ALMACENAJE Y MANEJO DE MATERIALES COMBUSTIBLES

Disposiciónes legales

TITULO SEPTIMO

DEL MANEJO,TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO
DE SUSTANCIAS INFLAMABLES,COMBUSTIBLES,
EXPLOSIVAS,CORROSIVAS,IRRITANTES o TOXICAS.

Capítulo I. - De las sustancias inflamables y combustibles.

Artículo 122. Las sustancias inflamables y combustibles deberán ser almacenadas,transportadas y manejadas de tál manera que se disminuyan los riesgos de incendio,de conformidad con lo que establezcan los instructivos correspondientes.

Artículo 123. Queda prohibido fumar,introducir fósforos,dispositivos de llamas abiertas,objetos incandescentes y cualquier otra sustancia susceptible de causa incendio o chispa en áreas en las que se almacenen y manejen sustancias inflamables o combustibles;al efecto, se deberán colocar avisos en lugares claramente visibles de acuerdo con la norma oficial mexicana.

Artículo 124. Los tanques de almacenamiento y transporte debe -

rín estar conectados eléctricamente a tierra.
Artículo 125. Los ductos usados para conducir líquidos inflamables o explosivos,deberán contar en el punto de descarga con -- dispositivos adecuados de ventilación para escape.

INSTRUCTIVO No. 5 RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS DE TRABAJO PARA EL ALMACENAMIENTO,TRANSPORTE Y MANEJO - DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.

I. DISPOSICIONES GENERALES.

1. En los centros de trabajo donde se almacenen,transporten o - manejen sustancias inflamables o combustibles;los patrones de - ben disponer las medidas para prevenir y proteger a los trabajadores contra el riesgo de incendio,de conformidad con lo que establece el presente instructivo,teniendo en cuenta lo siguiente;

a-) Las características Físicas y Químicas de las sustan - cias.

b-) Los procesos y procedimientos de trabajo.

c-) Las instalaciónes,maquinaria y equipo.

d-) El equipo de protección personal correspondiente,que - se debe proporcionar a los trabajadores,con las características que señalen las Normas Oficiales Mexicanas- respectivas.

e-) Las temperaturas del medio ambiente laboral.

II. DE LOS LOCALES.

2. En los locales donde se almacenen,manejen o transporten sustancias inflamables o combustibles,se deben adoptar las medidas siguientes:

a-) Las paredes,pisos y techos deben ser de materiales resistentes al fuego.

b-) Instalar la ventilación que técnicamente se requiera, para evitar el riesgo de incendio.

c-) Aislarlos de cualquier fuente de calor.

d-) Instalar los equipos y las líneas eléctricas que se requieran con las características que señale la Norma Técnica para instalaciónes eléctricas en vigor.

e-) Colocar avisos en lugares visibles que indiquen los -- riesgos específicos,así como con advertencias de no fumar y evitar la presencia de cualquier otro tipo de ignición.Estos letreros deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-S-15 en vigor.

3. En los locales donde se almacenen,manejen o transporten sustancias inflamables o combustibles,no se debe permitir la acumulación en el piso de desperdicios impregnados de dichas sustancias,éstos deben ser eliminados de inmediato o depositados en - recipientes cerrados resistentes al fuego,cuyo contenido debe eliminarse por lo menos diariamente.

4. En los locales donde se almacenen,manejen o transporten sus-

tancias inflamables o combustibles se debe tener el equipo para la extinción de incendios,de conformidad con lo que establece - el Artículo 15 del Reglamanto General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

III. DEL ALMACENAMIENTO.

5. El almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles - debe hacerse en edificios o locales aislados y resistentes al - fuego,de conformidad con lo que establece el Artículo 12 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
6. En los edificios o locales a que se refiere el punto anterior, se debe evitar que las sustancias o combustibles puedan calen - tarse por exposición a fuentes naturales o artificiales de calor así como por la presencia de fuentes de ignición.
7. Los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles deben colocarse sobre cimentaciónes de material resistente al fuego.
8. Los recipientes fijos de almacenamiento,y las tuberías,conexiones,válvulas y accesorios para sustancias inflamables o combustibles,deben tener las características y especificaciónes -- que marcan las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
9. Los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles deben estar identificados con letreros -- que indiquen lo que contienen y el riesgo específico.

Estos letreros deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-S-15 en vigor.

10. Los recipientes fijos de almacenamiento y las tuberías que conducen las sustancias inflamables y combustibles deben tener sistemas que interrumpan el flujo y permitan su aislamiento en el caso que se requiera hacer reparaciónes o mantenimiento, para evitar fugas o derrames.

11. En los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles el llenado debe hacerse a un máximo de el noventa por ciento de su volúmen y estar provistos de dispositivos que eviten que se rebase el límite establecido.

12. Los recipientes fijos donde se almacenen sustancias inflamables o combustibles deben contar con dispositivos arrestadores de flama y de relevo de presión, que descarguen hacia otros lugares donde no provoquen riesgos de incendio o explosión.

13. Los recipientes portátiles para el almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles deben tener las características siguientes:

a-) Mantenerse herméticamente cerrados hasta el momento de vaciarse.

b-) Estar identificados con letreros que indiquen su contenido y peligrosidad.

IV. DEL TRANSPORTE.

14. El transporte de las sustancias inflamables,combustibles y de líquidos a altas temperaturas en los centros de trabajo,debe hacerse mediante sistemas de tuberías,en recipientes portátiles o equipos similares herméticamente cerrados con las características que señalen las Normas Oficiales Mexicanas Correspondientes.

15. Los sistemas de tuberías que conduzcan sustancias inflamables combustibles o líquidos a altas temperaturas y que estén expuestos al tránsito de trabajadores o maquinaria,deben contar con la protección necesaria para evitar que sean dañados.La protección no debe impedir la inspección y el mantenimiento de dichos sistemas de tubería.

16. Los sistemas de tuberías que conduzcan sustancias inflamables o combustibles no deben colocarse cerca de motores,conmutadores,flamas descubiertas o cualquier equipo que pueda producir chispas.

17. Los sistemas de tuberías que conduzcan sustancias inflamables,combustibles o líquidos a altas temperaturas deben ser identificados y señalar su peligrosidad por medio del código de colores que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

V. DEL MANEJO.

18. En los centros de trabajo donde se almacenen,transporten o

manejen sustancias inflamables o combustibles que desprendan - vapores,polvos o fibras,los patrones deben establecer los sistemas de aspiración que técnicamente se requieran para la captación de los mismos.

19. Los recipientes portátiles en donde se transporten o manejen sustancias inflamables o combustibles y que por sus características físicas no puedan ser operados manualmente por los trabajadores,se deben operar con los dispositivos mecánicos que se requieran.

20. El patrón debe hacer del conocimiento de los trabajadores - los procedimientos necesarios para el almacenamiento,transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles para prevenir el riesgo de incendio.

21. En los locales de trabajo,donde se manejen sustancias inflamables o combustibles,las cantidades de dichas sustancias que - se requieran para el proceso productivo,deben limitarse a lo necesario para un día de trabajo.

22. Las sustancias inflamables o combustibles no deben descargarse al drenaje municipal.En caso de derrame accidentál,debe - preveerse de instalaciónes de fosas o áreas cerradas colectoras de dichas sustancias para contenerlas;las dimensiónes de dichas fosas deben estar de acuerdo al volúmen del líquido almacenado.

23. En los locales de trabajo donde se manejen sustancias inflamables o combustibles se debe vigilar el uso de herramienta y evitar que los trabajadores porten objetos personales,ropa y za-

patos que puedan producir chispas.

24. El patrón debe proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal,de acuerdo al riesgo específico,de conformidad con lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Almacenamiento y manejo correcto de sólidos y líquidos combustibles.

El movimiento de materiales y el almacenamiento comprenden un conjunto de operaciónes generales y de principios básicos,cuyo conocimiento es indispensable para establecer en cada lugar y en los casos concretos,las resoluciónes más adecuadas para hacer más eficiente el trabajo y eliminar riesgos.

La importancia del buen manejo de materiales y de su correcto almacenamiento significa hasta una quinta parte del costo de producción y determinan cerca de una cuarta parte de los accidentes de una fábrica.

El personal que maneja material o esté a cargo de un almacén debe ser instruído completamente para que conozca los materiales y objetos,del tipo de envase o protecciónes que deben llevar,del uso que se les dá y los riesgos que presentan.También tiene que conocer el equipo para transportarlo y la herramienta para abrir envases,desarmar embalajes y efectuar otras operaciónes de rutina.

Para que haya una efectiva y correcta realización del manejo de materiales y una técnica adecuada en el almacenamiento, aparte de la instrucción,tiene que establecerse una reglamentación mínima con carácter de obligatoria que señale procedimientos y obligaciónes.Cuando se maneje o almacene algún tipo de material que amerite cuidados especiales por su fragilidad,importancia o peligrosidad se debe establecer una metodización particular y advertir a todos acerca de ella.

Este es el caso de sitios en que se almacenan explosivos, líquidos inflamables,substancias químicas,aparatos de laboratorio,científicos y otros.

Todo local debe llenar las necesarias condiciónes de construcción adecuada en materiales y espacios con las instalaciónes complementarias que se necesiten. Debe tener ventilación, iluminación,pisos y puertas que satisfagan las operaciónes que se efectuarán dentro de ellos.También tendrán métodos de combate contra incendios de acuerdo con los materiales que guarden.

La limpieza debe ser diaria y completa. Los materiales clasificados como peligrosos deben estar en locales hechos especialmente con la forma y materiales que correspondan.Sus condiciónes ambientáles deben ser vigiladas contínuamente y corregidas de inmediato cuando se noten fallas que propicien accidentes.

Dentro de los almacenes no se debe fumar;ésto hay que indicarlo claramente y hacer que se cumpla.

Se denominan líquidos inflamables a los combustibles ligeros que en condiciónes ambientáles se vaporizan con rapidez y - por la fácil dispersión de sus vapores en el aire producen mezclas que arden en forma explosiva.Se caracterizan por tener temperatura de ignición o de combustión inicial menor de 94 grados centígrados.

Los vapores de los líquidos inflamables que son más pesados que el aire tienden a quedarse inmóviles en rincones o partes bajas de los locales con poca ventilación y también forman masas alargadas que pueden llegar a distancias considerables de el sitio de origen y prenderse al encontrar una flama.Los líquidos inflamables de uso más común son las gasolinas,los solventes,el aguarrás,la acetona,el alcohol,el tiner y los desmanchadores.

Los sólidos inflamables son aquellos materiales que causan fuego fácilmente por exposición al calor,por absorción de humedad o por fricción.Entre estos materiales se encuentran los siguientes:

A-) Productores de fuego por calor moderado pueden ser la Nitrocelulosa,el polvo de carbón,etc.

B-) Productores de calor por absorción de humedad pueden - ser algunos elementos químicos como el calcio,sodio,potasio y selenio entre otros.

c-) Productores de calor por fricción pueden ser el azufre, fósforo rojo,blanco y amarillo,etc.

En el manejo y almacenamiento de inflamables,líquidos o sólidos,los riesgos dependen en su magnitud de la CANTIDAD de materiales que se tenga junta,de la VENTILACION de los locales,de lo adecuado de los RECIPIENTES y de la proximidad de alguna fuente de IGNICION que pueda tenerse,así como de la correcta instalación ELECTRICA del almacén.

Por la gran variedad existente de productos químicos y el consumo de los mismos se presenta el problema de su transporte, desde los lugares donde se producen hasta donde se emplean.Los productos sólidos presentan menos riesgo que los líquidos por lo general,y de ahí que se tenga que diseñar recipientes de diversos volúmenes y formas para el acarreo de estos últimos.Entre los más usuales están los tanques automotores y los carros tanque de ferrocarril.

El interés de hacer un transporte seguro debe ser tanto de el productor y del comprador como del transportador,no sólo por lo útil o costoso del material sino por la responsabilidad de evitar accidentes que fácilmente tienen efectos de desastre,y porque en caso de que lleguen a suceder,su resolución requiere de la acción de esas tres partes para el control y defensa contra el peligro de esa clase de sustancias,cuyas propiedades específicas no siempre son conocidas por el transportista.

Es también obligación de los tres no crear riesgos para la población civil y sus bienes o contra la salud.

C A P I T U L O V I I

APLICACION PRACTICA DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO EN LA INDUSTRIA

APLICACION PRACTICA DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO EN LA INDUSTRIA

Dentro de la realización de este trabajo de investigación, he tenido la oportunidad de visitar la planta IBM de México,ubicada en el corredor industrial de El Salto,Jalisco y ha sido el Ingeniero Sergio Delgado,jefe del departamento de seguridad de la planta quien ha tenido la amabilidad de explicarme el funcionamiento de los sistemas de seguridad contra incendios que ellos utilizan.

Es política de la compañía el buscar la prevención de accidentes de toda índole y para ello el departamento de seguridad se ha dividido en dos enfoques;uno de ellos se relaciona con el bienestar y la seguridad de las personas y se denomina "safety"; el otro es un cónjunto de recursos tendientes a evitar las pérdidas materiales y lo llaman "security".

Es importante señalar que en cuestión de normas,no solo se cumple con las establecidas a nivel nacional por la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad,sino que además se cumple con lo establecido por la N.F.P.A. que es el organismo americano encargado de la prevención de incendios.

Por otra parte,la empresa está asegurada por una compañía

de origen Británico,la cuál supervisa y exige que se cumplan - rigurosamente una gran cantidad de especificaciónes.

En IBM se ha buscado contar con la cooperación de todas - las personas que ahí laboran,para fines de prevenir incendios y se ha buscado también que exista una buena comunicación interdepartamental y así contar con nuevas ideas,métodos,sistemas y experiencias.

Una de las disposiciónes adoptadas por el departamento de seguridad consiste en efectuar periódicamente prácticas para incendios con el fín de adiestrar a las personas acerca del significado de las señales y saber cuál es la manera segura de proceder en caso de siniestro. Según estudios de tiempos,se ha encontrado que es razonable lograr la total evacuación del edificio en tres minutos aproximadamente,pero se han logrado tiempos de un minuto con veinte segundos en anteriores intentos realizados.

Además de los simulacros,cada jefe de departamento se encarga de buscar la instrucción del personal a su cargo mediante diversos métodos como películas,conferenicas,folletos,etc. y - con cierta frecuencia se realizan exámenes escritos de conocimientos para conocer el grado de preparación de las personas para actuar en situaciónes difíciles.

Se cuenta también con una brigada contra incendios,integrada por elementos ampliamente capacitados para proceder adecuadamente en caso necesario. Este equipo especial realiza constante

mente rondas de vigilancia por todas las áreas de la planta y mantiene contacto frecuente con el departamento de bomberos; en la planta se han tenido conatos de incendio,los cuáles en ningún caso han pasado a tener mayores consecuencias gracias a esta brigada. También han tenido oportunidad de colaborar en la extinción de incendios en otras empresas vecinas a la planta.

A pesar de que el riesgo de incendio en la planta es relativamente bajo debido a los procesos y materiales utilizados,se ha buscado dar a la estructura de concreto la protección requerida por la N.F.P.A. dando al acero de refuerzo el espesor de recubrimiento requerido.

Otra estrategia empleada consiste en el principio de la compartimentación;se pueden encontrar pantallas contra fuegos en lugares claves como son el acceso que une el almacén con el área de servicios. En este lugar existe un portón metálico,resistente al fuego,el cuál permanece abierto a menos que la temperatura aumente dentro del almacén y funda un dispositivo que permite el deslizamiento automático de la puerta,aislando ambos departamentos y evitando la propagación del fuego.

Además existen diversas puertas metálicas contra fuegos en otros lugares como en los cubos de escaleras,que tienen el mismo objetivo.

Las salidas de emergencia conducen hacia el exterior y se encuentran perfectamente señaladas mediante carteles y señales luminosas.Además,estas vías de escape se encuentran libres de to

do tipo de obstáculo,lo cuál facilita el desalojo del personal.

Cada puerta de emergencia cuenta con un dispositivo para - que al momento que sea abierta se dispare la alarma general. Para fines de detección de fuegos,existe un puesto de vigilancia permanente,desde el cuál,mediante un sistema de circuito cerrado de televisión,es posible vigilar todas las áreas de la planta,incluyendo el exterior de la misma.

También es posible;en este lugar,conocer si alguno de los detectores ha sido activado; desde aquí se opera el sistema de voceo y la alarma sonora que advierte a todos si es necesario.

En cuanto al equipo para la lucha contra incendios,se puede decir que como carta fuerte se encuentra la red de rociadores que cubren la mayor parte de la superficie de la planta. Estos rociadores se activan cuando la temperatura alcanza los 160°F.

También se cuenta con hidrantes colocados en cada departamento del interior y además los hay en el exterior. En un lugar cercano a cada hidrante se ubican las respectivas mangueras; otro punto importante lo forman los aparatos extinguidores,dis - tribuídos en forma conveniente en toda la planta y con los compuestos adecuados según el material a extinguir.

Existe en el área de servicios un equipo de espuma,que consiste en un aparato portátil con un dispositivo a manera de depósito para la solución espumógena y una válvula mezcladora. El aparato se conecta,mediante una manguera a cualquier hidrante y se puede regular la salida del líquido extintor a manera de cho

rro directo o bien como chorro expansivo. La mezcla usual es a razón del 2% . Todos los hidrantes del interior de la planta tienen un diámetro de salida de 1.5" ,mientras que los exteriores de 2.5 pulgadas.

Todo el equipo para el combate de incendios es revisado periódicamente y se le da mantenimiento. En la figura 21 se explica la forma en que está dispuesta la red de agua que abastece el sistema contra incendios.

El agua es extraída de los pozos profundos mediante una -- bomba de 100 caballos de fuerza y es almacenada en una cisterna, la cuál tiene un espacio dedicado para el agua de uso doméstico y otro lugar para los casos de incendio. El agua destinada para apagar incendios se respeta aún cuando se agote el agua de uso normal.

Se tiene una toma especial para el llenado de pipas cerca de los pozos profundos y el tiempo de llenado es de 5 min.

Se ha dispuesto un anillo o red contra incendios con tubería de 10" de diámetro,la cuál alimenta a los montantes y éstos a los rociadores e hidrantes. El diámetro de la tubería de los montantes es de 8".

El anillo tiene 25 válvulas seccionales mediante las cuá - les es posible encausar el flujo del agua hacia los sitios de - seados.Cada válvula permanece abierta y mediante candados se impide que sean cerradas;sólo el personal autorizado posee las llaves que abren estos candados.Los montantes tienen válvulas ver-

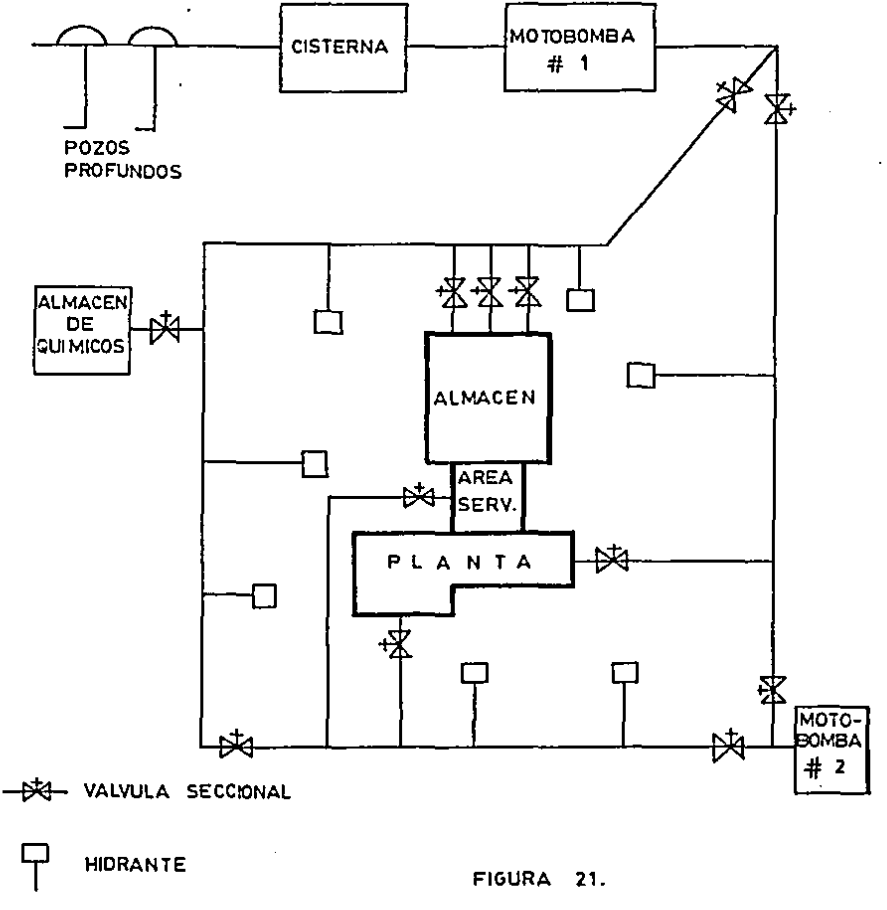

CISTERNA
MOTOBOMBA # 1
POZOS PROFUNDOS
ALMACEN DE QUIMICOS
ALMACEN
AREA SERV.
PLANTA
MOTO-BOMBA # 2
VALVULA SECCIONAL
HIDRANTE

FIGURA 21.

ticales igualmente protegidas.

La presión requerida para la red es proporcionada por las motobombas uno y dos, las cuáles trabajan alternadamente y tienen un diámetro de salida de 12 pulgadas. Estas son bombas de succión diesel marca "CUMINS" automáticas con válvula check.

La motobomba, al llegar a suministrar una presión de 120 Libras por pulgada cuadrada, se desactiva y sólo se enciende de nuevo cuando existe una fuerte disminución de presión (al activarse los rociadores, usar algún hidrante, etc.).

Debido a que la red tiene fugas, existen dos bombas auxiliares pequeñas que se encienden al descender la presión a 100 PSI y recuperan la presión requerida. En el cuarto de bombeo existe una válvula capaz de aislar todo el servicio.

El agua, antes de ser bombeada, es analizada y se extrae mediante un múltiple de pruebas. Se cuenta con equipo purificador y ablandador de aguas marca "CULLIGAN" además de un equipo hidroneumático que provee el agua de los servicios.

Toda el agua que ha sido utilizada en la planta, pasa por una instalación de tratamiento de aguas negras antes de ser eliminadas por un canal de conducción a cielo abierto.

El almacén de químicos, ubicado fuera del conjunto de la fábrica, es un lugar especialmente protegido, debido a los materiales, sólidos y líquidos que ahí se contienen, por su peligrosidad.

Este almacén tiene cinco compartimentos y cada uno tiene un sistema de seguridad especial dependiendo de los materiales

almacenados.

El primer departamento contiene residuos de todo tipo y el segundo contiene recipientes de gases. Estos lugares cuentan -- con extinguidores y detectores de humo conectados al puesto de vigilancia. Las divisiónes son a base de tela "ciclón" por lo - que la ventilación es adecuada.

El tercer departamento es una área de despacho de materiales flamables en general. Existen extractores de humo y un sistema de alarma con interruptor.

El departamento número cuatro contiene ácidos corrosivos y alcalinos; existe una barra de aterrizaje que evita los problemas de electricidad estática.

El quinto departamento contiene un material denominado P.-C.B. ,el cuál no es degradable y es altamente contaminante,por lo cuál no es desechado sino que se almacena.Este lugar cuenta con detectores de humo y extinguidor además de una ventana que permite la ventilación.

Es importante señalar que en los departamentos 3,4 y 5,los marcos de las puertas no están fijos al muro,sino solamente están ensamblados en un contramarco y a la vez están sujetos mediante cadenas a los mismos contramarcos;esto permite que en caso de explosión en el interior de los compartimentos,se libere la presión sin que sea peligrosamente despedida la puerta hacia el exterior.

El almacén de químicos cuenta con un hidrante abastecido -

por una de las válvulas seccionales de la red periferica:además se cuenta con sistema de voceo.

Como conclusión,es posible decir que la planta IBM se encuentra adecuadamente protegida,a pesar de que no existe un alto riesgo. Y se afirma esto no solo por las instalaciónes y equipos con que se cuenta,sino porque existe todo un departamento de ingenieros y técnicos concientes de lo que significa la seguridad y toman en cuenta hasta los detalles más pequeños; otro punto importante es que se cuenta con la colaboración de todo el personal. Esta empresa busca el cien por ciento de efectividad en el trabajo y por consiguiente en la seguridad y es fácil darse cuenta que se hacen grandes esfuerzos para lograr este objetivo.

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo del sistema de protección contra incendio así como la red hidráulica de una fábrica con características similares a las de I.B.M. de México.

Las bases para el diseño de la red son las siguientes: se dispone una instalación periferica que alimenta a los rociadores e hidrantes. El sistema trabaja a presión,misma que es proporcionada por dos conjuntos de bombeo que funcionan alternadamente según sea necesario. La fuente de abastecimiento son dos pozos profundos de los cuáles se obtiene el agua que es almacenada en la

cisterna.

Todos los hidrantes exteriores son de 2 1/2" de diámetro , mientras que los interiores son de 1 1/2". Todos los rociadores son de 1/2" de diámetro. Las mangueras de los hidrantes exteriores e interiores tendrán una longitud de 30 mts.

La separación entre rociadores es de 3 mts. como máximo;la presión y gasto en rociadores e hidrantes son de acuerdo a los reglamentos de la N.F.P.A.,así como los diámetros de los ramales que alimentan a los rociadores. No se pueden alimentar más de 75 rociadores con un solo tubo montante. Además se considera que el terreno no cuenta con desniveles significativos.

También es necesario considerar los siguientes puntos:

- El área de diseño será la hidraulicamente más desfavorable y deberán incluirse todos sus rociadores.
- Cuando no sea obvio que esa área considerada sea la más desfavorable en cuanto a gasto y carga,se deberán analizar otra zonas.
- Cada rociador en el área de diseño deberá descargar con un gasto por lo menos igual al mínimo estipulado (1.26Lps.).
- Los diámetros de los diferentes tramos se seleccionarán considerando que el gasto de cada uno de los rociadores en el área de diseño debe ser razonablemente el mismo,por lo que las pérdidas de presión deben ser mínimas en el área.

- El diámetro mínimo debe ser de 25 mm.
- En caso de que se tengan hidrantes y rociadores conectados a una misma red(como corresponde a nuestro caso), se deberán tomar en cuenta los que se supongan en uso simultáneo , tanto rociadores como hidrantes.
- Para una área mayor a 7,500 M2 construídos,se consideran 4 hidrantes en uso simultáneo.
- Las tuberías de 50 mm de diámetro o menores serán de fierro negro cédula 40 para roscar.
- Las de 64 mm de diámetro o mayores serán de acero sin costura,con extremos lisos para soldar,cédula 40.
- Se deberá contar con un almacenamiento de agua exclusivo para protección contra incendio,en proporción de 5 litros por metro cuadrado construído para los hidrantes y además 43,304 litros para abastecer a los 102 rociadores del área de diseño.

En este caso,la superficie construída es de 13,875 M2 por lo que la capacidad de la cisterna para uso exclusivo de protección contra incendio deberá ser de :

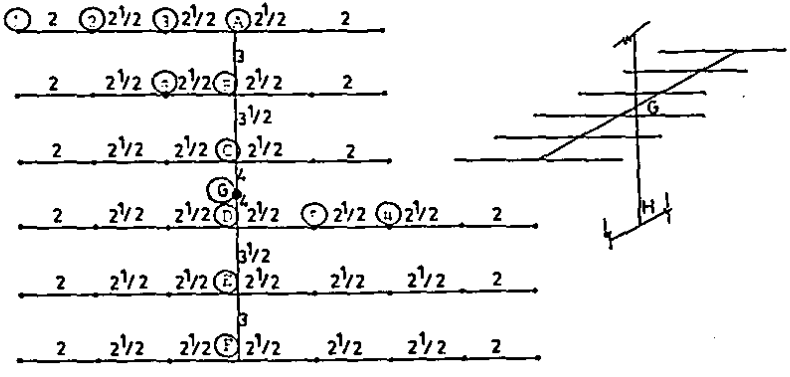
CAP. = (13,875 M2 x 5 Lt/M2) + 43,304 Lts.

CAP. = 112,679 Lts.

Se estima que el área de diseño hidráulicamente más desfavorable es la que abarca los grupos de rociadores número 1B (en la planta baja), 6 y los hidrantes número 1,2,3 y 4 (ver planos).

A continuación se presenta el cálculo de la red.

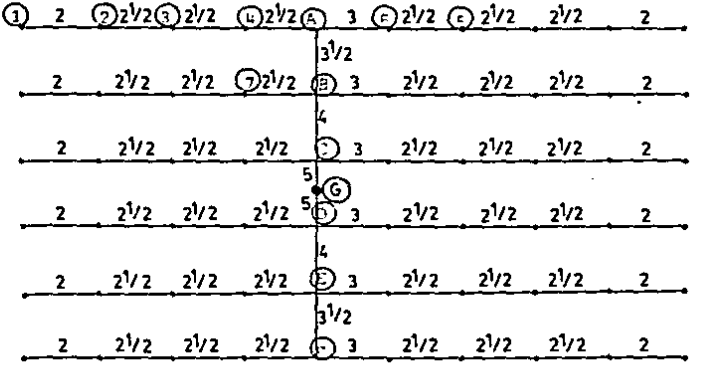
GRUPO DE ROCIADORES # 1 B (planta baja)

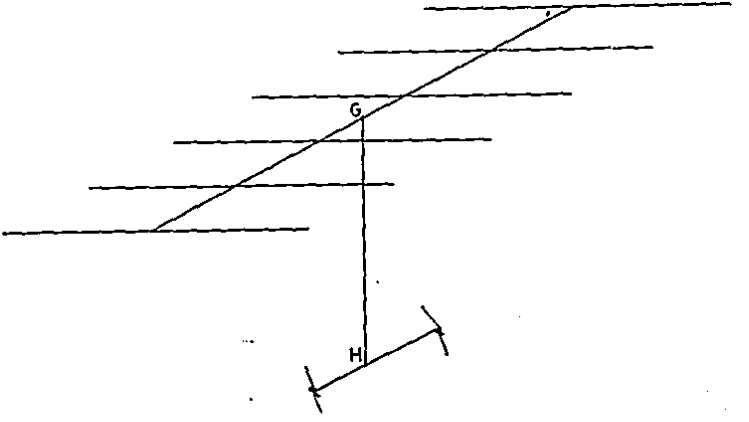


PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO Y POR ACCESORIOS.

TRAMO DE	TRAMO A	GASTO L/MIN	LONG. TRAMO (M)	LONG. ACCES. (M)	LONG. TOTAL (M)	DIAM. TUBO (IN)	PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)	PZAS. IGUALES.	PERD. ACUM. K/cm2
1	2	75.6	3.00	-	3.00	2	0.004	12	0.048
2	3	151.2	3.00	-	3.00	2.5	0.005	12	0.060
4	5	226.8	3.00	-	3.00	2.5	0.010	3	0.030
3	A	225.8	3.00	4.60	7.60	2.5	0.027	2	0.054
5	D	302.4	3.00	-	3.00	2.5	0.018	3	0.054
6	B	226.8	3.00	-	3.00	2.5	0.010	4	0.040
F	E	604.8	3.00	3.30	6.30	3	0.063	1	0.063
E	D	1,209.6	3.00	3.80	6.80	3.5	0.102	1	0.102
D	G	1,814.4	1.50	-	1.50	4	0.027	1	0.027
A	B	453.6	3.00	3.30	6.30	3	0.035	1	0.035
B	C	907.2	3.00	3.80	6.80	3.5	0.061	1	0.061
C	G	1,360.8	1.50	-	1.50	4	0.013	1	0.013
G	H	3,175.2	3.50	10.20	13.70	8	0.023	1	0.023
								Total =	0.610

GRUPO DE ROCIADORES # 6





PERDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO Y POR ACCESORIOS.

TRAMO DE	TRAMO A	GASTO L/MIN	LONG. TRAMO (M)	LONG. ACCES (M)	LONG. TOTAL (M)	DIAM. TUBO (IN)	PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)	PZAS. IGUA-LES.	PERD. ACUM. K/cm2
1	2	75.6	3.00	-	3.00	2	0.004	12	0.048
2	3	151.2	3.00	-	3.00	2.5	0.005	12	0.060
3	4	226.8	3.00	-	3.00	2.5	0.010	12	0.120
5	6	302.4	3.00	-	3.00	2.5	0.018	6	0.108
4	A	302.4	3.00	4.60	7.60	2.5	0.047	2	0.094
6	A	378.0	3.00	-	3.00	3	0.012	6	0.072
7	B	302.4	3.00	-	3.00	2.5	0.018	4	0.072
F	E	756.0	3.00	3.80	6.80	3.5	0.044	1	0.044
E	D	1,512.0	3.00	4.55	7.55	4	0.098	1	0.098
D	G	2,268.0	1.50	-	1.50	5	0.018	1	0.018
A	B	756.0	3.00	3.80	6.80	3.5	0.044	1	0.044
B	C	1,512.0	3.00	4.55	7.55	4	0.098	1	0.098
C	G	2,268.0	1.50	-	1.50	5	0.018	1	0.018
G	H	4,536.0	7.00	10.20	17.20	8	0.060	1	0.060
								Total =	0.954

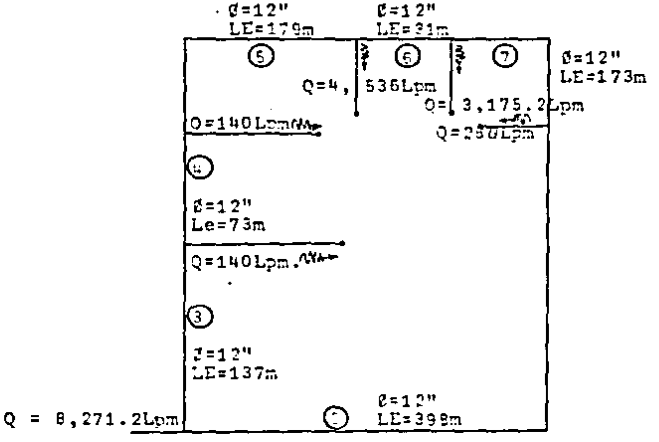
PERDIDAS POR ROZAMIENTO DESDE HIDRANTES Y ROCIADORES HASTA LA RED PERIFERICA

TRAMO DE	TRAMO A	GASTO L/MIN	LONG. TRAMO (M)	LONG. ACCES (M)	LONG. TOTAL (M)	DIAM. TUBO (IN)	PERDIDA DE CARGA (Kg/cm2)
H1	H2	140.0	3.50	8.50	12.00	2	0.048
H2	RP	280.0	47.00	11.45	58.45	3.5	0.058
R1	RP	3,175.2	59.00	2.00	61.00	10	0.037
R6	RP	4,536.0	76.50	2.00	78.50	10	0.094
H3	RP	140.0	45.50	11.05	56.55	2.5	0.073
H4	Rp	140.0	61.00	11.05	72.05	2.5	0.093
						Total =	0.403

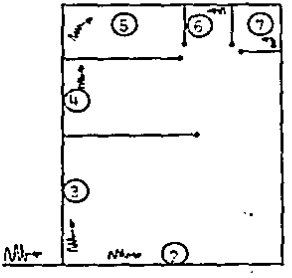
H = Hidrante RP = Red Periferica

R = Grupo de rociadores

PERDIDAS POR ROZAMIENTO EN LA RED PERIFERICA



PRIMERA SUPOSICION



Q2 = Q3 = 4,135.6 Lpm = 0.069 M3/seg

Q4 = 3,935.6 Lpm = 0.067 M3/seg

Q5 = 3,855.6 Lpm = 0.064 M3/seg

Q6 = 680.4 Lpm = 0.011 M3/seg

Q7 = 3,855.6 Lpm = 0.064 M3/seg

SOLUCION POR EL METODO DE CROSS:

D = diámetro de la tubería en mt. ; A = área del tubo

$R^{0.63} = \left(\frac{D}{4}\right)^{0.63}$; L = long.en metros

$K = \dfrac{L}{(1.318\ C\ A\ R^{0.63})^{1.85}}$; $H = K\ Q^{1.85}$

Q = gasto en M3/seg ; C = 100 ; H = carga en metros

$$\Delta Q = \frac{\sum_m Hi - \sum_n Hi}{Z \sum_m Hi/Qi} \qquad Z = 1.85$$

	2	7	6	5	4	3
D	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
$R^{0.63}$	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195
A	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
L	398.000	173.000	73.000	172.000	31.000	137.000
K	130.910	56.870	10.190	58.840	24.000	45.040
Q	0.069	0.064	0.011	0.064	0.067	0.069
H	0.930	0.352	0.002	0.364	0.162	0.320
ΣH	1.284			0.846		
H/Q	13.490	5.500	0.180	5.690	2.420	4.640
ΣH/Q	31.91					

$$\Delta Q = \frac{1.284 - 0.846}{1.85\ (31.91)} = 0.007$$

Q	0.062	0.057	0.004	0.071	0.074	0.076
H	0.763	0.284	0.0004	0.441	0.194	0.393
ΣH	1.047			1.018		✓

Suma de pérdidas por rozamiento en la red = 2.06m = <u>0.206K/cm2</u>

PERDIDAS POR ROZAMIENTO EN LA LINEA DE ALIMENTACION

Por nomograma, para Q = 8,271.2 Lpm
Ø = 14"
L.E. = 65.0 mts.,pérdidas = 0.045K/cm2

RESUMEN DE PERDIDAS POR ROZAMIENTO

- En rociadores # 1 B	=	0.610 Kg/cm2
- En rociadores # 6	=	0.954 Kg/cm2
- Desde Hidr. y Roc. hasta Red Perif.	=	0.403 Kg/cm2
- En la red periferica	=	0.206 Kg/cm2
- En la línea de alimentación	=	0.045 Kg/cm2
Total	=	2.218 Kg/cm2

PRESION NECESARIA PARA VENCER EL DESNIVEL

$P = 0.1\ h$

$P = 0.1 \times 7 =$ 0.70 Kg/cm2

P = presión en Kg/cm2
h = altura de columna(m)

PRESION MINIMA NECESARIA EN LA SALIDA MAS ALTA

Por especificación será de = 1.80 Kg/cm2

PRESION TOTAL NECESARIA EN LA RED

- En ningun caso la presión deberá exeder a 9 Kg/cm2 en cualquier punto de la red.

P tot. = 2.218 + 0.70 + 1.80 = 4.72 Kg/cm2

GASTO TOTAL NECESARIO

Será de = 0.138 M3/SEG.

POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

Por especificación se deberán tener dos bombas, una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna, cada uno con las características siguientes :

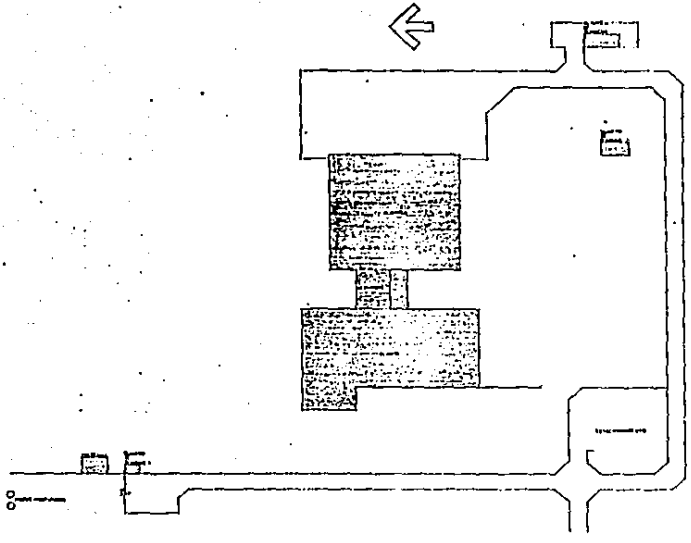
- Ser siempre cabadas o autocebantes .
- El gasto de la bomba será el gasto requerido para el servicio de hidrantes más el gasto requerido por rociadores.

$$POT. = \frac{Q(M3/seg) \times Ht(mts.) \times (1,000\ Kg/Mt3)}{76 \times n}$$

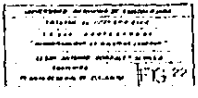
n = eficiencia

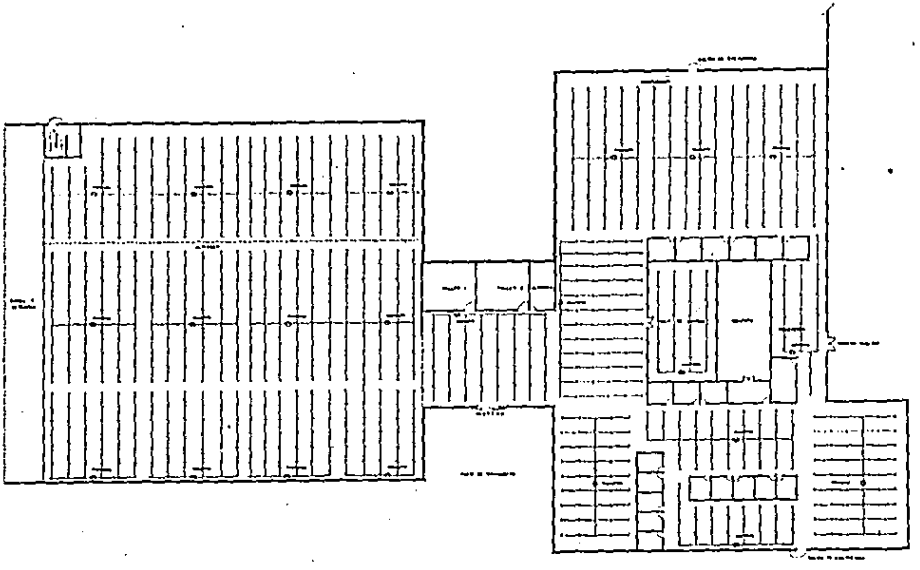
$$POT. = \frac{0.138 \times 47.2 \times 1,000}{76 \times 0.75}$$

$$POT. = \underline{114.27\ H.P.}$$



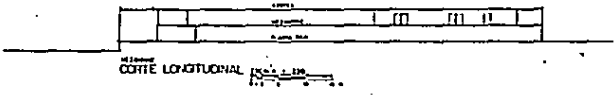
PLANTA DE CONJUNTO



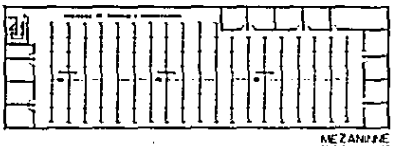


PLANTA DE DISTRIBUCION DE ROCIADORES

FIG 23



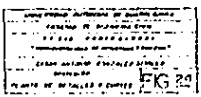
CORTE LONGITUDINAL

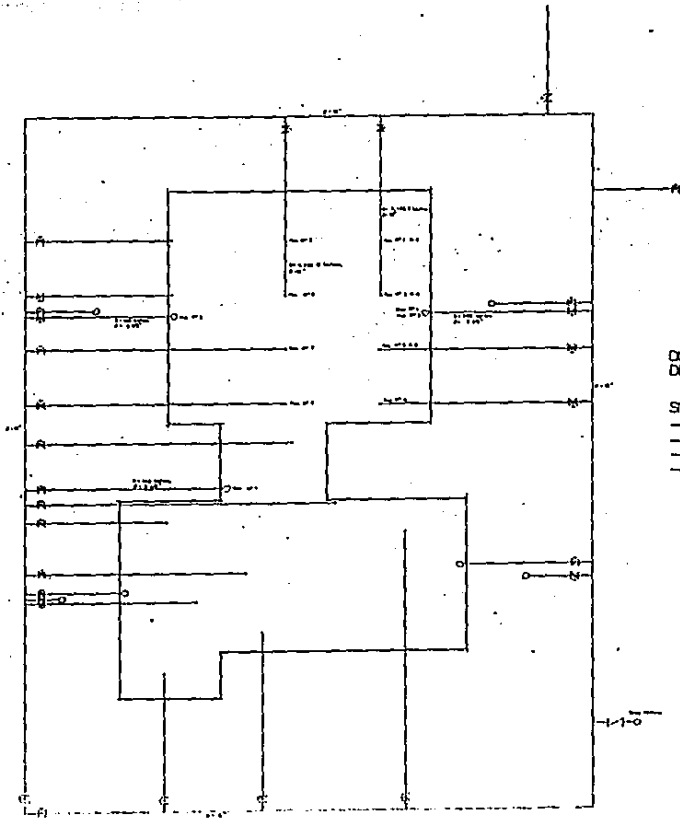


MEZANINE

ALMACEN DE QUIMICOS

CORTE TRANSVERSAL





DISPOSICION
DE RED GENERAL

ESCALA 1 : 500

SIMBOLOGIA :

- VALVULA DE COMPUERTA
- HIDRANTE
- VALVULA CHECK
- MONTANTE

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

"INSTALACIONES DE MANTENIMIENTO"

CESAR AUGUSTO GONZALEZ MONTES

ARQUITECTO

PLANO DE DISPOSICION DE LA RED GENERAL

FIG 25

BIBLIOGRAFIA

Cadiergues,Roger. Aislamiento y protección de las construcciónes. Barcelona,España. Gili. 1959.

Gay,Charles Merrick. Instalaciónes en los edificios. Barcelona,España. Gustavo Gili. 1973.

Handley,William. Manual de seguridad industrial. Mc.Graw Hill. 1980.

Henn,Walter. Edificaciónes industriales. Barcelona , España . Gustavo Gili. 1966.

Kidder,Frank y Parker,Harry. Manual del arquitecto y del constructor. México. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. 1959.

Manual de prevención de accidentes para operaciónes industriales. España. MAPFRE. 1977.

Merritt,Frederick S. Manual del ingeniero civil. México. Mc. Graw Hill. 1984.

México. Edición de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y del Instituto Mexicano del Seguro Social. Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo. México. 1985.

México. Edición de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y del Instituto Mexicano del Seguro Social. Reglamento General de Seguridad e Higiene. Instructivos. México. 1985.

Sax.,N. Irving. Dangerous properties of industrial materials. New York,U.S.A. Van Nostrand Reinhold Company. 1975.

Tavera,Jesús. Seguridad Industrial. México. A.M.H.S.A.C. 1981.