

UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO, A.C.

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

INDUSTRIAL

“GUIA DE NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

JACINTO MANUEL ELVIRA RAMOS

ASESOR DE TESIS:

ING. LDO RUBEN JIMENEZ RUEDA

COATZACOALCOS, VERACRUZ.

OCTUBRE DEL 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE GENERAL.

ÍNDICE.	I – III.
Agradecimientos.	1.
Objetivo General.	2.
Objetivo Especifico.	2.
Justificación.	3.
Introducción.	4.
Capítulo I. Propiedades de los elementos fuegos y agua.	5.
1.1. Propiedades del fuego.	6.
1.1.1. Naturaleza del fuego.	6.
1.1.2. Triangulo del fuego.	6.
1.1.2.1. ¿Qué es el fuego?.	7.
1.1.2.2. Calor.	8.
1.1.2.3. Comburente.	9.
1.1.2.4. Combustible.	9.
1.1.2.5. Reacción en cadena.	11.
1.1.3. Tipos de fuego.	11.
1.1.4. Fuentes de calor.	12.
1.1.5. Equipos para el combate del fuego y su clasificación.	14.
1.1.5.1. Extinguidores de incendios.	17.
1.1.5.2. Clasificación de los extinguidores.	19.
1.2. Propiedades del agua.	20.
1.2.1. Propiedades físicas del agua.	20.
1.2.2. Propiedades químicas del agua.	21.
1.2.2.1. El agua como compuesto químico.	21.
Capítulo II. Marco Jurídico.	23.
2.1. Legislación Mexicana sobre Protección a Trabajadores.	24.
2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	24.
2.1.2. Ley Federal del Trabajo.	25.
2.1.3. Ley del IMSS.	27.
Capítulo III. Necesidades de resguardo de la integridad física de los Trabajadores y de los bienes de la empresa.	28.
3.1. Norma Oficial Mexicana Nom-002-STPS-2000,	
Condiciones de Seguridad – Prevención, Protección y Combate De Incendios en los Centros de Trabajo.	29.
3.2. Reglamentos de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos:	

(Capítulo XXI. Contra Incendio).	31.
Capítulo IV. Normas nacionales, normas internacionales y Concordancia entre ellas, de las que apliquen para el Diseño de redes de agua contra incendio.	34.
4.1. Normatividad.	35.
4.1.1. Norma para el diseño y construcción de redes de Agua contra incendio en centros de trabajo de PEMEX refinación DG-GPASI-SI-3610.	36.
4.1.2. Normas para sistemas fijos de protección contra Incendio de agua pulverizada (NFPA 15).	36.
4.1.3. Nomas para la instalación de bombas estacionarias Contra incendios (NFPA 20).	37.
4.1.4. Norma de instalación de redes de agua contra incendio (NFPA 24).	37.
4.1.5. Inspección, comprobación y manutención de sistemas Hidráulicos de protección contra incendios (NFPA 25).	37.
Capítulo V. Guía de los requisitos generales para el diseño y Construcción de redes de agua contra incendio.	39.
5.1. Tuberías.	40.
5.1.1. Red.	40.
5.1.2. Agua.	40.
5.1.2.1. Abastecimiento.	40.
5.1.2.2. Almacenamiento.	40.
5.1.3. Gastos de agua.	40.
5.1.3.1. Gasto total.	40.
5.1.3.2. Gasto necesario para enfriamiento.	40.
5.1.3.3. Gasto necesario para la extinción.	41.
5.1.4. Diámetro.	41.
5.1.4.1. Selección.	41.
5.1.5. Válvula.	42.
5.1.6. Instalación.	42.
5.1.7. Pruebas.	42.
5.1.8. Hidrantes.	42.
5.1.8.1. Tipo.	42.
5.1.8.2. Colocación.	43.
5.1.9. Monitores.	43.
5.1.9.1. Tipo.	43.
5.1.9.2. Colocación.	44.
5.1.10. Equipos accesorios.	44.
5.1.10.1. Mangueras y boquillas.	44.
5.1.11. Materiales.	44.
5.2. Equipo de bombeo.	44.
5.2.1. Sistemas de bombeo.	44.
5.2.2. Bombas.	45.
5.2.2.1. Capacidad.	45.
5.2.2.2. Controles y protecciones.	45.
5.2.3. Succión.	46.
5.2.3.1. Diámetro.	46.

5.2.3.2.	Válvulas de control.	46.
5.2.3.3.	Dispositivos en la línea.	46.
5.2.3.4.	Rejillas.	46.
5.2.3.5.	Instalación.	47.
5.2.4.	Descarga.	47.
5.2.4.1.	Válvulas.	47.
5.2.4.2.	Diámetro.	47.
5.2.5.	Motores.	47.
5.2.6.	Automatización del sistema.	49.
Conclusiones.		50.
Bibliografía.		52.
ANEXOS.		54.
ANEXO A.	Norma para el diseño y construcción de redes de agua Contra Incendio en centros de trabajo de PEMEX Refinación DG-GPASI-SI-3610	55.
ANEXO B.	Norma de instalación de redes de agua contra incendios (NFPA 24)	81.
ANEXO C.	Sistemas de distribución de agua.	90.
ANEXO D.	Bombas contra incendio.	96.

AGRADECIMIENTO.

Este agradecimiento se lo quiero ofrecer a quien me guio en este trabajo, desde el punto de su inicio hasta de su terminación que es el Ing. Abundio Ríos Olvera. Como a su vez la motivación que el mismo me dio a seguir, junto con otras personas especiales en mi vida y puesto que sin ellos esto no hubiera sido posible.

Y por ultimo pero no por ello menos, quiero agradecer a quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de bien. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo.

Por esto y más... gracias papás.

OBJETIVO GENERAL.

El principal objetivo de este trabajo de tesis consiste en hablar de las características, normatividades y especificaciones con que se deben de diseñar e instalar las redes de agua contra incendio en las instalaciones industriales.

Va dirigido a su vez a los estudiantes de la universidad de sotavento con la finalidad de que sea este trabajo una guía de normas para la elaboración de sistemas contra incendio en la industria paraestatal y conozcan las normas y los lineamientos del mismo.

OBJETIVO ESPECIFICO.

Establecer una guía de pasos a seguir para que se pueda diseñar un sistema contra incendio eficiente dentro de las normatividades de la legislación mexicana sobre la protección a trabajadores.

Permitir tener a los empleados de la empresa en cuestión a mejores condiciones en las instalaciones que le permitan un mejor ambiente de trabajo en cuestión de su seguridad.

Permitir a las empresas en cuestión el poder bajar la prima por seguros, debido a que se cumple o se excede con la normatividad solicitada por la secretaría del trabajo y previsión social.

JUSTIFICACIÓN.

Este trabajo contiene información acerca de los elementos que pueden provocar un incendio dentro de una empresa, estos son:

- El calor
- Combustibles
- Oxígeno.

Los cuales son una Reacción Química. Y que sirva como guía a los administradores de un proyecto para cumplir y seguir al pie de la letra los principios y seguir al pie de la letra los principios y normatividades para protección de un sistema contra incendio en la industria.

Esto quiere decir que, estos elementos están latentes en cualquier momento, si no se tiene la debida precaución pueden provocar un incendio, tanto en el hogar, como en el trabajo, pudiendo afectar tanto a las personas como a materiales y equipos de trabajo.

También es importante señalar, que en este trabajo recepcional, encontraremos como eliminar estos tres elementos que son fuentes de calor, o su supresión del mismo mediante un sistema de extinción.

La realización de este trabajo es con el fin de presentar mi examen profesional y así poder obtener mi título profesional, el cual me facilitara entrar al área laboral.

INTRODUCCIÓN.

Este trabajo tiene por objetivo general dar a conocer los conceptos de la dinámica del fuego y los ejercicios de protección contra incendio tales como supresión, control o extinción de los incendios, así también se habla de las características del agua como agente extintor.

La legislación mexicana sobre protección a trabajadores cumple un papel importante en lo que se refiere a la seguridad e higiene. La constitución política de los estados unidos mexicanos en su art. 123 establece los derechos laborales fundamentados y sienta las bases de la seguridad e higiene en el trabajo. Mientras que la ley federal del trabajo reafirma la responsabilidad del patrón de proporcionar a los trabajadores, un ambiente laboral seguro y sano. Por último la ley del IMSS comprende seguros de invalidez, de vejez, de vida, de cesación involuntaria del trabajo, de enfermedades y accidentes, de servicios de guardería y cualquier otro encaminado a la protección y bienestar de los trabajadores.

La protección contra incendios (PCI) de instalaciones industriales debe lograr finalmente unos niveles óptimos de seguridad y salvaguarda, tanto en personas, ocupantes y visitantes, como de los edificios, bienes y actividades, adecuando los medios de protección a los diferentes tipos de riesgo. Para resguardar la integridad física de los trabajadores y de los bienes de la empresa, la misma empresa o patrón debe cumplir con las disposiciones de la norma NOM-002. STPS-2000 la cual establece las condiciones mínimas de seguridad que deben existir, para la protección de los trabajadores y la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. También en cada empresa se debe contar con un reglamento de seguridad e higiene.

Las normas más utilizadas en seguridad contra incendios son las de la NFPA, reconocidas como las normas de facto a nivel mundial en protección contra incendios, NFPA tiene una norma específica para redes contra incendios llamada NFPA 24, "**Installation Of Private Fire Mains And Their Appurtenances**". PEMEX por su parte tiene dos (2) documentos que rigen la instalación de redes contra incendios. La DG-GPASI-SI-3610, Norma para el Diseño y Construcción de Redes de Agua Contra Incendios en Centros de Trabajo de PEMEX y la Especificación P.2.0431.01, Sistemas para Agua de Servicios contra Incendio.

En general, todos los centros de trabajo en donde se manejan, procesan o almacenan líquidos inflamables o materiales combustibles, deben contar con una red contra incendio que garantice el suministro de aguas suficientes para combatir el incendio de mayor magnitud que pueda generarse en las instalaciones. El diseño y el dimensionamiento de la capacidad de cualquier red de agua Contra Incendio, debe fundamentarse en los análisis de riesgos que se lleven a cabo, para determinar el riesgo y consecuencias que pudiera originarse en un centro de trabajo.

Todas las redes de agua contra incendio deben contar con: una fuente de abastecimiento de agua que satisfaga las necesidades de mayor demanda en casos de emergencia; un sistema de bombeo confiable, que proporcione el agua en la cantidad y presión requerida para el combate del riesgo mayor estimado en el centro de trabajo; y por último una red de distribución de agua de capacidad suficiente, que mediante circuitos cerrados de tuberías, proteja adecuadamente todas las áreas y zonas que lo requieran de un centro de trabajo.

CAPITULO I
PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS FUEGO Y AGUA.

1.1 PROPIEDADES DEL FUEGO.

1.1.1. Naturaleza Del Fuego.

Cuando se ponen en contacto dos o más sustancias en ciertas condiciones, éstas pueden combinarse entre sí obteniéndose sustancias diferentes. Se dice entonces que se ha producido una reacción química. Las reacciones pueden ser muy diferentes tipos de clases, siendo la reacción de la oxidación la más importante al estudiar la naturaleza del fuego. Básicamente se define la *reacción de oxidación* como aquella que se produce al combinarse cualquier sustancia con el oxígeno. La corrosión como aquélla que se produce al combinarse cualquier sustancia con el oxígeno. La corrosión es un ejemplo de reacción de oxidación.

Las reacciones químicas pueden ir acompañadas de fenómenos energéticos tales como la luz, electricidad, etc., de todos estos fenómenos el más importante y evidente es el calor. Al producirse algunas reacciones éstas desprenden calor y reciben el nombre de exotérmicas. Por el contrario existen reacciones que sólo se producen si reciben una determinada cantidad de calor, a éstas se les denomina endotérmicas.

El fuego no es más que la manifestación energética de la reacción química conocida con el nombre de COMBUSTION. Se define la *combustión* como *una reacción química de oxidación muy viva en la cual se desprende una gran cantidad de calor*. Para que una combustión sea posible, se requiere la presencia simultánea de un material combustible, un comburente, normalmente el oxígeno del aire, y unas condiciones de temperatura determinadas (chispa).

1.1.2. Triangulo Del Fuego.

Cada uno de los lados del triangulo Figura.1 representa a un elemento necesario para que se produzca combustión. Si el triangulo no está completo el fuego no será posible.



Figura. 1. Triangulo De Fuego.

Pero el proceso de la combustión en realidad mucho más complejo. Cuando una sustancia se calienta ésta desprende vapores o gases. Este fenómeno se conoce con el nombre de *pirólisis*. Estos vapores se combinan con el oxígeno del aire que en presencia de una fuente de ignición arden. Hasta este momento la combustión se ha comportado como una *reacción endotérmica*, es decir, necesita el aporte de calor para que pueda iniciarse. Una vez que estos vapores

empiezan a arder, se desprende calor y la reacción es *exotérmica*. Si la cantidad de calor desprendida no es suficiente para generar más vapores del material combustible, el fuego se apagará, por el contrario, si la cantidad de calor desprendida es elevada el material combustible seguirá descomponiéndose y desprenderá más vapores que se combinarán con el oxígeno, se inflamarán y el fuego aumentará.

Esta descripción del proceso de combustión es válida tanto si el combustible se encuentra en estado sólido como líquido. Los gases no necesitan calentarse, por este motivo los gases combustibles son muy peligrosos y su combustión muy rápida.

En algunos combustibles sólidos, se observa que su combustión pasa por fases claramente distintas. Así por ejemplo, al hacer arder un trozo de madera, durante un cierto tiempo su combustión se produce como llama, si bien, la combustión continúa. A este tipo de combustión sin llama se le conoce como el nombre de **incandescencia**, también se le suele denominar combustión en fase sólida y se explica sobre la base del fenómeno de carbonización que experimentan algunos sólidos después de estar sometidos a un calentamiento durante cierto tiempo. Este tipo de combustión es muy lento, por el contrario la combustión con llama es más rápida.

Una *incandescencia*, combustión sin llama, se puede representar por el ya citado triángulo del fuego pero en una combustión con llama se necesita, además de los tres elementos (combustible, oxígeno y calor), que los vapores desprendidos reaccionen con el oxígeno del aire y produzcan una mezcla inflamable. Para representar este tipo de combustión se usa el **tetraedro del fuego**:



Figura. 3. Tetraedro Del Fuego.

Un tetraedro es una figura formada por cuatro caras triangulares. Cada cara representa un elemento o condición para que la combustión sea posible Figura. 3.

Las reacciones en cadena se han de producir entre los vapores del combustible y el oxígeno, si se impiden estas reacciones el fuego no se iniciará.

Analicemos a continuación las características más importantes de los elementos que intervienen en la combustión:

1.1.2.1. Que es el fuego.

El fuego según indica un viejo adagio, es un buen servidor pero un mal amo, la prudencia que contienen estas palabras demuestran demasiado, frecuentemente en los informes de los incendios que se traducen en pérdidas de vidas o en daños a las propiedades. El fuego, el mal amo, es un riesgo constante en el trabajo, como en el hogar, y en nuestras actividades de ocio.

El fuego es consecuencia del calor y la luz que se producen durante las reacciones químicas, denominadas estas de combustión. En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar este con un material inflamable, tal como la madera, la ropa, el papel, el petróleo, o los solventes, los cuales entran en la clasificación química general de compuestos orgánicos; Por ejemplo los compuestos de carbono.

Una reacción de combustión muy simple es la que ocurre entre el gas metano, CH_4 , y el oxígeno, para dar bióxido de carbono, CO_2 y agua.

Lo anterior es una reacción completa y muestra que una molécula (unidad) de metano, requiere de dos moléculas (unidades) de oxígeno para dar una combustión completa, si la reacción se realiza sin el oxígeno suficiente, se dice que es incompleta. La combustión incompleta de compuestos orgánicos producirá monóxido de carbono y partículas de carbono, las que con pequeños fragmentos de material no quemado, causan humo. La formación de bióxido de carbono en la atmósfera hará más difícil la respiración.

La mayoría de las personas que mueren en incendios, mueren a consecuencia del efecto tóxico del humo y de los gases calientes, y no como consecuencia directa de las quemaduras.

La combustión de la gasolina en el motor de un automóvil constituye un buen ejemplo de una reacción de combustión incompleta, el monóxido de carbono, el bióxido de carbono, el agua y el humo, todos son emitidos por el tubo de escape, depositándose una buena cantidad de carbono u hollín. Para lograr que la mezcla de aire y gasolina se "enciendan" se debe contar con una bujía eficaz como fuente de ignición.

La combinación de combustible, oxígeno y calor, suministran los tres componentes de la reacción de combustión que puede dar origen al fuego.

1.1.2.2. Calor

El calor es un tipo de energía. Su contribución al inicio de un fuego es tan importante que se dice que todo fuego comienza por calor.

Recordemos que para que una combustión se inicie necesitaremos que el combustible desprenda vapores, esto se consigue mediante el calor. Para que la mezcla de vapores combustibles y oxígeno comience a arder necesitamos una fuente de ignición que puede ser, una chispa, un cigarrillo encendido, etc., etc. Es decir calor.

El calor se propaga de tres formas:

- **Conducción:** A través de los cuerpos. Figura. 4.



Figura. 4. Conducción.

- **Radiación:** Emisión de rayos infrarrojos. Figura. 5.



Figura. 5. Radiación.

- **Convección:** El aire caliente se eleva por ser más ligero. Figura. 6.

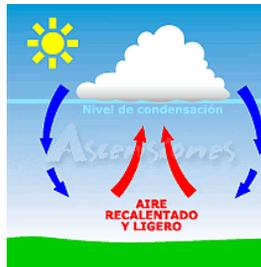


Figura. 6. Convección.

La forma más importante de propagación es la convección y es por este motivo el que los fuegos se propagan más rápidamente hacia arriba, la propagación en sentido horizontal, entre otros factores, se debe a la radiación y conducción del calor. En sentido hacia abajo el fuego se propaga muy lentamente e incluso en muchos casos se extingue.

Por ejemplo, piense en una cerilla, si en vez encendida la coloca en posición vertical, con la llama en el extremo superior, es muy fácil que se apague sola y si no lo hace tardaría un gran tiempo en quemarse por completo. Por el contrario si la coloca con la llama en el extremo inferior ésta se consumirá rápidamente.

1.1.2.3. Comburente.

El comburente es normalmente el oxígeno del aire. La importancia de este elemento se centra fundamentalmente en la violencia con que se produzca la combustión.

Así por ejemplo, en una atmósfera pura de oxígeno se consigue hacer arder el hierro. Por el contrario si la concentración de oxígeno es muy baja el fuego no aumentará o incluso se extinguirá.

En condiciones normales la concentración de oxígeno en el aire es de un 21% de volumen pero cerca de depósitos de oxígenos o en almacenes donde existían botellas o botellones de oxígeno, en caso de fugas esta concentración puede aumentar y favorecer el inicio de un fuego.

1.1.2.4. Combustible.

Se denomina combustible a toda sustancia que es capaz de experimentar una reacción de combustión. Los aspectos más importantes a conocer de los materiales combustibles son:

- a) **Punto de inflamación.**

Es la temperatura a la cual una sustancia comienza a desprender vapores o gases en cantidad suficiente para mantener la combustión. Se expresa en grados centígrados.

Este dato es un indicativo de la peligrosidad de un combustible. Cuanto más bajo sea el punto de inflamación más fácilmente desprenderá vapores un combustible.

Así, por ejemplo, la gasolina tiene un punto de inflamación de **- 43° C a - 38° C** dependiendo de su octanaje. El punto de inflamación del aceite de soja es de **282° C**, evidentemente es menos peligroso que la gasolina, pues se necesita una fuente de calor mayor para hacer alcanzar esta temperatura al aceite de soja.

b) Temperatura de ignición.

Es la temperatura a la cual una sustancia empieza a arder espontáneamente. Se la denomina también temperatura de auto-inflamación o auto-ignición.

c) Límites de inflamación.

La combustión sólo es posible cuando la concentración de los gases está comprendida entre unos valores específicos para cada combustible.

A la mínima concentración necesaria para mantener la combustión, se le denomina **Límite Inferior de Inflamabilidad (L.I.I.)**.

La concentración por encima de la cual la combustión no es posible, recibe el nombre de **Límite Superior de Inflamabilidad (L.S.I.)**. El límite de inflamabilidad de una sustancia nos indica también, la peligrosidad de la misma, así cuanto mayor sea el margen entre el límite inferior y el límite superior, más peligroso será este elemento.

En la tabla siguiente se reflejan las características de inflamabilidad de algunos productos:

Tabla 1. Características de inflamabilidad.

Producto.	Punto de Inflamación en °C.	Temperatura de auto ignición en °C.	Límites de inflamación en % de volumen en aire.	
			Inferior.	Superior.
Acetona.	-9,4	540	3	13
Acetileno.	Gas	335	2,5	90
Acido Acético.	42,8	426,7	5,4	16 a 100
Acido Etilico.	14	422,8	4,3	19
Butano.	Gas	430	1,5	9
Gasolina 100 octano.	-37,8	456,1	1,4	7,4
Glicerina	160	392,8	----	----

d) Energía mínima de activación.

Como ya se ha dicho, para que los vapores combustibles una vez mezclados con el oxígeno comiencen a arder se necesita una fuente de ignición que produzca una cantidad mínima de energía se la denomina **energía mínima de activación**.

e) Tamaño.

Aunque no es propiamente una característica del material combustible, si es una condición que facilitará o dificultará el inicio de un fuego. Cuanto más finalmente esté dividido un combustible menos cantidad de calor necesitará para alcanzar la temperatura de ignición o el punto de inflamación.

Esta condición es tan importante, fundamental en los combustibles sólidos que los materiales al estar finalmente pulverizados se comportan como combustibles muy peligrosos. Como por ejemplo, se puede tomar la harina que al estar pulverizada en la atmósfera puede arder tan violentamente que da lugar a explosiones.

1.1.2.5. Reacción en cadena.

Una reacción en cadena puede ocurrir cuando los otros tres elementos están presentes en las condiciones y proporciones apropiadas. El fuego ocurre cuando se lleva a cabo esta rápida oxidación o incendio.

1.1.3. Tipos De Fuego.

- Fuegos tipo "A". Incendio de materiales carbonosos: esta clase de incendios se caracterizan porque agrietan el material y se propaga de afuera hacia adentro. En materiales sólidos, tales como papel, madera, textiles, cartón, lana, estopa, trapos, y en general, combustibles ordinarios. Para combatir esta clase de incendios es de suma importancia el uso de grandes cantidades de agua o de soluciones que la contengan en un gran porcentaje.

Fuegos de materiales sólidos cuya Combustión se produce con formación de brasa. Figura. 7.



Figura. 7. Fuego Tipo Clase "A".

- Fuegos tipo "B". Incendio en aceites, grasas, pintura y líquidos inflamables e incendios superficiales, en los cuales es esencial un efecto de recubrimiento para su extinción. Esta clase de incendios se caracteriza por producirse en la superficie de los líquidos, por lo que para combinarlos es esencial eliminar el oxígeno por medio de una acción sofocante o aislante, es decir, las sustancias o agentes extintores deben aislar el combustible y el fuego del aire que es el que tiene oxígeno. Para combatir estos incendios debe de usarse extinguidores con polvo químico tipo ABC, BC o bióxido de carbón

Fuegos de materiales líquidos o de sólidos que por la acción del calor puedan pasar al estado líquido. Figura. 8.



Figura. 8. Fuego Tipo Clase "B".

- Fuegos tipo "C". Incendio en materiales y equipo eléctrico en los que el uso de un agente extintor, no conductor de electricidad, es de primera importancia para su extinción.

Son los fuegos que involucran a los equipos eléctricos energizados, tales como los electrodomésticos, los interruptores, cajas de fusibles y las herramientas eléctricas. Figura. 9.



Figura. 9. Fuego Tipo Clase "C".

- Fuegos tipo "D". Esta clase de incendios tiene su origen en metales ligeros que al estar en ignición desprenden su propio oxígeno. Para esta clase de incendios es difícil mencionar un solo tipo de agente extintor debido a la diferencia estructural que existe en cada uno de ellos, por tal motivo, los agentes extintores que se usan para combatir el fugo de un metal casi siempre no son útiles para combatir el fuego del otro.

Involucran a ciertos metales combustibles, tales como el magnesio, el titanio, el potasio y el sodio. Estos metales arden a altas temperaturas y exhalan suficiente oxígeno como para mantener la combustión, pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos. Figura. 10.

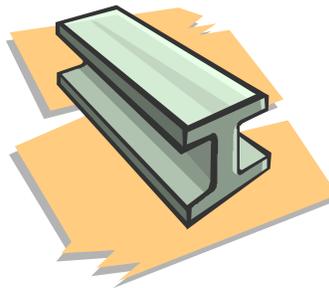


Fig.10. Fuegos Tipo Clase "D".

1.1.4. Fuentes de calor.

El Calor.

La energía necesaria para que el combustible vaporice y el fuego se inicie y mantenga se denomina "Calor". El calor necesario para iniciar un Fuego, generalmente viene de una fuente externa que vaporiza el material combustible y sube la temperatura de los gases hasta su punto de inflamación. Después, el mismo calor que desprende el combustible que va ardiendo, basta para vaporizar e inflamar más combustible.

Existen diversas fuentes de calor y varían desde las muy evidentes hasta las insospechadas.

a) Flamas Abiertas.

Las flamas abiertas, como por ejemplo, los sopletes deben cuidarse de que no se encuentren cerca de productos flamables, como algún depósito de cualquier combustible.

Parecería que el peligro de los fuegos abiertos y chispas junto a materiales combustibles es tan evidente, que cualquier persona de criterio actuaría en consecuencia; pero la verdad, es que los casos de incendio demuestran lo contrario. Salvo en ciertas ocasiones verdaderamente imprevisibles, los incendios debido a estas situaciones son completamente abatibles.

Los equipos para corte y soldadura que se utilizan sin la debida precaución, son causa grave, que por ellos se desprende una numerosa capa de chispas, por lo que en las áreas donde se emplean estos equipos no deberán manejar materiales de fácil combustión, se deberán usar pantallas de material incombustible a base de asbesto y deberá mantenerse una rigurosa limpieza en el área de trabajo, evitando derrames de aceites y otros productos de fácil combustión.

b) Cigarros, Cerillos y el Fumar.

Para evitar que sean un peligro se debe definir perfectamente los lugares donde se pueda fumar, ya que los cigarros y cerillos, causan gran porcentaje de incendios.

Año tras año, una cuarta parte de incendios se originan por el descuidado modo de emplear los cerillos y la negligencia en apagar el cigarro o las cenizas de la pipa.

Los pasos que debe dar el ingeniero o técnico en seguridad industrial, para que ya o exista ese problema son:

- Buscar cuales son los lugares más propensos a que exista fuego.
- Poner letreros que digan prohibido fumar, en cada lugar más propenso al fuego.
- Poner avisos donde se haya fijado, y se obligue a los trabajadores en general a aceptar las disposiciones, las cuales serán observadas al pie de la letra, tanto por supervisores y ejecutivos, como también por el gerente de la fábrica y visitantes.
- También que se lleven encima cerillos o encendedores de cigarro en las zonas ya considerando de no fumar.

c) Instalaciones Eléctricas y Aparatos Eléctricos.

Hay dos tipos de instalaciones eléctricas: provisionales y fijas.

Instalaciones Eléctricas Provisionales:

Son aquella que han envejecido y el material aislante que las cubre se ha deteriorado, puede ser causa de incendios por corto circuito o por subir la carga de energía eléctrica en las líneas de distribución, incendiando la estructura sobre la que están instalados los conductores, mas aun si la estructura es de madera o de algún material similar.

Instalaciones Fijas:

Son los conductores que debe de ir entubados y la calidad de los materiales deberán cumplir con la norma oficial correspondiente, principalmente en aquellos lugares donde se manejen líquidos y gases inflamables, en cuyo caso las tomas de corriente y registro deberán ser a prueba de explosión.

Los equipos eléctricos defectuosos son también causa frecuente de incendio por corto circuito en lo mismo y transmisión de fuego a materiales combustibles en su proximidad, tanto en equipos como sus cables de alimentación deberán estar en perfectas condiciones.

d) Tipos de Chispas.

Existen dos tipos de chispas diferentes: Eléctricas y Chispas Mecánicas.

Chispas Eléctricas.

Son las que se producen al desconectar un interruptor, al enchufar o al desconectar una clavija, al encender o apagar la luz, son peligrosos si se manejan materiales inflamables, ya que existe el riesgo de explosión. Para evitar esto las líneas, las conexiones y los interruptores deben ser herméticos para que las chispas que puedan producirse no entren en contacto.

Chispas Mecánicas.

Son las que se producen por su enorme rozamiento. Un cojinete sin lubricación que se desliza puede producir un incendio por lo que deben corregirse estas anomalías, también pueden ser producidas por golpes, como con cinceles, excesivo rozamiento al rebajar algo con el esmeril. Debe prevenirse que estas chispas caigan cerca de materiales combustibles, o que el ambiente donde se trabaje este cargado.

e) Líquidos Inflamables.

No son los líquidos inflamables los que arden, son los vapores que se encienden y si esos vapores se mezclan con el oxígeno en la proporción debida, la combustión es tan rápida que origina una explosión, aun cuando la presión es producida y esta no llega a la desarrollada por sustancias explosivas de escasa potencia.

Se dice que donde quiera que haya vapores de estos, habrá bastante riesgo de explosión e incendio, por lo cual debe tratarse y manejarse con debida precaución, porque aun cuando se trate de cantidades relativamente pequeñas de sustancias volátiles, al vaporizarse y al mezclarse con el oxígeno con las debidas proporciones, puede causar daños.

Estas son algunas precauciones que deben de tomarse al emplear líquidos inflamables:

- Elegir siempre el líquido menos inflamable.
- Mantener todo líquido inflamable en recipientes construidos bajo normas de seguridad.
- Limitar la provisión de líquidos inflamable a las áreas de trabajo, a las necesidades de un solo turno, como máximo.
- Idear y aplicar procedimientos de trabajo bajo las necesidades de un solo turno.
- Conectar a tierra todo equipo metálico si este está estacionario.
- Usar solamente equipo eléctrico aprobado por la dirección general de normas.
- Proveer de una eficaz ventilación o respiradero a los tanques de almacenamiento.
- Suministrar el equipo adecuado, preparar y aplicar procedimientos seguros para la limpieza y reparación de recipientes o tanque que contengan solventes.
- Cuidar que siempre haya a la mano arena o cualquier otro material incombustible que auxilie en caso de un conato de incendio.

f) El Calor Espontaneo.

Es una fuente de calor poco común, pero sumamente peligroso por lo insospechado. Puede producirse por desechos por desechos o por otras cosas trapos impregnados por combustible, que la persona puede ir amontonando. Y es así como pasa un descuido o una chispa de cualquier fuente de calor.

Los materiales combustibles pueden ser de tres tipos: Sólidos, Gaseosos y Líquidos.

Para que haya combustión es necesario que los materiales sean gaseosos, o que los sólidos y los líquidos por influencia del calor expidan gases o vapores.

Sin embargo no basta que el combustible este en forma gaseosa para que arda, hace falta almacenarse en un punto de inflamación denominado " punto de inflamación", esta temperatura es diferente para cada tipo de combustible.

Como evitar que comience el Fuego:

a) Eliminación del Combustible.

El amplio uso de materiales inflamables es lo que hace imposible la eliminación de combustibles, que entra en la clasificación del Triangulo del Fuego.

El riesgo de un fuego serio puede reducirse manteniendo en un mínimo las cantidades de materiales inflamables. En el laboratorio o taller, en muchos casos es suficiente contar con botellas de 0.5 litros de solventes. Este límite resulta fundamental en el caso de que se utilicen muchos solventes diferentes.

La basura es una fuente de combustible que puede ser eliminada; es muy frecuente que el papel de desperdicio, los paños, el plástico o la madera, hayan suministrado el combustible con que se han iniciado grandes incendios. Esta forma de prevención del fuego deberá quedar incluida en los programas de limpieza.

Recomendaciones

- Mantener las áreas de trabajo y almacenaje libres de basura.
- Coloque los trapos grasosos en contenedores cubiertos.

b) Eliminación del Oxígeno.

Esto puede realizarse únicamente en circunstancias muy especiales. El aire (oxígeno), puede ser eliminado de las tuberías o del espacio situado sobre líquidos inflamables, en los tanques de almacenamiento, utilizando Nitrógeno, Bióxido de Carbono, o Argón.

Esto vuelve al espacio inerte. Por regla general debe aceptarse que el oxígeno del aire esta disponible libremente en cualquier situación donde haya fuego.

c) Líquidos y Gases Inflamables:

- No le suministre combustible a equipos que se encuentren en un espacio cerrado, especialmente si hay una llama abierta de un horno o de un calentador de agua.
- No le suministre combustible a los equipos que todavía estén calientes.
- Mantenga los líquidos inflamables almacenados en envases herméticos y a prueba de goteos. Vierta únicamente la cantidad que se necesite de los tanques.
- Almacene los líquidos inflamables lejos de las fuentes de chispas.
- Utilice líquidos inflamables únicamente en las áreas bien ventiladas.

d) Eliminación de Calor y las Fuentes de Ignición.

La eliminación del elemento Calor en el triangulo del fuego es, desde luego, el aspecto más importante en la prevención de fuegos, ya que el combustible y el oxígeno están siempre a mano y listos para ser encendidos.

Los riesgos de las chispas eléctricas se reducen utilizando accesorios y equipos a prueba de fuegos, y la electricidad estática puede descargarse con toda seguridad, conectando a tierra la maquinaria, o mediante el uso de calzado antiestático por parte del persona, pueden reservarse zonas para el empleo de sustancias ampliamente inflamables, en las cuales no se permitirá fumar, el empleo de llama abiertas, o el uso de superficies con elevada temperatura, por ejemplo las placas calientes. Es importante que las reglas aplicables a dichas zonas se mantengan, no solo por el riesgo de fuegos, si no a causa de la responsabilidad legal del técnico, debido a que puede iniciarse una acción legal en su contra, tanto si se produce o no el incendio.

Las botellas de cristal no deberán almacenarse donde se concentren los rayos del sol. Se deberá evitar la eliminación descuidada de los cerillos encendidos, los cigarros o las cenizas de la pipa en las zonas donde se permite fumar.

Si no se cuenta con ceniceros, el técnico deberá encontrar algún método que resulte adecuado para tal fin.

e) Equipos Eléctricos.

En los equipos eléctricos, identificar los cables viejos los aislamientos desgastados y las piezas eléctricas rotas. Reporte toda condición peligrosa a su superior.

Evite el recalentamiento de los motores manteniéndolos limpios y en buen estado. Una chispa proveniente de un motor en mal estado puede encender combustibles ordinarios fácilmente.

Nunca instale un fusible con un amperaje mayor al que ha sido especificado para el circuito en cuestión.

Inspeccione cualquier herramienta o equipo eléctrico que tenga un olor extraño.

Ciertos olores inusuales pueden ser la primera señal de que hay un fuego.

No sobre cargue los interruptores de pared. Dos enchufes no deben tener más de dos aparatos conectados.

1.1.5. Equipos para el combate del fuego y su clasificación.

1.1.5.1. Extinguidores de Incendios.

Son aparatos que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego. Dependiendo del sistema de presurización, los extinguidores se dividen en:

1) Extinguidor permanente presurizado.

En este grupo se incluyen aquellos en que el agente extintor es gaseoso y proporciona su propia presión de impulsión, tales como los de CO₂ (fig. 11) y los que tienen agentes extintores sólidos, líquidos, o gaseosos cuya presión de impulsión se consigue por un gas añadido. Estos últimos deben estar dotados de manómetro.



Fig. 11. Extinguidores permanente presurizados.

2) Extinguidores cuya presurización se realiza en el momento del empleo.

En este grupo se incluyen aquellos extintores, cuyo gas propelente se encuentra contenido en un botellín auxiliar. (fig. 12).

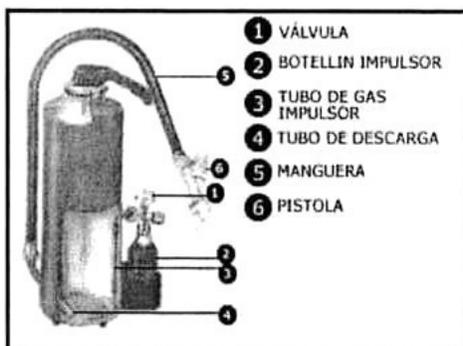


Fig. 12. Extinguidores cuya presurización se realiza en el momento del empleo.

3) Red de agua contra incendios.

Una red de agua contra incendios se compone de:

- Fuente de abastecimiento de agua.
- Red de distribución de tuberías.
- Válvulas.
- Equipos (mangueras, lanzas, etc.) (Ver Anexo A, Figura. 17 y 24. Pág. 55 a 80).

En una instalación de agua contra incendios se pueden acoplar los siguientes elementos:

- **Hidrantes.**

Son dispositivos de lucha contra incendios constituidos por una columna dotada de racores de conexión rápida, y válvulas de apertura y cierre de paso de agua. Estos dispositivos se sitúan en el exterior de las edificaciones y pueden suministrar agua a depósitos, bombas de los servicios de extinción, o a mangueras acopladas directamente a ellos. (Ver Anexo A, 11.3.1).

- **Bocas de incendios equipadas (B.I.E.)**

Son dispositivos de lucha contra incendios constituidos por:

- Toma de agua.
- Válvula.
- Racor tipo Barcelona.
- Manómetro.
- Devanadera o plegadera.
- Manguera.
- Lanza.
- Armario.



Fig. 13. Racores De Conexión De Acero Inoxidable.

Nota: Para conocer los tipos, medidas de diámetro y longitudes ver el Anexo A 10, 11 y 12.

La manguera debe estar permanentemente acoplada a la toma de agua y dotada de la correspondiente lanza.

Para utilizar una B.I.E. es preciso abrir el armario o romper el cristal, tirar de la lanza hasta desenrollar la mangueras abrir la válvula. Para actuar de esta forma, la manguera debe doblarse por la mitad antes de ser enrollada.

Una parte importantísima de toda la red de agua con los racores de conexión.

- **Rociadores automáticos (SPRINKLERS).**

Son instalaciones de protección contra incendios, capaces de extinguir un incendio en su inicio. Constan básicamente de una válvula de alarma y control, y una red de tuberías derivadas de la principal de suministro de agua. Estas tuberías disponen de orificios en los que van montados los **rociadores o Sprinklers**.

Un rociador es una válvula cuya apertura automática se produce térmicamente, mediante la fusión de un elemento, o mediante la rotura de una ampolla termosensible.

Una vez realizada la apertura se produce la descarga de agua sobre un elemento deflector que distribuye parabólicamente el agua sobre la zona del encendido.

Cuando el fuego se ha extinguido, es preciso reponer la cabeza rociadora.



1.1.5.2. Clasificación de los Extinguidores.

Como todos sabemos no existe un solo tipo de extintor para todo tipo de fuego, es por eso que existe una clasificación de extintores.

- **Extintores para fuego tipo “A”.**

Con los que podemos apagar todo el fuego de combustible común, enfriando el material por debajo de su temperatura de ignición y remojando las fibras para evitar la re ignición. Use agua presurizada, espuma o extintores de químico seco de uso múltiple. NO UTILECE Dióxido de Carbono o extintores comunes de químico con los fuegos de clase “A”.

- **Extintores para fuego tipo “B”.**

Con los que podemos apagar todo tipo de fuego líquidos inflamables, grasas o gases, removiendo el oxígeno, evitando que los vapores alcancen la fuente de ignición o impidiendo la reacción química en cadena. La espuma, el Dióxido de Carbono, el químico seco común y los extintores de uso múltiple de químico seco y de halón, se pueden utilizar para controlar fuegos clase “B”.

- **Extintores para fuego tipo “C”.**

Con los que podemos apagar todo fuego relacionado con equipos eléctricos energizados, utilizando un agente extintor que no conduzca corriente eléctrica. El Dióxido de Carbono, el químico seco común, los extintores de fuego de halón y de químico seco de uso múltiple, pueden ser utilizados para combatir fuegos en los equipos energizados.

- **Extintores para fuego tipo “D”.**

Con los que podemos apagar todo tipo de fuego con metales, como el Magnesio, el Titanio, el Potasio y el Sodio, con agentes extintores de polvo seco, especialmente diseñados para estos materiales. En la mayoría de los casos, estos absorben el calor del material enfriándolo por debajo de su temperatura de ignición.

Los extintores químicos de uso múltiple, dejan un residuo que puede ser dañino para los equipos delicados, tales como las computadoras u otros equipos electrónicos. Los extintores de Dióxido de Carbono de halón, se prefieren en estos casos, pues dejan una menos cantidad de residuo.

1.2. PROPIEDADES DEL AGUA.

El agua es el más importante de todos los compuestos y uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva.

Casi las tres cuartas partes de nuestra superficie terrestre están cubiertas de agua.

Es esencial para toda forma de vida, aproximadamente del 60% y 70% del organismo humano es agua. En forma natural el agua puede presentarse en estados físicos, sin embargo, debe tenerse en cuenta que en forma natural casi no existe pura, pues casi siempre contiene sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión.

1.2.1. Propiedades Físicas del Agua.

- 1) Estado físico: Sólida, líquida y gaseosa.
- 2) Color: Incolora.
- 3) Sabor: Insípida.
- 4) Olor: Inodoro.
- 5) Densidad: 1 g./c.c. a 4° C.
- 6) Punto de congelación: 0° C.
- 7) Punto de ebullición: 100° C.
- 8) Presión crítica: 217,5 atm.
- 9) Temperatura crítica: 374° C.

El agua químicamente pura es un líquido inodoro e insípido; incoloro y transparente en capas de poco espesor, toma color azul cuando se mira a través de espesores de seis y ocho metros, porque absorbe las radiaciones rojas. Sus constantes físicas sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica Centígrada. A la presión atmosférica de 760 milímetros de agua hierve a temperatura de 100° C y el punto de ebullición se eleva a 374°, que es la temperatura crítica a que corresponde la presión de 217,5 atmosferas; en todo caso el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100°.

Mientras que el hielo funde en cuanto se calienta por encima de su punto de fusión, el agua líquida se mantiene si solidificarse algunos grados por debajo de la temperatura de cristalización (agua subenfriada) y puede conservarse líquida a -20° C en tubo capilares o en condiciones extraordinarias de reposo. La solidificación del agua va acompañada de desprendimiento de 79,4 calorías por cada gramo de agua que se solidifica. Cristaliza en el sistema hexagonal y adopta formas diferentes, según las condiciones de cristalización.

A consecuencia de su elevado calor específico y de la gran cantidad de calor que se pone en juego cuando cambia su estado, el agua obra de excelente regulador de temperatura en la superficie de la Tierra y más en las regiones marinas.

El agua se comporta anormalmente; su presión de vapor crece con rapidez a medida que la temperatura se eleva y su volumen ofrece la particularidad de ser mínimo a la de 4°. A dicha temperatura la densidad del agua es máxima, y se ha tomado por unidad. A partir de 4° no sólo se dilata cuando la temperatura se eleva. Sino también cuando se enfria hasta 0°: a esta temperatura su densidad es 0,99980 y al congelarse desciende bruscamente hacia 0,9168, que es la densidad del hielo a 0°, lo que significa que en la cristalización su volumen aumenta en un 9 por 100.

Las propiedades físicas del agua se atribuyen principalmente a los enlaces por puente de hidrogeno, los cuales se presentan en mayor número en el agua sólida, en la red cristalina cada átomo de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua está rodeado tetraédricamente por cuatro átomos de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua y así sucesivamente es como se conforma su estructura. Cuando el agua sólida (hielo) se funde la estructura tetraédrica se destruye y la densidad del agua líquida es mayor que la del agua sólida debido a que sus moléculas quedan más cerca

entre sí, pero sigue habiendo enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas del agua líquida. Cuando se calienta el agua sólida, que se encuentra por debajo de la temperatura de fusión, a medida que se incrementa la temperatura por encima de la temperatura de fusión se debilita el enlace por puente de hidrógeno y la densidad aumenta más hasta llegar a un valor máximo a la temperatura de 3.98° C la densidad del agua líquida disminuye con el aumento de la temperatura de la misma manera que ocurre con los otros líquidos.

1.2.2. Propiedades Químicas del Agua.

- 1) Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.
- 2) Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad.
- 3) Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacen a temperatura elevada.
- 4) El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, por Ej.: Haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua).
- 5) El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominándose hidratos. En algunos casos los hidratos pierden agua de cristalización cambiando de aspecto, y se dice que son eflorescentes, como le sucede al sulfato cúprico, que cuando está hidratado es de color azul, pero por pérdida de agua se transforma en sulfato cúprico anhídrido de color blanco.

Por otra parte, hay sustancias que tienden a tomar el vapor de agua de la atmósfera y se llaman hidrófilas y también higroscópicas; la sal se dice entonces que deliquesce, tal es el caso del cloruro cálcico.

1.2.2.1. El agua como compuesto químico.

Habitualmente se piensa que el agua natural que conocemos es un compuesto químico de fórmula H_2O , pero no es así, debido a su gran capacidad disolvente toda el agua que se encuentra en la naturaleza contiene diferentes cantidades de diversas sustancias en solución y hasta en suspensión, lo que corresponde a una mezcla.

El agua químicamente pura es un compuesto de fórmula molecular H_2O . Como el átomo de oxígeno tiene sólo 2 electrones no apareados, para explicar la formación de la molécula H_2O se considera que de la hibridación de los orbitales atómicos 2s y 2p resulta la formación de 2 orbitales híbridos sp^3 . El traslape de cada uno de los 2 orbitales atómicos híbridos con el orbital 1s 1 de un átomo de hidrógeno se forman dos enlaces covalentes que generan la formulación de la molécula H_2O , y se orientan los 2 orbitales sp^3 hacia los vértices de un tetraedro triangular regular y los otros vértices son ocupados por los pares de electrones no compartidos del oxígeno. Esto cumple con el principio de exclusión de Pauli y con la tendencia de los electrones no apareados a separarse lo más posible. Experimentalmente se encontró que el ángulo que forman los 2 enlaces covalentes oxígeno-hidrógeno es de 105° y la longitud de enlace oxígeno-hidrógeno es de 0.96 Angstrom y se requiere de 118 Kcal./mol para romper uno de éstos enlaces covalentes de la molécula H_2O . Además, el que el ángulo experimental de enlace sea menor que el esperado teóricamente (109°) se explica como resultado del efecto de los 2 pares de electrones no compartidos del oxígeno que son muy voluminosos y comprimen el ángulo de enlace hasta los 105°.

Las fuerzas de repulsión se deben a que los electrones tienden a mantenerse separados al máximo (porque tienen la misma carga) y cuando no están apareados también se repelen (principio de exclusión de Pauli). Además núcleos atómicos de igual carga se repelen mutuamente porque tienen carga opuesta, el espín opuesto permite que 2 electrones ocupen la misma región pero manteniéndose alejados lo más posible del resto de los electrones. La estructura de una molécula es el resultado neto de la interacción de las fuerzas de atracción y de repulsión (fuerzas intermoleculares), las que se relacionan con las cargas eléctricas y con el espín de los electrones.

De acuerdo con la definición de ácido y álcali de Brønsted-Lowry, los 2 pares de electrones no compartidos del oxígeno en la molécula H_2O le proporcionan características alcalinas. Los 2 enlaces covalentes de la molécula H_2O son polares porque el átomo de oxígeno es más electronegativo que el de hidrógeno, por lo que esta molécula tiene un momento dipolar electrostático igual a 6.13×10^{-30} (coulombs)(angstrom), lo que también indica que la molécula H_2O no es lineal, H-O-H.

El agua es un compuesto tan versátil principalmente debido a que el tamaño de su molécula es muy pequeño, a que es buena donadora de pares de electrones, a que forma puentes de hidrógeno entre sí y con otros compuestos que tengan enlaces como: N-H, O-H y F-H, a que tiene una constante dieléctrica muy grande y a su capacidad para reaccionar con compuestos que forman otros compuestos solubles.

El agua es, quizás el compuesto químico más importante en las actividades del hombre y también más versátil, ya que como reactivo químico funciona como ácido, álcali, ligando, agente oxidante y agente reductor.

Difusión.

Proceso mediante el cual ocurre un flujo de partículas (átomos, iones o moléculas) de una región de mayor concentración a una de menor concentración, provocando por un gradiente de concentración. Si se coloca un terrón de azúcar en el fondo de un vaso de agua, el azúcar se disolverá y se difundirá lentamente a través del agua, pero si no se remueve el líquido pueden pasar semanas antes de que la solución se aproxime a la homogeneidad.

Ósmosis.

Fenómeno que consiste en el paso de solvente de una solución de menor concentración a otra de mayor concentración que las separe una membrana semipermeable, a temperatura constante. En la ósmosis clásica, se introduce en un recipiente con agua un tubo vertical con el fondo cerrado con una membrana semipermeable y que contiene una disolución de azúcar. A medida que el agua pasa a través de la membrana hacia el tubo, el nivel de la disolución de azúcar sube visiblemente. Una membrana semipermeable idónea para este experimento es la que existe en el interior de los huevos, entre la clara y la cáscara. En este experimento, el agua pasa en ambos sentidos a través de la membrana. Pasa más cantidad de agua hacia donde se encuentra la disolución concentrada de azúcar, pues la concentración de agua es mayor en el recipiente con agua pura; o lo que es lo mismo, hay en ésta menos sustancias diluidas que en la disolución de azúcar. El nivel del líquido en el tubo de la disolución de azúcar se elevará hasta que la presión hidrostática iguale el flujo de moléculas de disolvente a través de la membrana en ambos sentidos. Esta presión hidrostática recibe el nombre de presión osmótica. Numerosos principios de la física y la química intervienen en el fenómeno de la ósmosis en animales y plantas.

Capilaridad.

Es el acenso o descenso de un líquido en un tubo de pequeño diámetro (tubo capilar), o en un medio poroso (por ej. Un suelo), debido a la acción de la tensión superficial del líquido sobre la superficie del sólido. Este fenómeno es una excepción a la ley hidrostática de los vasos comunicantes, según la cual una masa de líquido tiene el mismo nivel en todos los puntos; el efecto se produce de forma más marcada en tubos capilares, es decir, tubos de diámetro muy pequeño. La capilaridad, o acción capilar, depende de las fuerzas de adhesión del líquido al sólido (mojado) superan a las fuerzas de cohesión dentro del líquido (tensión superficial), la superficie del líquido será cóncava y el líquido subirá por el tubo, es decir, ascenderá por encima del nivel hidrostático. Así sucede por ejemplo con agua en tubos de vidrio grasientos (donde la adhesión es pequeña) o con mercurio en tubos de vidrio limpios (donde la cohesión es grande). La absorción de agua por una esponja y la ascensión de la cera fundida por el pabilo de una vela son ejemplos familiares de ascensión capilar. El agua sube por la tierra debido en parte a la capilaridad, y algunos instrumentos de escritura como la pluma estilográfica (fuente) o el rotulador (plumón) se basan en este principio.

CAPITULO II.
MARCO JURÍDICO.

2.2. LEGISLACIÓN MEXICANA SOBRE PROTECCIÓN A LOS TRABAJADORES.

- **CONSTITUCIÓN POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS:**

En su art. 123. Establece los derechos laborales fundamentales y sienta las bases de la seguridad e higiene en el trabajo.

- **LEY FEDERAL DEL TRABAJO:**

Reafirma la responsabilidad del patrón de proporcionar a los trabajadores, un ambiente laboral seguro y sano.

- **LEY DEL IMSS:**

Es de utilidad pública la ley del seguro social, y ella comprenderá seguros de invalidez, de vejez, de vida, de cesación involuntaria de trabajo, de enfermedades y accidentes de servicios de guardería y cualquier otro encaminado a la protección y bienestar de los trabajadores

2.1.1. CONSTITUCIÓN POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

TITULO SEXTO DEL TRABAJO Y DE LA PREVISION SOCIAL.

La constitución política de los estados unidos mexicanos en su artículo 123 menciona que toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; y con ello se genera la creación de empleos y la organización social para el trabajo, conforme a la ley.

Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patronos deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrono contrate el trabajo por un intermediario.

El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las maquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera este, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto, las sanciones procedentes en cada caso.

Es de utilidad pública la ley del seguro social, y ella comprenderá seguros de invalidez, de vejez, de vida, de cesación involuntaria del trabajo, de enfermedades y accidentes, de servicios de guardería y cualquier otro encaminado a la protección y bienestar de los trabajadores, campesinos, no asalariados y otros sectores y sus familiares.

La aplicación de las leyes del trabajo corresponde a las autoridades de los estados, en sus respectivas jurisdicciones, pero es de la competencia exclusiva de las autoridades federales en los asuntos relativos a:

Aquellas empresas que ejecuten trabajos en zonas federales o que se encuentren bajo jurisdicción federal, en las aguas territoriales o en las comprendidas en la zona económica exclusiva.

También será competencia exclusiva de las autoridades federales, la aplicación de las disposiciones de trabajo en los asuntos relativos a conflictos que afecten a dos o más entidades federativas; contratos colectivos que hayan sido declarados obligatorios en más de una sola entidad federativa; obligaciones patronales en materia educativa, en los

términos de ley; y respecto a las obligaciones de los patrones en materia de capacitación y adiestramiento de sus trabajadores, así como de seguridad e higiene en los centros de trabajo, para lo cual, las autoridades federales contratan con el auxilio de las estatales, cuando se trata de ramas o actividades de jurisdicción local, en los términos de la ley reglamentaria correspondiente.

2.2.1. LEY FEDERAL DEL TRABAJO.

TITULO NOVENO.

Riesgo de Trabajo.

Las disposiciones de este título de la ley federal del trabajo se aplican a todas las relaciones de trabajo, incluidos los trabajos especiales. Además de que nos hace mención de los derechos del trabajador y obligaciones del patrón.

Art. 473. Riesgos de trabajos son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Art. 474. Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo de los trabajos cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquel.

Los trabajadores que sufran un riesgo de trabajo tendrán derecho a:

1. Asistencia médica y quirúrgica;
2. Rehabilitación;
3. Hospitalización, cuando el caso lo requiera;
4. Medicamentos y material de curación;
5. Los aparatos de prótesis y ortopedia necesarios; y
6. La indemnización fijada en el presente Título.

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Mantener en el lugar de trabajo los medicamentos y material de curación necesarios para primeros auxilios y adiestrar personal para que los preste;
- II. Cuando tenga a su servicio más de cien trabajadores, establecer una enfermería, dotada con los medicamentos y material de curación necesarios para la atención médica y quirúrgica de urgencia. Estará atendida por personal completamente, bajo la dirección de un médico cirujano. Si a juicio de éste no se puede prestar la debida atención médica y quirúrgica, el trabajador será trasladado a la población u hospital en donde pueda atenderse a su curación.
- III. Cuando tengan a su servicio más de trescientos trabajadores, instalar un hospital, con el personal médico y auxiliar necesario;
- IV. Previo acuerdo con los trabajadores, podrán los patrones celebrar contratos con sanatorios u hospitales ubicados en el lugar en que se encuentre el establecimiento o a una distancia que permita el traslado rápido y cómodo de los trabajadores, para que presten los servicios a que se refieren las dos fracciones anteriores;

- V. Dar aviso escrito a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, al Inspector del Trabajo y a la Junta de Conciliación Permanente o a la de Conciliación y Arbitraje, dentro de las 72 horas siguientes, de los accidentes que ocurran, proporcionando los siguientes datos y elementos:
- a) Nombres y domicilio de la empresa;
 - b) Nombre y domicilio del trabajador; así como de su puesto o categoría y el monto de su salario;
 - c) Lugar y hora del accidente, con expresión de los hechos;
 - d) Nombre y domicilio de las personas que presenciaron el accidente; y,
 - e) Lugar en que se presta o haya prestado atención médica al accidentado.
- VI. Tan pronto se tenga conocimiento de la muerte de un trabajador por riesgos de trabajador, dar aviso escrito a las autoridades que menciona la fracción anterior, proporcionando, además de los datos y elementos que señala dicha fracción, el nombre y domicilio de las personas que pudieran tener derecho a la indemnización correspondiente.

En cada empresa o establecimiento se organizarán las condiciones de seguridad e higiene que se juzgue necesarias, compuestas por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, para investigar las causas de los accidentes y enfermedades, proponer medidas para prevenirlos y vigilar que se cumplan.

En los reglamentos de esta Ley, se fijan las medidas necesarias para prevenir los riesgos de trabajo y lograr que éste se preste condiciones que aseguren la vida y la salud de los trabajadores.

Con el objeto de estudiar y proponer la adopción de medidas preventivas para abatir los riesgos en los centros de trabajo, se organizará la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, integrada por representantes de las Secretarías del Trabajo y Previsión Social y de Salubridad y Asistencia, y del Instituto Mexicano del Seguro Social, así como por los que designen aquellas organizaciones nacionales de trabajadores y de patrones a las que convoque el titular de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, quien tendrá carácter de Presidente de la citada Comisión.

En cada Entidad Federativa se constituirá una Comisión Consultiva Estatal de Seguridad e Higiene en el Trabajo, cuya finalidad será la de estudiar y proponer la adopción de todas aquellas medidas preventivas para abatir los riesgos en los centros de trabajo comprendidos en su jurisdicción. Dichas Comisiones Consultivas Estatales serán presididas por los Gobernadores de las Entidades Federativas y en su integración participarán también representantes de las Secretarías del Trabajo y la Previsión Social y Salubridad y Asistencia y del Seguro Social; así como los que designen las organizaciones de trabajadores y de patrones a las que convoquen, conjuntamente, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y el Gobernador de la Entidad correspondiente. El representante de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social ante la Comisión Consultiva Estatal respectiva, fungirá como Secretario de la misma.

La organización de la Comisión Consultiva Nacional e Higiene en el Trabajo y la de las Comisiones Consultivas Estatales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, serán señales en el reglamento de esta Ley que se expida en materia de seguridad e higiene.

Los patrones deberán efectuar las modificaciones que ordenen las autoridades del trabajo a fin de ajustar sus establecimientos, instalaciones o equipos a las disposiciones de esta Ley, de sus reglamentos o de los instructivos que con base en ellos expidan las autoridades competentes. Si transcurrido el plazo que se les conceda para tal efecto, no se han efectuado las modificaciones, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social procederá a sancionar al patrón infractor, con apercibimiento de sanción mayor en caso de no cumplir la orden dentro del nuevo plazo que se le otorgue. Si aplicadas las sanciones a que se hace referencia anteriormente, subsistiera la irregularidad, la Secretaría, tomando en cuenta la naturaleza de las modificaciones ordenadas y el grado de riesgo, podrá clausurar parcial o totalmente el centro de trabajo

hasta que se dé cumplimiento a la obligación respectiva, oyendo previamente la opinión de la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene correspondiente, sin perjuicio de que la propia Secretaría adopte las medidas pertinentes para que el patrón cumpla con dicha obligación. Cuando la Secretaría del Trabajo determine la clausura parcial o total, lo notificará por escrito, con tres días hábiles de anticipación a la fecha de la clausura, al patrón y a los representantes del sindicato. Si los trabajadores no están sindicalizados, el aviso se notificará por escrito a los representantes de éstos ante la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social establecerá la coordinación necesaria con la Secretaría de Salubridad y Asistencia y 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.

Las autoridades de las entidades Federativas auxiliarán a las del orden federal en la aplicación de las normas de seguridad e higiene en el trabajo, cuando se trate de empresas o establecimientos que, en los demás aspectos derivados de las relaciones laborales, estén sujetos a la jurisdicción local.

2.2.2. LEY DEL IMSS:

SECCION SEXTA.

DE LA PREVENCION DE RIESGOS DE TRABAJO.

El instituto está facultado para proporcionar servicios de carácter preventivo, individualmente o a través de procedimientos de alcance general, con el objeto de evitar la realización de riesgos de trabajo entre la población asegurada de acciones preventivas de riesgos de trabajo en las empresas de hasta cien trabajadores.

El instituto se coordinará con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de las entidades federativas y concretará, en igual forma, con la representación de las organizaciones de los sectores social y privado, con el objeto de realizar programas para la prevención de los accidentes y las enfermedades de trabajo.

El instituto llevará a cabo las investigaciones que estime convenientes sobre riesgos de trabajo y sugerirá a los patrones las técnicas y prácticas convenientes a efecto de prevenir la realización de dichos riesgos. El instituto podrá verificar el establecimiento de programas o acciones preventivas de riesgos de trabajo en aquellas empresas que por la siniestralidad registrada, pueden disminuir el monto de la prima de este seguro.

Los patrones deben cooperar con el Instituto en la prevención de los riesgos de trabajo, en los términos siguientes:

- I. Facilitar la realización de estudios e investigaciones.
- II. Proporcionar datos e informes para la elaboración de estadísticas sobre riesgos de trabajo y
- III. Colaborar en el ámbito de sus empresas a la adopción y difusión de las normas sobre prevención de riesgos de trabajo.

CAPITULO III.

NECESIDADES DE RESGUARDO DE LA INTEGRIDAD FISICA DE LOS TRABAJADORES Y DE LOS BIENES DE LA EMPRESA.

3.2. SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVENCIÓN SOCIAL: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-STPS-2000, CONDICIONES DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

En esta norma se establecen las condiciones mínimas de seguridad que deben existir, para la protección de los trabajadores y la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Al cumplir con las disposiciones de esta norma se evitan daños a los trabajadores y pérdidas a la empresa. Por ello se requiere que el patrón informe a los trabajadores sobre los riesgos de incendio y capacite al personal y a las brigadas. También se establecen las medidas de seguridad en función de la determinación del grado de riesgo de incendio y se proporcionan guías de referencia para orientar sobre las características de los sistemas fijos contra incendio, sobre la conformación de las brigadas, y la selección de extintores y de detectores.

Las obligaciones que debe cumplir el patrón en un centro de trabajo son las siguientes:

- ✓ Mostar a la autoridad del trabajo.
- ✓ Informar a todos los trabajadores de los riesgos de incendio.
- ✓ Determinar el grado de riesgo de incendio y cumplir con los requisitos de seguridad correspondientes.
- ✓ Instalar equipos contra incendio, de acuerdo al grado de riesgo de incendio, a la clase de fuego que se pueda presentar en el centro de trabajo y a las cantidades de materiales en almacén y en proceso.
- ✓ Verificar que los extintores cuenten con su placa o etiqueta, colocada al frente que contenga, por lo menos, la siguiente información:
 - Nombre, denominación o razón social del.
 - Nomenclatura de funcionamiento, pictograma de la clase de fuego (A, B, C o D) y sus limitaciones.
 - Fecha de la carga original o del último servicio de mantenimiento realizado, indicando al menos mes y año.
 - Agente del extinguidor.
 - Capacidad nominal, en kg o l.
 - La contraseña oficial del organismo de certificación, acreditado y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- ✓ Verificar que los detectores y sistemas fijos contra incendio cuenten con una placa o etiqueta, la cual contenga, por lo menos, la siguiente información:
 - Nombre denominación o razón social del fabricante.
 - Nomenclatura de funcionamiento y pictograma de la clase de fuego (A, B, C o D).
 - Fecha de fabricación o del último servicio de mantenimiento realizado, indicando al menos mes y año.
 - Agente extinguidor.
 - La contraseña oficial del organismo de certificación, acreditado y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- ✓ Establecer por escrito y aplicar un programa específico de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios. En los centros de trabajo con menos de 100 trabajadores cuyo grado de riesgo sea medio o bajo, basta con establecer por escrito y cumplir una relación de medidas preventivas de protección y combate de incendios.
- ✓ Proporcionar a todos los trabajadores capacitación y adiestramiento para la prevención y protección de incendios, y combate de conatos de incendios.

- ✓ Proporcionar a todos los trabajadores capacitación y adiestramiento para la prevención y protección de incendios, y combate de conatos de incendio.
- ✓ Realizar simulacros de incendios cuando menos una vez al año.
- ✓ Organizar y capacitar brigadas de evaluación del personal y de atención de primeros auxilios.
- ✓ Integrar y capacitar brigadas contra incendios y proporcionarles el equipo de protección personal específico para el combate de incendios.
- ✓ Contar con detectores de incendios para advertir al personal que se produjo un incendio o que se presentó alguna otra emergencia.

Las obligaciones que debe cumplir el trabajador en un centro de trabajo son las siguientes:

- ✓ Cumplir con las medidas de prevención, protección y combate de incendios establecidas por el patrón.
- ✓ Participar en las actividades de capacitación y adiestramiento proporcionadas por el patrón para la prevención y combate de incendios.
- ✓ En caso de ser requerido, auxiliar en las emergencias que se presente en el área de trabajo.
- ✓ Cumplir con las instrucciones de uso y mantenimiento del equipo de protección personal proporcionado por el patrón.
- ✓ Participar en las brigadas contra incendios, de evacuación de personal y de atención de primeros auxilios, cuando sea requerido por el patrón.
- ✓ Avisar al patrón en caso de inicio de fuego o alguna otra emergencia.

La norma nos dice que debe haber un programa específico de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios, el cual debe contener:

- a) Los procedimientos de seguridad para prevenir riesgos de incendios y, en caso de un incendio, los procedimientos para regresar a condiciones normales de operación.
- b) El tipo y la ubicación del equipo de combate de incendios;
- c) La señalización, de la localización del equipo contra incendio, ruta de evacuación y salidas de emergencias.
- d) La capacitación y adiestramiento que se debe proporcionar a todos los trabajadores para el uso y manejo de extintores, y para la evacuación de emergencia.
- e) La descripción de las características de los simulacros de evacuación para emergencias, como son: la ubicación de las rutas de evacuación, de las salidas de emergencias y de las zonas de seguridad; lo relativo a la solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención de la emergencia, y la forma de evacuar al personal.
- f) La capacitación y adiestramiento que se debe proporcionar a las brigadas para el combate de incendios, de acuerdo a las características de los materiales existentes en el centro de trabajo, y la relativa evacuación del personal y a la atención de primeros auxilios.
- g) El riesgo del cumplimiento de la revisión mensual y mantenimiento preventivo anual realizado al equipo contra incendios y a los detectores de incendios para garantizar su funcionamiento y operación.
- h) Establecer por escrito un plan de emergencia para casos de incendios que contenga las actividades a desarrollar por los integrantes de las brigadas, que incluya su difusión y la forma de verificar su aplicación.
- i) El riesgo del cumplimiento de la revisión anual efectuada a las instalaciones eléctricas del centro de trabajo, realizada por personal capacitado y autorizado por el patrón, la cual debe comprender al menos: tableros, transformadores, cableado, contactos y motores, considerando las características de húmedas y ventilación.

3.3. REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE DE PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS.

CAPITULO XXI

CONTRA INCENDIOS

PEMEX por su parte cuenta con este reglamento de seguridad e higiene con el fin de resguardar la integridad física de los trabajadores y los bienes de la misma empresa.

En este reglamento se menciona que debe haber un Comité Directivo el cual está encargado de verificar que se cumpla con la normatividad vigente en la materia, y nos dice también que todos los Centros de Trabajo deben elaborar y aprobar sus Planes de Respuesta a Emergencia, para tomar las medidas adecuadas que permitan prevenir y controlar incendios.

Las obligaciones que deben de cumplir los Comités Directivos son:

- a) Formular la normatividad interna correspondiente, para la prevención y combate de incendios del Centro de Trabajo que se trate, de conformidad con la normatividad oficial aplicable en la materia.
- b) Estudiar y adoptar, con base a las experiencias y adelantos en la materia, las medidas que sean necesarias para la adecuada protección contra incendio.
- c) Supervisar que los sistemas y equipos contra incendio sean conservados en condiciones de operación.
- d) Reunirse por lo menos cada tres meses, con el objetivo de estudiar y resolver los asuntos de su competencia.
- e) Establecer los programas de capacitación y adiestramiento del personal contra incendio.

El reglamento marca las siguientes medidas de seguridad que se deben tomar en el centro de trabajo:

Queda estrictamente prohibido fumar, encender fósforos o fuego abierto, dentro de los límites de cualquier planta, edificio administrativo, almacén, talleres, y en general en cualquier instalación de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Independientemente de que existan o no señales de seguridad o letreros indicando la prohibición, con excepción de las áreas en las cuales se cuenta con el permiso correspondiente para encender fuego.

Queda estrictamente prohibido el uso de parrillas, calefactores, motores eléctricos estándar, motores de combustión interna y cualquier otro aparato eléctrico que no sea a prueba de explosión, así como, dispositivos con flama expuesta, en aquellas áreas en las cuales no se permitan puntos de ignición.

El personal que combate un incendio, debe hacerlo con su equipo de protección personal contra incendio completo, lo mismo para el caso de simulacros o prácticas.

Todos los Centros de Trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, deben contar con los equipos y sistemas necesarios para la prevención, detección y combate de incendios, de acuerdo al grado de riesgo de incendio, conforme a la normatividad vigente en la materia.

El personal que combate un incendio, debe hacerlo con su equipo de protección personal contra incendio completo, lo mismo para el caso de simulacros o prácticas.

El tipo, cantidad y distribución de extintores, se deben determinar en proporción al grado de riesgo, clase de fuego y demás condiciones específicas de las instalaciones de los Centros de Trabajo de acuerdo con la normatividad aplicable.

Al usar extintores de CO₂ o cuando se active un sistema de extinción de bióxido de carbono, se debe cuidar que nadie quede atrapado en el interior de un sitio confinado, sin el equipo de protección respiratoria adecuado.

Todos Los extintores deben ser probados hidrostáticamente a intervalos que no excedan a los establecidos en la normatividad vigente aplicable para cada tipo de extintor.

Los extintores deben tener un lugar asignado y contar con la placa ó etiqueta de identificación, fecha de revisión e instructivo de operación.

El acceso a los extintores y demás equipo contra incendio, nunca deberá ser obstruido o bloqueado con estibas de materiales u otros objetos. Así también, deben estar señalizados de conformidad con la normatividad vigente aplicable.

La tubería de la red de agua contra incendio, válvulas y accesorios en general, deben protegerse con pintura anticorrosiva color rojo, de conformidad con la normatividad aplicable.

Por lo menos Anualmente, se debe hacer una prueba hidrostática de las redes de agua contra incendio de acuerdo a la normatividad vigente aplicable.

El manejo de mangueras, su almacenamiento, revisión, instalación, forma de acoplamiento, secado, protección, uso, pruebas, mantenimiento, deben hacerse conforme al procedimiento respectivo del Centro de Trabajo.

Las instalaciones que cuentan con bombas para contra incendio, debe existir un programa de mantenimiento preventivo con el fin de mantenerlas en condiciones de uso.

Las bombas de contra incendio deben probarse por lo menos una vez a la semana a gasto normal; y una vez al año a descarga cerrada, a condiciones de diseño y al 150% de su gasto normal, para lo cual, el Centro de Trabajo debe contar con un cabezal de pruebas, fijo o desmontable y el procedimiento respectivo, así mismo durante la operación de la bomba accionada por motor de combustión interna debe verificarse calentamiento, sistema automático de carga, niveles de aceite, filtros, y demás parámetros recomendados por el fabricante del mismo.

El sistema de arranque del motor de combustión interna debe ser del tipo de botón y no requerir de llave, debiendo además, contar con doble batería y con rectificador de recarga, así mismo la red hidráulica debe contar cuando menos de una bomba principal, una de relevo y una (jockey) para mantener presurizado el sistema. El sistema de arranque de las bombas debe permitir que éstas se pongan en operación de forma manual y en automático, por lo que, sus tableros respectivos deben tener el procedimiento de arranque en idioma español.

Los sistemas de aspersores, se deben revisar y probar al menos una vez por mes verificando el estado físico de sus componentes, que no estén obstruidos para la operación eficiente del sistema.

En las áreas de proceso, casas de bombas, áreas de tanques de almacenamiento, etc., protegidas con aspersores, se deben efectuar pruebas de acuerdo al programa y procedimiento establecido por cada Centro de Trabajo, con el propósito de verificar el funcionamiento eficiente del sistema.

Después de haber controlado o apagado un incendio con el sistema de aspersores, se deben realizar todas las maniobras necesarias para dejar nuevamente dicho sistema en condiciones de operación inmediata.

Para combatir los incendios en tanques de almacenamiento verticales de líquidos combustibles o inflamables ó derrames de los mismos se deben utilizar sistemas de espuma, conforme a la normatividad aplicable y al análisis de riesgos.

Los sistemas fijos para generar espuma deben ser revisados de acuerdo al programa y procedimiento establecido por cada Centro de Trabajo.

En los cobertizos donde estén instalados los sistemas de presión balanceada se debe colocar un tablero con las instrucciones de operación de dichos sistemas. Asimismo se indicarán las características de las bombas, la capacidad de los proporcionados, la capacidad del tanque de almacenamiento del líquido espumante, un diagrama de la instalación que indique la posición de las válvulas de control con la nomenclatura de éstas.

Cada seis meses deben revisarse el peso y la presión de los cilindros de bióxido de carbono de estos sistemas de protección. Cualquier cilindro que tenga una pérdida de peso de más de 5% y/o una pérdida de presión (corregida por temperatura) de más de 10% deben reemplazarse por otro que tenga el peso y la presión adecuada.

En los cuartos de distribución eléctricos (CCM) de las instalaciones de proceso donde no exista personal de forma permanente, debe contarse con un sistema de detección y supresión automático de incendio.

En los Centros de Trabajo donde se tienen sistemas de inundación total, se deben de seguir las instrucciones conforme al sistema especificado que este instalado.

Los sistemas semifijos de espuma, (son los formados por una unidad móvil proporcionadora de espuma, la instalación permanente de cámaras e hidrantes, interconectados entre sí con mangueras) deben ser objeto de al menos una revisión anual, de acuerdo a la normatividad vigente aplicable.

Después de usar los sistemas semifijos de espuma, debe efectuarse la limpieza de los proporcionadores de espuma, para evitar que queden residuos que obstruyan los orificios.

CAPITULO IV:

**NORMAS NACIONALES, NORMAS INTERNACIONALES Y CONCORDANCIA ENTRE ELLAS, DE LAS QUE APLIQUEN
PARA EL DISEÑO DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO.**

4.1. NORMATIVIDAD.

Las normas más utilizadas en seguridad contra incendios son las de la **National Fire Protection Association** (NFPA), reconocidas como las normas de facto a nivel mundial en protección contra incendios. NFPA tiene una norma específica para redes contra incendios llamada NFPA 24, **“Installation of Private Fires Mains and Their Appurtenances.”** NFPA ha venido regulando el diseño e instalación de redes contra incendios desde 1903, a través de otras normas. NFPA estableció la norma NFPA 24 en 1931, la cual se encuentra actualmente en su vigésima edición. La edición actual del 2007 se hizo efectiva el 17 de Agosto del 2006. Debemos reconocer que la normativa NFPA trabaja inextricablemente con los laboratorios de prueba que certifican que los equipos contra incendios hayan sido probados y certificados para que trabajen como es la intención de los códigos NFPA. Los dos (2) laboratorios de prueba más reconocidos son **Underwriters Laboratories Inc.**, que publica el **“Fire Protection Directory Ed. 2006”** y **FM Approvals** que a su vez publica el **“Approval Guide”** (cuya última edición es de Septiembre).

PEMEX por su parte tiene dos (2) documentos que rigen la instalación de redes contra incendios. La DG-GPASI-SI-3610 (Rev. 1, Julio 26, 1996), Norma para el Diseño y Construcción de Redes Contra Incendios en Centros de Trabajo de PEMEX y la Especificación P.2.0431.01, Sistemas para Agua de Servicio contra Incendio, Mayo, 2001. Estos documentos no son tan profundos como la normativa NFPA, no han sido puestos al día en los últimos años y no identifican ninguna opción diferente a la instalación de tubería de acero al carbón.

Por consiguiente, utilizamos en este análisis la norma NFPA 24 exclusivamente, no sin antes discutir la filosofía NFPA y la de otras normas petroleras de protección contra incendios utilizados internacionalmente.

1. Filosofía NFPA:

Desde 1992, la NFPA empezó a requerir que la tubería de acero no puede ser utilizada en redes contra incendio enterradas. La posición de la NFPA ha sido que debido a las estadísticas de roturas cuando se utiliza tubería de acero enterrada, la ha llevado a concluir que este tipo de aplicación no es aceptable, así la tubería se haya protegido externamente la norma sobre redes contra incendios NFPA consiste en permitir cualquier tipo de tubería que haya sido aprobada o listada para uso en redes contra incendios por un laboratorio reconocido.

2. Filosofía de las Normas Petroleras Internacionales:

El American Petroleum Institute (API), a través de su Práctica Recomendada 2001, “Fire Protection in Refineries”, de Mayo 2005, hace referencia a la NFPA 24. The Institute of Petroleum, en su documento “Fire Precautions at Petroleum Refineries and Bulk Storage Installations”, publicado en Octubre 1993, art. A.3.10, no hace directa referencia a la NFPA 24, pero si a la norma NFPA 13, la cual es idéntica, en su capítulo 10 sobre redes contra incendios, a la norma NFPA 24. Debido a que ni la API 2001 ni el Institute of Petroleum’s Fire Precautions explícitamente hacen referencia al tipo de materiales permitidos en redes contra incendios enterradas, ambos por referencia, permiten que sea la NFPA 24 la que establezca criterios.

4.1.1. NORMA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO EN CENTROS DE TRABAJO DE PEMEX REFINACIÓN DG-GPASI-SI-3610.

Objetivo.

Definir los criterios de seguridad y las especificaciones de materiales y equipos que debe ser considerado en el diseño, construcción y equipamiento de redes de agua contra incendio, destinadas a la protección de centros de trabajo de Pemex Refinación.

Alcance.

El presente documento describe los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplirse en el diseño y construcción de redes de agua contra incendio, así como las especificaciones de materiales, accesorios y equipos que deben de ser utilizados en cada una de las partes fundamentales de dichos sistemas. No se incluyen en esta norma, los equipos de bombeo de agua contra incendio que se instalan a bordo de embarcaciones.

Los aspectos no previstos en esta Norma, serán motivo de análisis y aprobación por parte de personal y construcción de las instalaciones y de la Gerencia de Protección Ambiental y Seguridad Industrial.

Ámbito de Aplicación.

Los lineamientos contenidos en el presente documento, son de aplicación general y obligatoria para todos los centros de trabajo de PEMEX Refinación que se encuentran en las fases de proyecto y construcción de nuevas instalaciones, así como para la ampliación, modificación o reconstrucción de instalaciones ya existentes. (Ver Anexo A).

4.1.2. NORMA PARA SISTEMAS FIJOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE AGUA PULVERIZADA (NFPA 15).

Ámbito de aplicación.

Esta norma deberá proporcionar los requisitos mínimos para el diseño, instalación y pruebas de aceptación de los sistemas fijos de protección contra incendios de agua pulverizada. Esta norma incluye también requisitos de las pruebas y el mantenimiento periódico de la gran velocidad de los sistemas fijos de agua pulverizada.

El término "agua pulverizada" se referirá a la utilización de agua en una forma que tenga un determinado patrón, tamaño de las partículas, la velocidad, la densidad y dispositivos especialmente diseñados. Los sistemas fijos de agua pulverizada se aplican generalmente a riesgos especiales de protección contra incendios ya que la protección puede ser diseñada específicamente para el control de incendios, la extinción, la prevención, la protección o la exposición. El diseño de sistemas fijos puede variar considerablemente, dependiendo de la naturaleza del peligro y de los propósitos básicos de la protección. Debido a estas variaciones y la gran variedad en las características de las boquillas de aspersión, estos sistemas deberán ser competentes.

Objeto.

La finalidad de esta norma será ofrecer a los requisitos mínimos para los sistemas fijos de agua pulverizada sobre la base de principios de ingeniería de sólidos, los datos de los ensayos, la experiencia sobre el terreno. Nada de lo dispuesto en esta norma tiene por objeto limitar las nuevas tecnologías o medidas alternativas, siempre que el nivel de seguridad prescrito por la norma no es reducido.

4.1.3. NORMA PARA LA INSTALACION DE BOMBAS ESTACIONARIAS CONTRA INCENDIOS (NFPA 20).

Ámbito de aplicación.

Esta norma se ocupa de la selección y la instalación de bombas de agua para el suministro privado de protección contra incendios. Los temas considerados incluyen el abastecimiento de agua; Succión, de descarga, y equipos auxiliares; Suministro de energía; Accionamiento eléctrico y de control; Motor de combustión interna y la unidad de control; Turbinas de vapor y de la unidad de control; Y pruebas de aceptación y funcionamiento. Esta norma no cubre la capacidad del sistema de abastecimiento de agua y los requisitos de presión, ni tampoco para cubrir los requisitos de inspección periódica, pruebas y mantenimiento de sistemas de bomba de fuego. Esta norma no cubre los requisitos para la instalación de cableado de las unidades de la bomba de incendios.

Objeto.

El propósito de esta norma es proporcionar un grado de protección de la vida y la propiedad de los incendios a través de requisitos de la instalación de bombas estacionarias contra incendios. Esta norma incluye bombas de una sola etapa y de varias etapas, bomba de eje horizontal o vertical de diseño. Se establecen requisitos para el diseño y la instalación de estas bombas y los equipos asociados. La norma se esfuerza por seguir la excelente trayectoria que ha sido establecido por la bomba de las instalaciones fijas y para satisfacer las necesidades de evolución de la tecnología. Nada de lo dispuesto en esta norma tiene por objeto limitar las nuevas tecnologías.

4.1.4. NORMA DE INSTALACION DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIOS (NFPA 24).

Ámbito de aplicación.

Esta norma establece los requisitos mínimos para la instalación de redes de agua contra incendios y sus accesorios.

Objeto.

El propósito de esta norma es proporcionar un grado razonable de protección de la vida a través de requisitos de la instalación de redes de agua contra incendios (Ver Anexo B).

4.1.5. INSPECCIÓN, COMPROVACIÓN Y MANUTENCIÓN DE SISTEMAS HIDRAULICOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (NFPA 25).

Ámbito de aplicación.

Esta norma establece los requisitos mínimos para la inspección periódica, pruebas y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios. Los tipos de sistemas de estudio de este nivel incluyen, rociadores, tuberías enterradas y mangueras. Se incluyen en el suministro de agua que forma parte de estos sistemas, tales como el servicio de red de agua contra incendio y sus accesorios, bombas contra incendios, tanque de almacenamiento de agua, y las válvulas del sistema de control de flujo. La norma también se ocupa de la manipulación y el deterioro de presentación de informes. Esta norma se refiere a los sistemas de protección contra incendios que han sido correctamente instalados, de conformidad con las practicas generalmente aceptadas, las medidas correctivas no es el objetivo de esta norma. Las

medidas correctivas para asegurar que el sistema funcione de manera satisfactoria se harán de conformidad con la instalación estándar.

Finalidad.

El propósito esta norma es proporcionar los requisitos que garanticen un grado razonable de protección de la vida y los bienes de los incendios a través de la inspección mínima, la verificación, el mantenimiento y métodos para el agua basadas en sistemas de protección contra incendios. En los casos en que se determina que una situación puede suponer un peligro para la vida o la propiedad, la autoridad competente quedará facultada a exigir inspecciones, pruebas y métodos de mantenimiento requeridos por la norma.

CAPITULO V:
**GUIA DE LOS REQUISITOS GENERALES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE AGUA CONTRA
INCENDIO.**

5.1. TUBERIA.

5.1.2. RED.

Todas las instalaciones de proceso, recolección, recibo, almacenamiento y distribución del petróleo crudo y sus derivados, deben contar con una red de tuberías (formando círculos o anillos), para conducir exclusivamente el agua contra incendio y distribuirla a los puntos donde se conectan los hidrantes, monitores y otros dispositivos.

5.1.2. AGUA

5.1.2.1. Abastecimiento.

La fuente de abastecimiento de agua debe garantizar el volumen suficiente para alimentar en cualquier circunstancia a la red de agua contra incendio.

Esta fuente de abastecimiento podrá ser natural como ríos, lagos, pozos y agua de mar. (Ver anexo D).

5.1.2.2. Almacenamiento.

Debe determinarse en función del gasto máximo requerido para el riesgo mayor de la instalación que se va a proteger y el tiempo durante el cual el agua debe ser aplicada; este almacenamiento será el necesario para combatir el incendio del riesgo mayor durante 2 horas como mínimo.

Cuando la red de agua municipal de algún lugar sea susceptible de ser aprovechada, no debe considerarse como almacenamiento la cantidad que las autoridades respectivas juzguen disponibles para los casos de emergencia

Las fosas de las torres de enfriamiento son aceptables como almacenamiento, pero su contenido no debe contabilizarse para calcular la capacidad de almacenamiento disponible.

Cuando existan otras fuentes de suministro de agua que puedan auxiliar al sistema contra incendio, deben considerarse interconexiones para su aprovechamiento. (Ver anexo D).

5.1.3. GASTO DE AGUA.

5.1.3.1. Gasto total.-

Será el que resulte de considerar el agua para: enfriamiento; generación de espuma, adicionando al requerido por los consumos adicionales, tales como monitores móviles auxiliares, líneas suplementarias de espuma y agua para proteger al personal, la red contra incendios se diseñará para que maneje el agua requerida por el riesgo mayor, y sus velocidades y presiones serán conforme a lo indicado en el punto 5.1.4.1.

5.1.3.2. Gasto necesario para enfriamiento.

En tanques verticales atmosféricos protegidos individualmente con anillos para la aplicación del agua de enfriamiento, el gasto necesario será el requerido para enfriar totalmente el tanque en caso de incendiarse, mas el gasto requerido para enfriar como mínimo un cuadrante de todos los tanques situados en la primera línea alrededor del tanque que se analiza, a una distancia de 2.5 veces su radio, a partir de su pared. El gasto de enfriamiento se calculará sobre la base de 4 litros de agua por minuto por metro cuadrado (0.1 gpm/pie²) de superficie lateral del tanque.

Para tanques verticales atmosféricos que no cuenten con anillos para la aplicación del agua de enfriamiento, el gasto de enfriamiento será proporcionado por tres mangueras como mínimo de 946 lpm (250gpm) cada uno para el caso de tanques de 55,000 barriles y menores. Para tanques mayores de 55,000 barriles se considerarán 3 hidrantes monitores de 1893 lpm (500 gpm) cada uno como mínimo.

En el caso de tanques esféricos a presión se considerará que al incendiarse una de las esferas se abrirá todo su sistema de agua de enfriamiento y solamente los conos superiores de todas las esferas comprendidas en un radio de 2.5 veces el diámetro a partir de la tangente de la esfera considerada. El gasto de enfriamiento se calculará sobre la base de 10 litros de agua por minuto por metro cuadrado (0.25 gpm/pie²) de superficie expuesta.

En las esferas con cono distribuidor únicamente para la aplicación del agua sobre el hemisferio superior, el gasto mínimo de enfriamiento será proporcionado por el cono distribuidor de las esferas comprendidas en un radio de 2.5 veces el diámetro a partir de la tangente de la esfera con problemas, más hidrantes monitores localizados estratégicamente cuando se trate de esferas de 15,000 barriles y mayores, y dos hidrantes monitores cuando se trate de esferas menores de 15,000 barriles.

En los tanques a presión cilíndricos horizontales (salchichas), el gasto total requerido se calculará sobre la base de 10 litros por minuto por metro cuadrado (0.25 gpm/pie²) de superficie total del tanque.

5.1.3.3. Gasto necesario para la extinción.

Este consumo será determinado por el gasto de solución de líquido espumante necesario para alimentar a las cámaras de espuma o a los formadores de alta compresión, según se especifica en la norma NO.01.0.27, que trata sobre la protección contra incendio a tanques de almacenamiento vertical a base de espuma. En los tanques con doble protección (cámaras de espuma e inyección superficial), sólo se tomará el gasto necesario para una de ellas, la que demande mayor gasto.

5.1.4. DIÁMETRO.

5.1.4.1. Selección.

La selección de los diámetros de las tuberías de las redes contra incendio y solución espumante deben satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Que la velocidad del agua en la red contra incendio sea de 1.83 a 3.66 m/seg (6 a 12 pie/seg.) cuando se trate de agua dulce. Para redes que manejen exclusivamente agua salada, se debe considerar una velocidad de 1.22 a 2.44 m/seg (4 a 8 pie/seg).
- b) Que se tenga una presión mínima de 7 kg/cm² (100 lb/pulg²) en el hidrante o monitor más desfavorable hidráulicamente de la red contra incendio en condiciones de máximo flujo hacia el riesgo mayor.
- c) Que se tenga una presión mínima de 2.8 kg/cm² (40 lb/pulg²) en la cámara de espuma más desfavorable hidráulicamente.
- d) El diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio debe ser de 6 pulg y el número máximo de hidrante y/o monitores por anillo, será de 12 y 6, respectivamente.
- e) Considerar el sistema de distribución de agua como "RED", excepto para casos especiales en los que será selectivo.

5.1.5. VÁLVULAS.

Las redes contra incendio deben contar con las válvulas de seccionamiento suficientes, localizadas estratégicamente para aislar partes del sistema. Todas estas válvulas deben ser de compuertas y vástago ascendente y estar identificadas.

Las válvulas instaladas en registros deben estar equipadas con poste indicadora o extensión, que permita abrir o cerrar la válvula desde el exterior, al mismo tiempo que indique la posición de abierto o cerrado. Este poste indicador debe tener aproximadamente una altura de 90 cm sobre el nivel del terreno y con protección contra golpes en lugares donde así se requiera.

Cuando las válvulas se instalen en registros, éstos deben ser fácilmente accesibles para inspección, operación y mantenimiento. Dichos registros deben construirse de tal manera que se evite el paso del agua al interior y tener drenaje para eliminar los escurrimientos de agua.

En ningún lugar de la red contra incendio deben instalarse válvulas de globo. En los casos de gabinetes para mangueras instaladas en edificios propios de los centros de trabajo (almacenes, bodegas y edificios administrativos) se deben utilizar válvulas de ángulo.

5.1.6. INSTALACIÓN.

La NFPA 24 advierte que la tubería de acero no puede ser utilizadas en redes contra incendio enterradas. La posición de la NFPA24 ha sido que debido a las estadísticas de roturas cuando se utiliza tubería de acero enterrada, la ha llevado a concluir que este tipo de aplicación no es aceptable, así la tubería se haya protegido externamente y se hayan galvanizado. La filosofía de la normativa NFPA 24, específicamente la norma sobre redes contra incendios NFPA consiste en permitir cualquier tipo de tubería que haya sido aprobada o listada para el uso de redes contra incendios por un laboratorio reconocido.

En caso de instalarse superficial, la tubería debe identificarse con franjas de color rojo bermellón y con la leyenda "agua contra incendio", aproximadamente cada 30 m, y a ambos lados de válvulas, de conexiones, etc.

5.1.7. PRUEBAS.

Terminada la instalación de la tubería de la red de distribución de agua contra incendio, debe probarse hidrostáticamente durante 24 horas, como mínimo con manómetro, a una presión manométrica no menos de 14 kg/cm² (200 lb/pulg²). Si la presión máxima de operación que será mantenida en la red es mayor de 10.5 kg/cm² (150 lb/pulg²), entonces la presión de prueba será 3.5 kg/cm² (50 lb/pulg²), mayor que la presión de operación de la red.

5.1.8. HIDRANTES.

5.1.8.1. Tipo.

Los hidrantes deben ser del tipo convencional con dos tomas y para su selección se verificará que cada toma proporcione los consumos siguientes:

DIAMETRO NOMINAL.		CONSUMOS.	
mm	Pulg.	lpm.	gpm
38	1 1/2	473	125
63	2 1/2	946	250

Cuando no se utilicen hidrantes del tipo comercial, éstos se podrán fabricar en forma semejante al tipo convencional con tubo de acero de 102 mm (4 pulg.) de diámetro como mínimo, conectando a la línea de agua directamente.

Las roscas de todo el equipo para agua contra incendio deben ser US National Standard para manguera (NSHT) de 7 ½ hilos por pulgada para 63 mm (2 ½ pulg) de diámetro, y de 9 hilos por pulgada para 38 mm (1 ½ pulg) de diámetro.

Para eliminar camiones contra incendio, se deben instalar hidrantes específicos con tomas de 114 o 152 mm (41/206 pulg), de preferencia en la acera opuesta a las tomas de espuma de tanques.

En los lugares donde el clima lo haga necesario, deben instalarse con válvulas de entrada y purga para vaciarlos y evita el congelamiento del agua. Con objeto de absorber el agua descargada, debe hacerse una excavación de 60 cm de profundidad y 60 cm de diámetro alrededor del hidrante, aproximadamente, y llenarla de grava gruesa.

5.1.8.2. Colocación.

En áreas de plantas, los hidrantes deben colocarse a una distancia no mayor a 50 m; en las áreas de tanques, talleres, almacenes y edificios administrativos, a no más de 100 metros.

La cantidad de hidrantes para alimentar camiones contra incendio será de uno por cada 5677.5 (1500 gpm) requeridos por el grupo de tomas o fracción.

5.1.9. MONITORES.

5.1.9.1. Tipo.

Los monitores deben tener boquillas de niebla graduable y chorro, de 63 mm (2 ½ pulg). Deben poder girar 120° en plano vertical y en círculo completo en el plano horizontal. Para su selección, se verificará que cada uno proporcione los gastos siguientes de acuerdo a las instalaciones:

INSTALACION.	CONSUMOS.	
	lpm	gpm
DE REFINACION Y DE RECIBO, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION.	31	500
DE PETROQUIMICA.	63	1000

El alcance mínimo estimado del monitor debe ser de 30 m a una presión de 7 kg/cm² (100 lb/pulg²).

5.1.9.2. Colocación.

Se debe instalar hidrantes monitores a una distancia no mayor de 50 m entre si, en todas las áreas de las instalaciones y las demás que los riesgos lo ameritan.

En el caso que se desee ampliar el área protegida, estos hidrantes monitores se colocan sobre plataformas elevadas protegidas por barandal y con la escalera de acceso situada hacia el lado que se considere menos expuesto a un posible incendio, se debe tomar en cuenta la dirección de los vientos dominantes si el monitor se opera manualmente.

La válvula de bloqueo de los monitores debe quedar a una altura del piso y con una colocación tal que facilite su operación.

Los monitores deben conectarse a la red contra incendio mediante una tubería de 152 mm (6 pulg.) de diámetro. Cuando se instalen tomas para hidrantes, la línea de alimentación hacia hidrante – monitor debe ser de 203 mm (8pulg.) de diámetro.

Los hidrantes y monitores deben tener un número de identificación.

5.1.10. EQUIPO ACCESORIO.

5.1.10.1.Mangueras Y Boquillas.

Las mangueras para el servicio contra incendio deben ser de 63 mm (2 ½ pulg.) ó 38 mm (1 ½ pulg.) de diámetro, con forro interior de hule natural y/o sintético y cubierta de algodón o fibra sintética. La cubierta debe de ser uniforme y limpia de irregularidades, sin costuras. El forro interior debe ser de espesor uniforme y libre de arrugas, irregularidades o imperfecciones. Estará equipada con conexiones de bronce hembra giratoria en un extremo y macho fija en el otro, con cuerda NSHT y estar protegidas con tapones cachucha. Deben probarse hidrostáticamente, dependiendo del tipo y número de forros; a una presión entre 21.1 y 42.2 kg/cm² (300 y 600 lb/pulg²), durante un minuto como máximo, para comprobar que no hay fugas y que las conexiones no tiendan a zafarse; las mangueras debe probarse periódicamente como mínimo cada año.

Las mangueras de succión para las bombas podrán ser rígidas o no, pero en todo caso tendrán forro interior de hule con las características del forro de las mangueras ordinarias. Las dos conexiones hembra estarán provistas, también, de cuerdas NSHT.

5.1.11. MATERIALES.

Los materiales que se utilicen en la red de tuberías para conducir y distribuir el agua contra incendio y solución de espuma, deben cumplir con las especificaciones indicadas en el anexo No.1.

5.2. EQUIPO DE BOMBEO.

5.2.1. SISTEMA DE BOMBEO.

Toda instalación debe tener dos sistemas de bombeo, uno para servicio normal y otro para servicio de relevo; cada uno de ellos debe tener una fuente de suministro de energía diferente. (Ver anexo E).

El número de bombas de relevo se determinará como sigue:

Hasta 3 bombas. 1 Relevo.

Hasta de 3 bombas. 2 Relevos.

5.2.2. BOMBAS.

5.2.2.1. Capacidad.

La capacidad de las bombas debe ser tal que permita mantener los gastos necesarios para combatir el incendio del riesgo mayor. Deben tener la característica de proporcionar cuando menos el 150% de su gasto nominal como mínimo al 65% de su presión nominal. (Ver anexo E).

TABLA 2.1 RESULTADO DE DATOS SOBRE BOMBAS CONTRA INCNEDIOS.

DIÁMETRONOMINAL MÍNIMO.

CAPACIDAD DE LA BOMBA.		SUCCIÓN.	DESCARGA.	VÁLVULA DE ALIVIO.
gpm	lpm	Pulg.	Pulg.	Pulg.
25	95	1	1	¾
50	189	2	2	1 ¼
100	379	2	2	1 ½
150	568	3	3	2
200	757	3	3	2
250	946	4	3	2
300	1136	4	4	2 ½
400	1514	4	4	3
450	1703	6	6	3
500	1892	6	6	3
750	2839	6	6	4
1000	3785	8	6	4
1250	4731	8	8	6
1500	5677	8	8	6
2000	7570	10	10	6
2500	9462	10	10	6
3000	11355	12	12	8
3500	13247	12	12	8
4000	15140	14	12	8
4500	17032	16	14	8
5000	18925	16	14	8

Cuando el gasto sea cero (operando la bomba a válvula cerrada en la descarga) la presión desarrollada por la bomba no debe ser mayor del 140% de su presión nominal. La capacidad nominal de las bombas contra incendio que usualmente podrán usarse en la tabla 2.1.

Todas las bombas deben tener una placa, colocada en lugar visible, donde se señalen sus características principales.

5.2.2.2. Controles y protecciones.

Las bombas deben tener los instrumentos de control y dispositivos de protección siguientes:

- a) Manómetros con límites de presión adecuados a los de operación, tanto en la línea de succión como en la descarga (con rangos de 0 a 14 Kg/cm² [0 a 200 lb/pulg²]).
- b) Válvula automática de alivio para recirculación de agua, calibrada al 10% del gasto mínimo recomendado por el fabricante para evitar un posible sobre calentamiento de la bomba. El diámetro de estas válvulas será:
 - ¾ pulg para bombas cuya capacidad nominal no exceda de 9462 lpm (2500 gpm).
 - 1 pulg para bombas con capacidad nominal de 11355 a 18925 lpm (3000 a 5000 gpm).

Excepción: esta válvula automática no se instalara en aquellas bombas accionadas por motor de combustión interna para los cuales el agua de enfriamiento se tome de la descarga de la bomba (recirculación).

- c) Válvula automática para la extracción de aire. La tendrán las bombas de controles automáticos y su diámetro no será menor de 38 mm (1 ½ pulg).

5.2.3. SUCCIÓN.

5.2.3.1. Diámetro.

El diámetro de la tubería de succión para una o varias bombas (instaladas para operar simultáneamente), debe satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Que pueda manejar la capacidad nominal de bombeo con una velocidad máxima de 1.5 m/seg (5 pie/seg).
- b) Que pueda manejar el 150% de la capacidad nominal de bombeo con una velocidad máxima de 4.57 m/seg (15 pie/seg).
- c) Que la presión manométrica en la brida de succión de la bomba no sea menor de 0 kg/cm² (0 lb/pulg²), cuando la bomba o bombas estén operando al 150% de la capacidad nominal.
- d) No ser menor que los indicadores en la tabla 2.1.

5.2.3.2. Válvula de control.

En la línea de succión debe instalarse una válvula de compuerta con vástago ascendente.

5.2.3.3. Dispositivos en la línea.

No debe instalarse en la línea de succión de la bomba ningún dispositivo que pueda limitar el arranque, paro o descarga de la bomba contra incendio o su motor.

En la succión de la tubería de suministro o de un tanque de abastecimiento, podrán instalarse dispositivos para activar una alarma en caso de que la presión de succión de la bomba o el nivel de agua sea inferior a un mínimo predeterminado.

5.2.3.4. Rejillas.

Cuando el abastecimiento de agua provenga de una fuente al descubierto (rio, presa, etc.) se instalarán las rejillas en la bocatoma, con aberturas para impedir que se entren materias extrañas al tubo de succión. Su instalación llegará por abajo del nivel mínimo de succión y serán dobles, con el fin de alternar su limpieza o reparación.

En instalaciones de bombas tipo turbina vertical, además de la rejilla indicada, será necesario colocar en el extremo del tubo de succión (pichancha).

5.2.3.5. Instalación.

El arreglo de las líneas de succión se hará tomando en consideración lo siguiente:

- a) Evitar la formación de bolsas de aire.
- b) Evitar la formación de vórtice.
- c) Que tenga la profundidad suficiente dentro del cárcamo de succión, de manera que siempre se encuentre abajo del nivel mínimo del agua durante la operación de bombeo.

5.2.4. DESCARGA.

5.2.4.1. Válvulas.

En la línea de descarga de la bomba, deben instalarse las válvulas siguientes:

- a) Válvulas de retención, seguida de una válvula de compuerta de vástago ascendente.
- b) Válvula de alivio (instalada entre la bomba y la válvula de retención) calibrada a la presión para evitar presiones mayores que dañen a la bomba. Su diámetro no será menor que los indicados en la tabla 2.1.

5.2.4.2. Diámetro.

El diámetro de la tubería de descarga debe satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Que pueda manejar el 150% de la capacidad nominal de bombeo con una velocidad máxima de 6.2 m/seg (20 pie/seg).
- b) No ser menor que los indicadores en la tabla 2.1.

5.2.5. MOTORES.

Las bombas podrán ser accionadas por motores eléctricos, de combustión interna o turbina de vapor. (Ver anexo E-9).

Los motores eléctricos deben ser trifásicos, de corriente alterna y de inducción tipo jaula de ardilla.

El sistema de alimentación de corriente eléctrica a los motores de las bombas contra incendio, debe ser independiente del sistema eléctrico general de la instalación.

Cuando se utilicen motores de combustión interna, éstos deben tener una potencia de por lo menos 20% mayor de la potencia máxima requerida por la bomba a la velocidad del régimen.

La potencia de los motores diesel de combustión interna que se usen deben ser determinada de acuerdo con las normas de la SAE (Society of Automotive Engineering) y se les hará un ajuste por altitud y temperatura para fijar la potencia de proyecto que se considerará en su instalación, como sigue:

- a) Por altitud. Se hará una reducción del 3% a la potencia de placa por cada 305 m (1000 pies) de altitud en exceso de 91.4 m (300 pies).
- b) Por temperatura. Se hará una reducción del 1% a la potencia de placa por cada 5.6° C (10° F) en exceso de 25° C (77° F) sobre la temperatura ambiente.

Cada uno de los motores de combustión interna acoplados a bombas de contra incendio, deben tener un sistema de doble baterías eléctricas para arranque, o bien sistema doble de recarga, basado en el generador de la propia maquina y en una fuente externa de potencia.

Cada motor de combustión interna debe tener su propio escape de gases, el cual se llevará fuera de la casa de bombas para su descarga a la atmósfera, de tal manera, que los gases expulsados no afecten al personal o las instalaciones cercanas.

Para los motores de combustión interna, la capacidad de almacenamiento de combustible para cada unidad debe ser tal que garantice su funcionamiento sin interrupción durante 8 horas, como mínimo, trabajando a su máxima capacidad.

Cada motor debe tener su tanque individual de combustible, con indicador de nivel o dispositivos para controlar la cantidad de combustible en su interior.

Los motores de combustión interna deben tener como mínimo los instrumentos de control y dispositivos de protección siguientes:

- a) Instrumentos de control:
 - Gobernador de velocidad variable, con límites de regulación de 8 a 10%.
 - Tacómetro.
 - Manómetro para aceite lubricante.
 - Indicador de temperatura del aceite lubricante.
 - Indicador de temperatura del sistema de enfriamiento.
 - Amperímetro.
 - Horómetro mecánico.

- b) Dispositivos de protección:

CONCEPTO.	ALARMA.	PARO AUTOMATICO.
Dispositivo para baja presión de aceite.	X	
Dispositivo para alta temperatura de aceite.	X	
Dispositivo para alta temperatura de agua de enfriamiento.	X	
Dispositivo para bajo nivel de aceite.	X	
Dispositivo para sobre velocidad (en motores mayores de 200 HP).		X
Dispositivo por precalentamiento del motor.	X	

Todos los motores deben tener una placa, colocada en lugar visible, donde consten sus características principales: Modelo, tipo de corriente, potencia, caudal, tipo de arranque, tipo de tubería, peso y altura.

Tratándose de turbinas, cuando se disponga de vapor que no exceda los 8.4 kg/cm² (120 lb/pulg²), debe impulsar la bomba a su velocidad normal de operación y máxima carga, con solamente una presión de alimentación 5.6 kg/cm² (80 lb/pulg²). (Ver anexo E-9).

5.2.6. AUTOMATIZACION DEL SISTEMA.

En todas las instalaciones, debe contemplarse la posibilidad de que las bombas contra incendio puedan arrancar automáticamente, por lo que deben tener un control que haga funcionar el accionador de cada una de las bombas.

Arranque en secuencia.- Los controles para unidades de bombeo múltiples deben contar con dispositivos de secuencia de tiempo para evitar que arranquen simultáneamente las bombas. Si la necesidad de agua hace imprescindible que más de una bomba esté en operación, estas unidades deben arrancar en intervalos que no permitan el arranque de la siguiente bomba hasta que la anterior haya tomado su velocidad de régimen (5 a 10 seg.). La falla de cualquier bomba en el arranque no debe impedir el arranque de las siguientes. Cuando se tengan bombas accionadas por motor eléctrico y motor de combustión interna, y éste en operación la de motor eléctrico y llegara a fallar ésta, el motor de combustión interna debe arrancar de inmediato en forma automática. El sistema debe contar con un selector para operación manual o automática.

La bomba debe contar con los mecanismos necesarios para arrancar por medio de una señal a control remoto.

Control por presión de agua. Se debe instalar en la tubería de la red un interruptor de presión con ajuste para alta presión. Para probar el funcionamiento del interruptor de presión, así como el de las bombas, puede instalarse una línea de recirculación.

CONCLUSIONES:

En esta guía se dieron a conocer las normas que deben aplicarse para el diseño e ingeniería de redes de agua contra incendio, ya que en la actualidad la industria está obligada a revisar las normas, debido a que las primas de seguro son elevadas para aquellas instalaciones cuyas redes de agua contra incendio no cubren la normatividad mínima aplicable.

La Protección contra Incendio (**PCI**) de instalaciones industriales, no debe quedarse en el mero cumplimiento de la normatividad, sino que también debe lograr finalmente unos niveles óptimos de seguridad y salvaguarda, tanto de las personas ocupantes y visitantes, como los edificios, bienes y actividades, adecuando los medios de protección a los diferentes tipos de riesgos.

Aun reconociendo que la prevención nunca conseguirá el 100 por ciento de éxito, es necesario planificarla, y diseñarla para tratar de reducir las pérdidas cuando se produzca el incendio.

La mejor manera de luchar contra un incendio es evitar su producción y posterior desarrollo. Una detección precoz y una gestión correcta y eficaz de los recursos, humanos y materiales, un dimensionamiento adecuado de los medios de protección, una señalización útil para la evacuación y una formación adecuada en la lucha contra incendios y en las tareas de evacuación, son los puntos básicos en los que se debe trabajar para lograr la disminución del número de los incidentes que tienen al fuego como protagonista.

BIBLIOGRAFÍA:

Compendio de normas:

1. Códigos de la Asociación Nacional de Protección Contra incendio (**Nacional Fire Protection Association NFPA**).
2. Ley del IMSS.
3. Ley Federal del Trabajo.
4. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental.
5. Norma DG-GP-ASI-SI-3610, Rev. 1: "Norma para el diseño y construcción de redes de agua contra incendio en centros de trabajo de PEMEX REFINACION". – Marzo de 1996.
6. Norma DG-GPASI-SI-3611, Rev. 1: "Procedimiento para llevar a cabo las pruebas anuales de comportamiento de bombas de agua contra incendio". –PEMEX REFINACION. – Junio de 1996.

Páginas de Internet:

7. <http://www.construsur.com.ar/Article257.html>
8. <http://www.monografias.com/trabajos5/prevfuegos/prevfuegos.shtml> (consultado: 2007, Agosto 15).
9. http://www.mtas.es/insh/legislation/RD/inc_indus.htm#top (consultado: 2007, Agosto 15).
10. <http://www.mtas.es/insh/ntp/Incendios.htm> (consultado: 2007, Agosto 15).

ANEXOS:

ANEXO A. NORMA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO EN CENTROS DE TRABAJO DE PEMEX REFINACIÓN. DG-GP ASI-SI-3610.

1. Objetivo.

- 1.1. Definir los criterios de seguridad y las especificaciones de materiales y equipos que deben ser considerados en el diseño, construcción y equipamiento de redes de agua contra incendio, destinadas a la protección de centros de trabajo de PEMEX Refinación.

2. Alcance.

- 2.1. El presente documento describe los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplirse en el diseño y construcción de redes de agua contra incendio, así como las especificaciones de los materiales, accesorios y equipos que deben ser utilizados en cada una de las partes fundamentales de dichos sistemas. No se incluyen en esta norma, los equipos de bombeo de agua contra incendio que se instalan a bordo de embarcaciones.
- 2.2. Los conceptos no previstos en esta Norma, serán motivo de análisis y aprobación por parte del personal de la Subdirección Operativa correspondiente, de la entidad responsable del diseño y construcción de las instalaciones y de la Gerencia de Protección Ambiental y Seguridad Industrial.

3. Ámbito de aplicación.

- 3.1. Los lineamientos contenidos en el presente documento, son de aplicación general y obligatoria para todos los centros de trabajo de PEMEX Refinación que se encuentran en las fases del proyecto y construcción de nuevas instalaciones, así como para la ampliación, modificación o reconstrucción de instalaciones ya existentes.

4. Definiciones.

Para los fines de este documento se considera:

- 4.1. **Anillo.-** Circuito cerrado de tuberías destinado a la distribución de agua, para llevar a cabo la protección contra incendio de zonas e instalaciones y para la mitigación de riesgos específicos.
- 4.2. **Bomba principal.-** Bomba o conjunto de bombas de agua contra incendio de tipo fijo, accionadas con motor eléctrico o de combustión interna a Diesel, cuya capacidad nominal o suma de capacidades nominales satisfacen los requerimientos de mayor demanda de agua en caso de incendio, a una presión adecuada.
- 4.3. **Bomba de relevo.-** Bomba o conjunto de bombas de agua contra incendio del tipo fijo, accionadas exclusivamente con motor de combustión interna a Diesel, con igual capacidad de gasto y presión para sustituir a la o a las bombas principales, cuando éstas no se puedan operar por interrupción de su energía motriz.

- 4.4. Cavitación.-** Fenómeno que se produce en las bombas centrifugas por el flujo de líquido en la tubería de succión a su entrada al impulsor, que origina que la velocidad del fluido aumente y su presión disminuya por debajo de la presión de vapor correspondiente a la temperatura del líquido, con lo cual se forman burbujas de vapor que al llegar a una zona de mayor presión, se rompen produciendo un efecto similar al del golpe de ariete, además de ruido y vibración.
- 4.5. Cisterna.-** Recipiente estructural de concreto construido sobre o bajo el nivel de piso terminado, destinado al almacenamiento de agua que vaya a emplearse con fines contra incendio.
- 4.6. Gasto nominal.-** Término empleado para definir la capacidad o el gasto de una bomba, el cual corresponde al punto de la curva de comportamiento que equivale al 100% de la capacidad de la cual fue diseñada.
- 4.7. Gasto de prueba.-** Es el gasto que corresponde al 150% del gasto nominal de una bomba.
- 4.8. Gasto nulo.-** Punto de operación de la bomba en el cual no se genera ningún gasto por estar cerrada su válvula de descarga.
- 4.9. Hidrante.-** Dispositivo para salida de agua integrado a la red para servicio Contra incendio, con una o dos tomas para conectar mangueras.
- 4.10. Hidrante para toma de camión.-** Dispositivo para salida de agua integrado a la red contra incendio, con una toma para acoplar la manguera de succión de un camión contra incendio, al cual pueden incorporarse además una o dos tomas de hidrante para la conexión de mangueras contra incendio adicionales.
- 4.11. Hidrantes – monitor.-** Dispositivos para salida de agua que integra los accesorios de los hidrantes y monitores descritos en los incisos 4.9. y 4.14 del presente documento.
- 4.12. Líquido inflamable.-** Cualquier líquido con punto de inflamación de 37.8° C., que posea una presión de vapor no mayor que 2.8 kg/cm² abs. (2.058 mm. De Hg) a 27.8°C. (Clase I, NFPA).
- 4.13. Líquido combustible.-** Cualquier líquido con punto de inflamación de 37.8°C o mayor (Clase II y III, NFPA).

Nota.- Para los propósitos de esta Norma, todos los productos líquidos quedan comprendidos dentro de los grupos de sustancias inflamables o combustibles siguientes, de acuerdo a la clasificación de la NFPA:

LIQUIDOS INFLAMABLES:

Clase IA.- Incluyen líquidos con punto de inflamación inferior de 22.8°C., cuyo punto de ebullición sea menor a 37.8°C.

Clase IB.- Incluye líquidos con punto de inflamación inferior a 22.8°C., pero cuyo punto de ebullición sea mayor o igual a 37.8°C.

Clase IC.- Incluye líquidos con punto de inflamación de 22.8°C., y más altos, pero menores de 37.8°C.

LÍQUIDOS COMBUSTIBLES:

Clase II.- Son líquidos cuyo punto de inflamación sea mayor o igual a 37.8°C., pero menor a 60°C.

Clase IIA.- Son líquidos con punto de inflamación igual o mayor que 60°C., pero menor de 93°C.

Clase IIIB.- Son líquidos con punto de inflamación de 93°C. y mayores.

- 4.14. **Monitor.-** Dispositivo con boquilla, de preferencia regulable, para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina, con mecanismos que permiten girar la posición de la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal, pudiéndose mantener estable en la posición seleccionada.
- 4.15. **Presión nominal.-** Es la presión desarrollada por la bomba cuando ésta opera a su gasto nominal.
- 4.16. **Presión de succión neta positiva (NPSH).-** Es la presión que hace que en una bomba, un líquido fluya a través de la tubería de succión hacia el impulsor de la propia bomba.
- 4.17. **Presión disponible.-** Es la presión de que se dispone en cualquier punto de una red de agua contra incendio.
- 4.18. **Red de agua contra incendio.-** Conjunto de dispositivos y tramos de tubería que, formando anillos o circuitos, sirven para conducir y distribuir el agua Contra incendio.
- 4.19. **Requerimiento total de agua contra incendio.-** Es el mayor volumen de agua que se requiere en un centro de trabajo para combatir un incendio.
- 4.20. **Riesgo mayor.-** Instalación en donde se considera que en caso de incendio, se tendrá la mayor demanda de agua contra incendio y de recursos humanos y materiales.
- 4.21. **Tacómetro.-** Instrumento que mide la velocidad de una bomba, en revoluciones por minuto (rpm).
- 4.22. **Tanque atmosférico.-** Tanque de almacenamiento diseñado para operar a una presión interna máxima de aproximadamente la presión atmosférica (API-650).
- 4.23. **Trinchera.-** Excavación longitudinal con paredes de ladrillo o concreto, en el cual se aloja una tubería.
- 4.24. **Válvula de seccionamiento.-** dispositivo que se utiliza para seccionar circuitos de tubería en redes contra incendio, con fines de reparación o mantenimiento.

5. Generalidades.

- 5.1. En general, todos los centros de trabajo de PEMEX – Refinación en donde se manejan, procesan o almacenan líquidos inflamables o materiales combustibles, deben contar con una red contra incendio que garantice el suministro de agua suficiente para combatir el incendio de mayor magnitud que pueda generarse en las instalaciones.

5.2. En el diseño y el dimensionamiento de la capacidad de cualquier red de agua contra incendio, debe fundamentarse en los análisis de riesgos que se lleven a cabo, para determinar el riesgo mayor que pudiera originarse en un centro de trabajo.

5.3. Todas las redes de agua contra incendio debe contar con:

5.3.1. Una fuente de abastecimiento de agua que satisfaga las necesidades de mayor demanda en casos de emergencia.

5.3.2. Un sistema de bombeo confiable, que proporcione el agua en la cantidad y presión requerida para el combate del riesgo mayor estimado en el centro de trabajo.

5.3.3. Una red de distribución de agua de capacidad suficiente, que mediante circuitos cerrados de tuberías, proteja adecuadamente todas las áreas y zonas que lo requieran de un centro de trabajo.

6. Abastecimiento.

6.1. Para el servicio de agua contra incendio, debe preferirse el agua limpia dulce. Si esto no es posible, es aceptable el uso de cualquier tipo de agua, siempre y cuando se encuentren libre de hidrocarburos.

6.2. La fuente de abastecimiento podrá ser **primaria**, (como el mar, lagos y ríos), **secundaria** (como pozos y servicios municipales) o **terciaria** (como sistemas de tratamiento de agua y/o de recuperación de efluentes).

6.3. La succión de las bombas contra incendio no debe conectarse directamente al abastecimiento proveniente de pozos, de servicios municipales o de ríos cuyo caudal en ciertas épocas del año sea irregular. En estos casos, debe existir obligatoriamente uno o varios tanques atmosféricos, destinados específicamente para el almacenamiento de agua contra incendio, de los cuales succionen las bombas para este servicio.

7. Almacenamiento.

7.1. El almacenamiento de agua contra incendio debe determinarse en función del requerimiento total de agua que demanda la protección de la instalación que represente el riesgo mayor de un centro de trabajo y del tiempo de aplicación de agua. Está capacitada de almacenamiento debe ser suficiente para combatir ininterrumpidamente el incendio del riesgo mayor, durante un mínimo de 4 (cuatro) horas.

7.2. Cuando los depósitos de agua municipales u otros abastecimientos semejantes sean susceptibles de ser aprovechados, es necesario considerar la instalación de interconexiones para su utilización, pero dichos volúmenes no deberán ser contabilizados como parte del almacenamiento de agua destinado para fines contra incendio.

7.3. De la misma manera, para el caso de refinerías, las fosas de las torres de enfriamiento y los sistemas de efluentes son aceptables como suministro auxiliar de agua contra incendio, pero su volumen tampoco debe ser considerado como parte del almacenamiento disponible de agua contra incendio.

8. Requerimiento total de agua contra incendio.-

8.1. El requerimiento total de agua contra incendio, es el mayor volumen de agua que se requiere en un centro de trabajo para combatir un incendio, el cual resulta de sumar las cantidades necesarias de agua para:

8.1.1. La extinción del riesgo mayor (generación de espuma).

8.1.2. Enfriamiento del equipo o instalación incendiada.

8.1.3. En el caso de áreas de almacenamiento, deberá considerarse el enfriamiento de los tanques anexos cuando su separación sea menor a la establecida en la Norma DG-GPASI-SI-3600 de PEMEX – Refinación.

En todos los casos, los consumos para la protección con agua de enfriamiento están basados en su densidad de aplicación por unidad de superficie, la cual es de 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²), excepto para recipientes presurizados que es de 10 lpm/m² (0.25 gpm/pie²). Los métodos para la determinación de las cantidades de agua requeridas para enfriamiento y los arreglos de tubería correspondientes, se encuentran descritos en las Normas DGGPASI-SI-3600 y DG-GPASI-SI-3601 de PEMEX – Refinación.

9. Bombas de agua contra incendio.

9.1. Generalidades.

9.1.1. El sistema de bombeo para servicio contra incendio, debe proporcionar el agua en la cantidad y presión suficientes para cubrir los requerimientos totales de agua que demande el riesgo mayor estimado en el centro de trabajo.

9.1.2. Las bombas contra incendio deben instalarse en casetas o cobertizos localizados en lugares estratégicos que no sea susceptibles de sufrir daños durante incendios o emergencias.

Estas casetas deben ser construidas con materia no combustible, lo suficientemente amplias para facilitar la operación y el mantenimiento de los equipos; deben tener buena iluminación tanto natural como artificial, así como ventilación y drenaje adecuados que permitan mantener su interior seco y libre de humedad. Además, el suministro de energía eléctrica a las bombas de agua contra incendio, deberá tomarse de un circuito eléctrico independiente de los demás servicios del centro de trabajo.

La caseta o cobertizo debe poseer un mínimo de dos accesos a su interior, los cuales deberán mantenerse en todo momento libre de obstrucciones, debiéndose señalar convenientemente esta última condición en el exterior de la construcción. Adicionalmente, dicha caseta debe estar equipada con un sistema de iluminación de emergencia con baterías,

las cuales no deberán interconectarse a ningún elemento del sistema de bombeo ni a ninguna batería destinada a la operación de los motores.

- 9.1.3.** Las distancias mínimas que deben existir entre la caseta o cobertizo de bombas de agua contra incendio y las instalaciones industriales, se señalan a continuación:

TIPO DE INSTALACIÓN.	DISTANCIA.	
	METROS.	PIES.
Tanque de cúpula fija que contengan crudo o productos inflamables, que cumplan con la Norma DG-GPASI-IT-3620.	76	250
Tanques de cúpula de flotante contenido crudo o productos inflamables.	53	175
Tanque de almacenamiento presurizado.	105	350
Tanques de almacenamiento refrigerados.	105	350
Plantas de proceso de riesgo moderado (ver nota 1).	60	200
Plantas de proceso de riesgo intermedio (ver nota 1).	76	250
Plantas de proceso de riesgo alto (ver nota 1).	90	300
Quemadores de campo.	90	300
Llenaderas y descargaderas de autotanques, que cumplan con los requerimientos descritos en la nota 2.	30	100
Llenaderas y descargaderas de carrotanques.	60	200
Casas de bombas de productos, que cumplan con lo descrito en nota 3.	60	200
Áreas de compresores.	60	200
Racks de tuberías de productos inflamables.	30	100
Cuartos de control.	15	50
Subestaciones eléctricas.	15	50
Áreas de talleres y de servicios similares.	15	50
Áreas de almacenes y bodegas.	15	50
Áreas de oficinas administrativas.	15	50

- 9.1.4.** Todo el sistema de bombeo debe considerarse como un conjunto, o sea, como una sola unidad. A cada bomba corresponde un motor específico recomendado por el fabricante, cuyas especificaciones y características de diseño deben ser respetadas.
- 9.1.5.** Para el caso de bombas horizontales, la bomba y el motor deben estar fijos a una base común de acero, a fin de asegurar un lineamiento adecuado que evite el calentamiento de cojinetes, desgaste prematuro de chumaceras, rotulas de flecha, pérdida de eficiencia en las bombas, etc. La base de acero debe colocarse sobre una cimentación de concreto reforzado, incluyendo el anclaje ahogado en la propia cimentación, o bien, sobre una estructura de acero.
- 9.1.6.** Dependiendo de las condiciones de succión, las bombas contra incendio pueden ser del tipo turbina vertical o centrifuga horizontal de caja bipartida. Estas bombas deben caracterizarse por el fácil acceso a sus partes de trabajo, debiendo ser de construcción robusta, con pasajes amplios para el acceso de agua fabricados con materiales resistentes a la corrosión, de acuerdo al Código API-610.
- 9.1.7.** Las bombas horizontales deben ser usadas cuando el nivel mínimo de succión se encuentre por arriba del eje de la bomba; en caso contrario, cuando no se disponga de una carga positiva en la succión, deberán usarse bombas del tipo turbina vertical, cuyos impulsores se encuentren por debajo del nivel dinámico.

- 9.1.8.** Cuando se instalen bombas verticales dentro de casetas, debe preverse que la altura del techo sea lo suficientemente alta para permitir las maniobras de reparación y mantenimiento.
- 9.1.9.** Las bombas deben ser del tipo aprobado para contra incendio, de acuerdo a lo descrito en el Código 20 de la NFPA.
- 9.1.10.** Todas las tuberías deben estar soportadas de manera que no transmitan esfuerzos a la carcasa de la bomba; por ello, debe evitarse la conexión de tuberías a la bomba hasta que ésta se encuentre debidamente instalada.
- 9.1.11.** El arreglo entre la bomba y la tubería de succión, debe efectuarse de tal forma que exista espacio suficiente para facilitar la operación y el mantenimiento de los equipos.
- 9.1.12.** La curva característica de comportamiento de las bombas de agua contra incendio, debe ser de altura piezométrica plana de manera que a gasto nulo (válvula de descarga cerrada), la presión de descarga no exceda del 140% de la presión de descarga nominal, así como que para un gasto del 150%, la presión de descarga no sea menor del 65% de la presión de descarga nominal.
- 9.1.13.** Cuando el tamaño de la red contra incendio lo haga necesario, podrán instalarse varios equipos de bombeo con diferentes puntos de inyección a dicho sistema.
- 9.1.14.** El tamaño de cada una de las bombas de agua contra incendio deberá ser tal, que se facilite la operación y el mantenimiento de dichos equipos; por esta razón no deben adquirirse bombas mayores de 9,462 lpm. (2,500 gpm), sino que en su lugar, conviene instalar un grupo de dos o más bombas cuya operación simultánea pueda proporcionar el gasto total requerido.
- 9.1.15.** Todas las bombas deberán tener una placa metálica colocada en un lugar visible, en donde se señalen sus características principales de gasto y presión nominales.
- 9.1.16.** Las bombas contra incendio debe tener como mínimo los dispositivos siguientes:
- 9.1.16.1.** Manómetros con límites de presión adecuados a los de operación de la bomba, tanto en la tubería de succión como en la de descarga.
- 9.1.16.2.** Válvula automática de flujo mínimo para recirculación de agua, calibrada al 10% por arriba del gasto mínimo recomendado por el fabricante, para evitar el sobrecalentamiento de la bomba cuando ésta trabaje a gasto nulo o pequeño. El diámetro de esta válvula será de 19.1 mm (3/4 pulg.) para bombas de hasta 9,462 lpm. (2,500 gpm.).
- Excepción: Esta válvula no es necesaria en bombas accionadas con motor de combustión interna, cuya agua de enfriamiento se tome de la descarga de la bomba.
- 9.1.16.3.** Las bombas que poseen sistemas de arranque automático o a control remoto, deben contar con una válvula automática para la extracción del aire, cuyo diámetro no sea menor de 38.10 mm (1 ½ pulg.).

9.2. Criterios para la determinación de la cantidad mínima requerida de bombas de agua contra incendio de relevo.

- 9.2.1. Las bombas contra incendio principales, pueden ser accionadas por motor eléctrico o de combustión interna a Diesel, de forma tal que en caso de falla eléctrica, las bombas principales accionadas con motor de combustión interna, conjuntamente con las de relevo, puedan proporcionar el gasto total requerido.
- 9.2.2. Las bombas contra incendio de relevo deberán ser accionadas con motor de combustión interna a Diesel.
- 9.2.3. Por cada bomba principal accionada con motor eléctrico, debe existir una de las mismas características accionada con motor de combustión interna.
- 9.2.4. Cuando todas las bombas principales sean accionadas con motor de combustión interna a Diesel, se deberá contar como mínimo con una bomba de relevo de iguales características que la bomba principal de mayor capacidad.
- 9.2.5. Por razones económicas y de confiabilidad en su funcionamiento, es recomendable que los equipos de bombeo principales de agua contra incendio, estén constituidos en su mayor parte por bombas accionadas por motor de combustión interna.

9.3. Algunas de las alternativas para la determinación de la cantidad de bombas contra incendio de relevo son:

NUMERO TOTAL DE BOMBAS PRINCIPALES REQUERIDAS.	ACCIONAMIENTO DE BOMBAS PRINCIPALES.	NUMERO TOTAL DE BOMBAS DE RELEVO REQUERIDAS.
1	1 ELECTRICA.	1 COMBUSTION INTERNA.
1	1 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.
2	1 ELECTRICA. 1 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.
2	2 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.
2	2 ELECTRICA.	2 COMBUSTION INTERNA.
3	2 ELECTRICA. 1 COMBUSTION INTERNA.	2 COMBUSTION INTERNA.
3	1 ELECTRICA. 2 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.
3	3 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.
4	1 ELECTRICA. 3 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.
4	2 ELECTRICAS. 2 COMBUSTION INTERNA.	2 COMBUSTION INTERNA.
4	3 ELECTRICAS. 1 COMBUSTION INTERNA.	3 COMBUSTION INTERNA.
4	4 COMBUSTION INTERNA.	1 COMBUSTION INTERNA.

- 9.3.1. El diámetro del cabezal de succión de una o varias bombas de agua contra incendio instaladas para operar simultáneamente, debe estar diseñado para conducir el 150% de la suma del gasto nominal de todas esas bombas en conjunto, a una velocidad de flujo que no exceda de 3.05 m/seg. (10 pies/seg), en tanto que el diámetro de la tubería de succión de cada bomba en particular, debe permitir el manejo del 150% de la capacidad nominal de dicha bomba, también a una velocidad que no exceda de 3.05 m/seg (10 pies/seg).

- 9.3.2.** Cada una de las bombas de agua contra incendio, debe tener instalada en su tubería de succión una válvula de compuerta con vástago ascendente, así como otra de iguales características en el cabezal general de succión de todo el conjunto de bombas contra incendio, que se encuentre localizada junto al tanque de almacenamiento de agua para este servicio. No está permitido el uso de válvulas de mariposa en tuberías de succión.
- 9.3.3.** Podrán instalarse en la tubería de succión de las bombas contra incendio, dispositivos de alarma que actúen cuando la presión en la succión de las bombas sea inferior o igual a un mínimo predeterminado.
- 9.3.4.** Cuando el abastecimiento de agua provenga de una fuente al descubierto (como ríos, presas, etc.), deberán instalarse rejillas a la bocatoma para impedir la penetración de cuerpos extraños en la tubería de succión. Su instalación deberá llegar por debajo del nivel mínimo de succión y serán dobles, con el fin de alternar su limpieza o reparación.

En el caso de bombas tipo turbina vertical, además de esta rejilla es necesario colocar un colador (pichancha) que tenga un área equivalente al 200% del área afectiva del tubo de succión. Este colar debe instalarse por lo menos 300 mm. (11.81 pulg.) del fondo del cárcamo y a 600 mm. (23.62 pulg.). Como mínimo por abajo del nivel dinámico.

- 9.3.5.** Para definir el arreglo de las tuberías de succión, deberán tomarse en consideración los siguientes conceptos:
- Evitar la formación de bolsas de aire.
 - Evitar la formación de vórtice.
 - Asegurar que tenga la profundidad suficiente en el cárcamo, para garantizar que la tubería de succión siempre se encuentre por abajo del nivel mínimo establecido durante operaciones de bombeo.

9.3.6. El tubo de succión debe ser tan corto y recto como sea posible entre la fuente de abastecimiento y la bomba, evitando codos, accesorios y verificando que las conexiones se encuentren perfectamente selladas.

9.3.7. El diámetro de la tubería de succión de la bomba, no debe ser menor al indicado en la siguiente tabla:

CAPACIDAD NOMINAL DE LA BOMBA.	L.P.S.	16	31	47	63	94	126	158
	G.P.M.	250	500	750	1000	1500	2000	2500
DIAMETRO TUBERIA DE SUCCIÓN.	M.M.	102	152	203	203	254	305	305
	PULG.	4	6	8	8	10	12	12

9.3.8. Cuando se requiera el uso de reducciones en las líneas de succión horizontales, éstas deben ser excéntricas, colocadas con la parte recta hacia arriba.

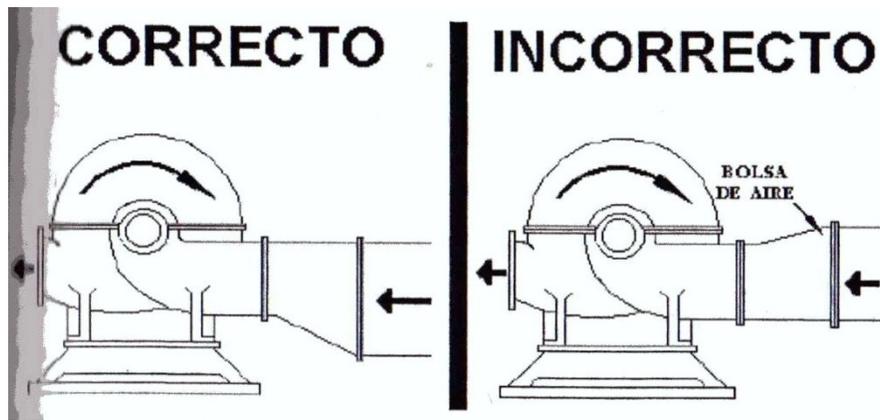


Fig. 16. Reducciones en las líneas de succión horizontales de una bomba.

9.3.9. Para evitar fenómenos de cavitación, es indispensable comprobar durante el proceso de selección de una bomba contra incendio, que el valor del NPSH (Net Positive Suction Head) o carga neta positiva de succión disponible en las instalaciones de campo donde se vaya a colocar dicha bomba, sea mayor que el valor del NPSH requerido por la propia bomba. Cuando la fuente de abastecimiento de agua contra incendio se encuentra por encima de la bomba, el NPSH disponible puede calcularse de la siguiente manera:

NPSH = Pa + Ps – Pf – Pv en donde:

NPSH = Carga neta positiva de succión disponible en metros (pies).

Pa = Presión atmosférica, en metros (pies).

Ps = Presión estática de succión, en metros (pies).

Pf = Pérdidas por fricción producidas en la tubería y accesorios de succión, en metros (pies).

Pv = Presión de vapor del líquido manejando, en metros (pies). Cuando el nivel del agua se encuentra por debajo de la bomba, el **NPSH disponible** puede calcularse de la siguiente manera:

NPSH = Pa – Hf – Pf – Pv en donde:

NPSH = Carga neta positiva de succión disponible, en metros (pies).

Pa = Presión atmosférica, en metros (pies).

Hf = Altura estática de succión, en metros (pies).

Pf = Pérdidas por fricción producidas en la tubería y accesorios de succión, en metros (pies).

Pv = Presión de vapor del líquido, en metros (pies).

9.3.10. Periódicamente, el agua contra incendio almacenada en tanques o presas debe ser renovada para evitar la acumulación de materia orgánica y/o sedimentos.

9.4. Tubería de descarga.

9.4.1. El diámetro de la tubería de descarga de las bombas de agua contra incendio, debe estar calculado para conducir el gasto nominal de la bomba, a una velocidad máxima de flujo de 4.57 m/seg. (15 pies/seg).

9.4.2. El diámetro de la tubería de descarga de la bomba, no debe ser menor que el indicado en la siguiente tabla:

CAPACIDAD NOMINAL DE LA BOMBA.	L.P.S.	16	31	47	63	94	126	158
	G.P.M.	250	500	750	1000	1500	2000	2500
DIAMETRO TUBERIA DE SUCCIÓN.	M.M.	76	102	152	152	203	203	203
	PULG.	3	4	6	6	8	8	8

9.4.3. En la tubería de descarga de cada bomba y en el sentido de flujo, debe instalarse una válvula de retención (check) seguida de una válvula de compuerta de vástago ascendente o de una válvula de mariposa de las características adecuadas.

9.4.4. Debe instalarse en la tubería de descarga, un manómetro con límites de presión de acuerdo con la presión de descarga de la bomba, de manera que la indicación de presión nominal se encuentre dentro del tercio medio de la escala del manómetro, el tamaño de la caratula debe ser de cuando menos 152 mm. (6 pulg.) de diámetro, con fondo blanco y caracteres negros.

9.4.5. La tubería de descarga de cada una de las bombas, deberá estar diseñada de manera que no se vea afectada por esfuerzos producidos por la operación de las propias bombas y de sus accesorios, tales como vibración, apertura o cierre de válvulas, etc.

9.5. Bombas de mantenimiento de presión. "Jockey".

9.5.1. Con el objeto de mantener una presión constante y adecuada en la red de agua contra incendio, de manera que se disponga de un mínimo de 7 kg/cm² (100 lb/pulg²) en cualquier punto de la misma, así como para suministrar la cantidad de agua requerida para brindar la protección contra incendio durante trabajos de reparación o mantenimiento, sin que para ello sea necesario poner en funcionamiento las bombas principales de contra incendio, puede instalarse una bomba "Jockey" de mantenimiento de presión, accionada con motor eléctrico, con características de construcción semejantes a las de contra incendio y con la capacidad y presión de descarga que se señalan a continuación:

9.5.1.1. Para instalaciones de las Subdirecciones Comercial y de Distribución, así como para centros de trabajo de similares y menores, la bomba deberá tener una capacidad mínima de 473.40 lpm (125 gpm) y máxima de 946.20 lpm (250 gpm).

9.5.1.2. Para refinerías y centros de trabajo de similares características, la bomba "Jockey" deberá tener una capacidad mínima de 946.20 lpm. (250 gpm.) y máxima de 1,890 lpm. (500 gpm).

- 9.5.2. En todo caso, las bombas “Jokey” deben tener una presión de descarga similar a la de las bombas contra incendio, instrumentadas con un paro automático que actúe cuando en la red contra incendio se registre una presión de un 30% por arriba de la presión de descarga nominal de las bombas contra incendio, así como un arranque automático que se accione cuando en dicha red, se registre una presión de un 20% por debajo de la presión de descarga nominal de las mismas bombas.
- 9.5.3. Al igual que en el caso de las bombas de agua contra incendio, el motor eléctrico de la bombas “Jockey” debe estar conectado a un circuito independiente del sistema eléctrico general del centro de trabajo.
- 9.5.4. En las redes contra incendio que se encuentre permanentemente presionadas, es recomendable que éstas cuenten con alarmas visuales y audibles por baja presión, cuya señal se reciba en los centros de control y/o en la Central Contra incendio.

9.6. Automatización del sistema contra incendio.

- 9.6.1. En los centros de trabajo que por la naturaleza de sus propios riesgos requieran automatizar el accionamiento de las bombas principales contra incendio, deberán incorporar la instrumentación adecuada para que éstas arranquen cuando en la red contra incendio, se registren presiones menores al 65% de la presión de descarga nominal de dichas bombas.
- 9.6.2. Adicionalmente, las bombas de agua contra incendio pueden contar con los mecanismos necesarios para arrancar por medio de señales a control remoto.

9.7. Arranque automático o por control remoto de bombas contra incendio.

- 9.7.1. Los sistemas de arranque automático o por control remoto para unidades múltiples de bombeo contra incendio, deben contar con dispositivos de secuencia de tiempo para evitar que las bombas arranquen simultáneamente. Si la demanda de agua hace imprescindible la operación de más de una bomba, estas unidades debe arrancar en intervalos que no permitan el arranque de la siguiente bomba hasta que la anterior haya tomado su velocidad de régimen (5 a 15 seg.).

La falla en el arranque de cualquier bomba no debe impedir el arranque de las siguientes. Cuando se tengan bombas accionadas con motor eléctrico y con motor de combustión interna, y se encuentren en operación la del motor eléctrico y llegara a fallar ésta, el motor de combustión interna debe arrancar de inmediato en forma automática.

El sistema debe contar con un selector de operación manual o automática.

9.8. Señales y alarmas por falla de sistema.

- 9.8.1. Cuando el sistema de bombeo de agua contra incendio se controle de manera automática, el tablero de control de dicho equipo debe contar con alarmas y señales visuales y audibles, que indiquen las fallas que se presenten en el equipo.

9.8.2. En el caso de motores eléctricos con sistema de arranque automático, las señales y alarmas mínimas que deben incluirse son las siguientes:

- Por falla en el arranque de la unidad de bombeo.
- Interruptor abierto.
- Falla de energía eléctrica.
- Lámpara para indicar que el interruptor esté cerrado y que hay energía disponible para arrancar el motor.
- Lámpara piloto para indicar posición de arranque automático o manual.

9.8.3. En caso de motores de combustión interna con arranque automático, las señales y alarmas mínimas que debe tener son las siguientes:

- Lámpara piloto para indicar posición de arranque Automático o Manual.
- Lámpara piloto y voltímetro en la batería de alimentación, indicando la carga de la batería y su conexión al control.
- Baja presión de aceite en el sistema de lubricación.
- Alta temperatura del agua de enfriamiento.
- Falla en el arranque automático del motor.
- Bajo nivel de combustible en el arranque de la unidad.

9.9. Motores e instalaciones eléctricas.

9.9.1. Los motores eléctricos deben ser trifásicos de corriente alterna y de inducción tipo “jaula de ardilla”, debiendo cumplir con las Normas S.P.C.O. de PEMEX Nos. 2.346.01, 2.346.02 y 2.346.13 y las NSPM AVII – 28, 29 Y 30 (NO.07.0.10, NO.07.2.11 Y NO.07.3.12 respectivamente).

9.9.2. La capacidad de los motores eléctricos debe ser suficientes para no exponerlos a sobrecargas que excedan el límite del factor de servicio, a la potencia máxima efectiva y a la velocidad nominal.

9.9.3. La instalación de líneas eléctricas dentro de la caseta o cobertizo de bombas debe ser del tipo oculto, alojadas en la tubería “conduit” hasta la conexión con el motor de la bomba.

9.10. Motores de combustión interna.

9.10.1. en cualquier caso, los motores de combustión interna que accionen bombas de agua contra incendio debe ser del tipo Diesel; para estos casos, no está permitido el uso de motores de combustión interna de ignición por bujía, tales como los de gasolina.

9.10.2. Los motores de combustión interna deben tener un potencia por lo menos de un 20% por arriba de la potencia máxima requerida por la bomba bajo cualquier condición o carga. La selección del motor debe basarse en un análisis minucioso de los requisitos que deban llenarse para tener un equipo confiable en su operación y arranque.

9.10.3. Debido a que las curvas de ensayo del motor del fabricante, se basan en una presión barométrica de 752 mm. Hg (29.61 pulg.), lo cual se aproxima a 90 m. (300 pies) sobre el nivel del mar y a 25°C (77°F), la potencia utilizable de

los motores de combustión interna debe reducirse en un 3% por cada 300 m. (1,000 pies) de altitud por encima de los 90 m. (300 pies), y un 1% por cada 5.6°C (10°F) por encima de los 25°C (77°F).

- 9.10.4.** Cada uno de los motores de combustión interna acoplados a bombas contra incendio, debe tener un sistema doble de baterías de arranque o un sistema doble de recarga, basado en el generador de la propia maquina como en una fuente externa de potencia.
- 9.10.5.** Cada motor de combustión interna debe tener su propio escape de gases equipado con mata chispas, fuera de la casa de bombas para su descarga a la atmosfera, con objeto de que los gases expulsados no afectan al personal o a las instalaciones cercanas.
- 9.10.6.** Cada unidad de combustión interna, debe tener una capacidad de almacenamiento de combustible que garantice su funcionamiento sin interrupción durante 8 horas como mínimo, trabajando a su máxima capacidad. Además, cada motor deben tener su tanque individual de combustible, con dispositivos indicadores de nivel (tales como cristales de nivel resistentes al impacto o del tipo flotador).- Queda prohibido el uso de mangueras flexibles o de tubos de vidrio convencionales para cumplir esta última función.
- 9.10.7.** Cuando el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna sea por agua dicho sistema debe construir un circuito cerrado y el agua debe enfriarse en un cambiador de calor agua aire (radiador), para lo cual debe efectuarse una derivación en la descarga de la bomba para alimentar únicamente el cambiador de calor.
- 9.10.8.** Instrumentos de control para motores de combustión interna.

Los motores de combustión interna deben tener como mínimo los siguientes instrumentos de control:

- Gobernador de velocidad variable, con límites de regulación de 8 a 10%.
- Tacómetro.
- Manómetro para aceite lubricante.
- Indicador de temperatura de aceite lubricante.
- Indicador de temperatura de agua de enfriamiento.
- Amperímetro.

- 9.10.9.** Dispositivos de protección para motores de combustión interna.

Los motores de combustión interna deben tener como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Alarma por baja presión de aceite.
- Alarma por alta temperatura de aceite.
- Alarma por alta temperatura de agua de enfriamiento.
- Alarma por bajo nivel de aceite.
- Paro automático por sobre – velocidad (para motores mayores de 200 H.P.).
- Alarma por falla de precalentamiento del motor.

- 9.10.10.** Accesorios para motores de combustión interna.

Los motores de combustión interna deben tener como mínimo los siguientes accesorios:

- Filtro de combustible (reemplazable).

- Filtro de aire (reemplazable).
- Tablero de alarmas.
- Luces indicadoras.
- Sistema doble de batería y de recarga de las mismas.
- Resistencias calefactoras.
- Arranque automático en unidades de relevo (sujeto a un estudio de análisis de riesgos).

10. Instalaciones y dispositivos para efectuar las pruebas de comportamiento de bombas contra incendio.

10.1. Cada año como mínimo, debe efectuarse una prueba de cada bomba de agua contra incendio, que permita verificar si sus condiciones operativas de funcionamiento se encuentran dentro de márgenes adecuados respecto a sus condiciones originales de operación. Estas pruebas deben llevarse a cabo bajo tres condiciones de funcionamiento:

- A descarga cerrada.
- A condiciones de diseño.
- A condiciones máximas de operación (150% del gasto).

10.2. Las pruebas de comportamiento pueden llevarse a cabo por dos métodos: mediante la utilización de un cabezal de válvulas de prueba o por medio de un medidor de flujo digital dependiendo de las facilidades que ofrezcan los arreglos de tubería de los sistemas de bombeo.

10.3. Para el primer caso, deberá disponerse de un cabezal de válvulas de prueba fijo o desmontable, cuyo diámetro de preferencia coincida con el de la tubería de descarga de la bomba, el cual deberá instalarse entre la válvula y la válvula de compuerta (o de mariposa) de la tubería de descarga.

En el diámetro siguiente, se ilustra el arreglo de tuberías de un conjunto de bombas de agua contra incendio, en cuyas descargas se tiene integrado un cabezal de pruebas.

10.3.1. En general, los cabezales fijos o desmontables deben contar, entre otros, con los dispositivos y accesorios para la medición del flujo y la presión que a continuación se mencionan:

- a) Un manómetro con rango suficiente para cubrir cuando menos el 200% de la presión de descarga nominal.
- b) Un mínimo de cinco salidas de 2 1/2", cada una con válvula de bloqueo de preferencia tipo "bola", para una menor generación de turbulencias y de caídas de presión.

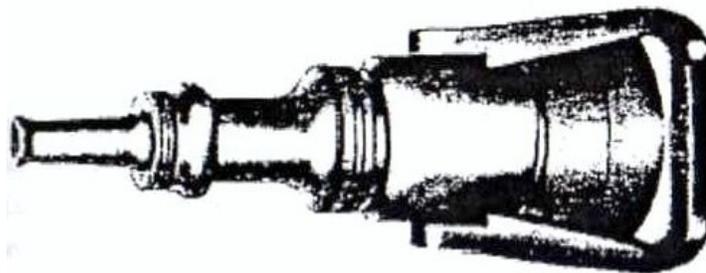


Fig. 18. Válvula de bloqueo tipo "bola".

- c) Un tubo difusor de 2 1/2", montado en cada una de las salidas del cabezal de pruebas, para amortiguar la turbulencia del flujo.



Fig. 19. Tubo difusor.

- d) Unas boquillas para medición de 2 ½", de chorro fijo, con diámetro de salida en la descarga de 11/8", 11/4", o 13/8", de acuerdo a los caudales que se deseen manejar.



Fig. 19. Tubo difusor.

- 10.3.2.** En ocasiones, los arreglos particulares de tubería en algunos equipos de bombeo permiten la instalación de las boquillas de medición directamente sobre el cabezal de descarga de las bombas, lo cual es aceptable siempre y cuando no se afecten los resultados de las pruebas por caídas de presión o perdidas de flujo; por ejemplo:

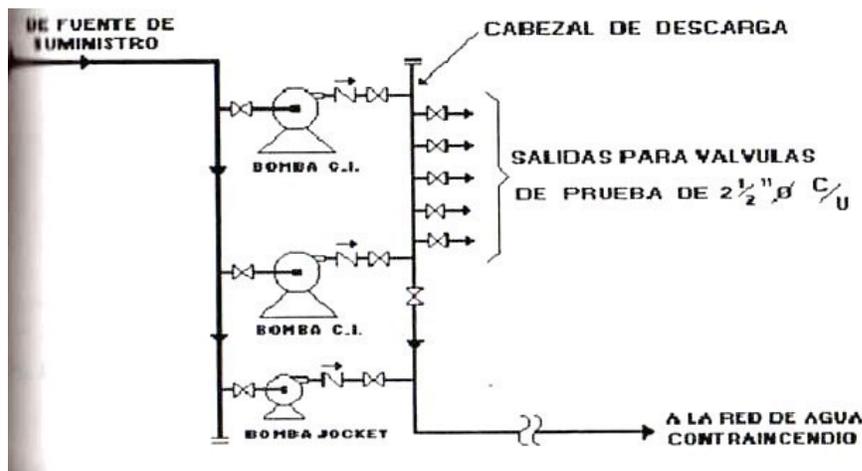


Fig. 22. Arreglo de tuberías en equipos de bombeo.

- 10.3.3.** El método para la prueba de comportamiento de las bombas de agua contra incendio por medio de un medidor de flujo, requiere como dispositivos complementarios, la instalación de un manómetro con rango suficiente para cubrir por lo menos el 200% de la presión de descarga nominal, una válvula de globo para regular la descarga del agua en la tubería de pruebas y un mínimo de dos salidas de hidrantes de 2 ½", equipadas cada una con un tubo difusor del mismo diámetro y boquillas para medición, para verificar la exactitud del medidor de flujo. La tubería de pruebas puede ser construida como una prolongación del cabezal de descarga de las propias bombas contra incendio.

En la figura, se ilustra el arreglo de tubería de un equipo de bombeo contra incendio, que incluye una tubería para prueba de bombas con medidor de flujo.

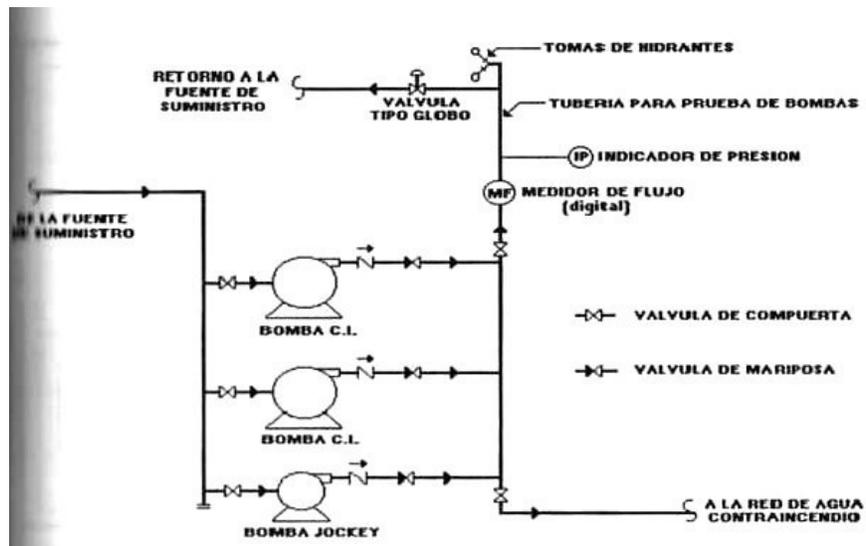


Fig. 23. Arreglo de tuberías en equipos de bombeo con tubería para prueba de bombas con medidor de flujo.

En este caso, el agua puede ser retornada al tanque de almacenamiento por debajo del nivel mínimo de agua, para evitar que se produzcan problemas por arrastre de aire en la succión de la bomba; no obstante, si el retorno de agua se introduce por arriba del tanque de almacenamiento, el arrastre de aire puede reducirse si se extiende la tubería de retorno de manera que descargue por debajo del nivel mínimo de agua.

Para llevar a cabo las pruebas anuales de comportamiento de las bombas de agua contra incendio, debe aplicarse la norma DG-GPASI-SI-3611 de PEMEX – Refinación.

11. Red de tuberías.

11.1. Generalidades.

11.1.1. La red de distribución de agua contra incendio es un conjunto de tuberías formando anillos o circuitos, diseñados para conducir exclusivamente agua contra incendio a los puntos necesarios, en los cuales se encuentran instalados los dispositivos para salida de agua, como hidrantes, monitores, sistemas de aspersores, etc.

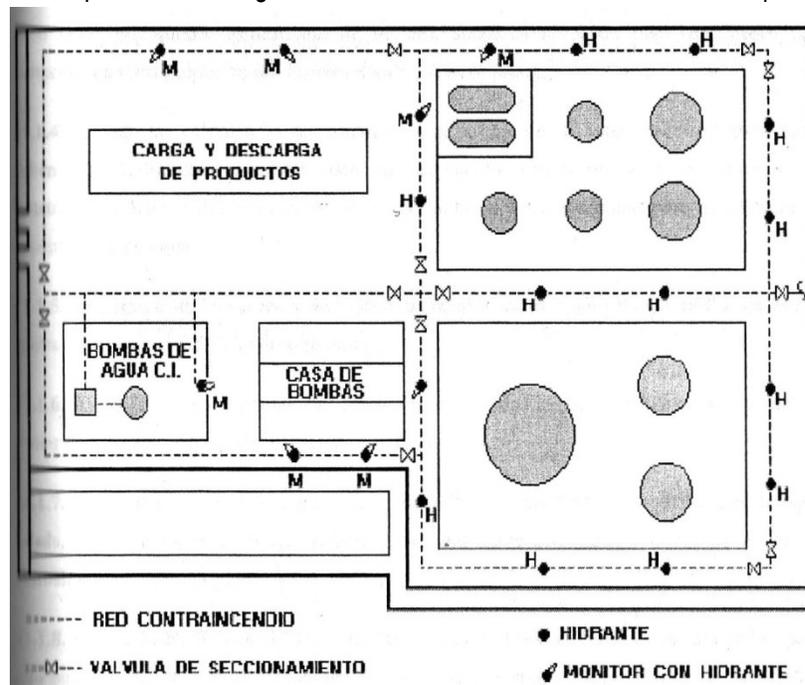


Fig. 24. Red de distribución de agua contra incendio.

11.1.2. Para fines de mantenimiento o ampliación, las redes de agua contra incendio deben contar con válvulas de seccionamiento suficientes, localizadas estratégicamente para aislar tramos de tubería sin dejar de proteger

ninguna de las áreas o equipos que lo requieran. Todas estas válvulas deben ser de compuerta vástago ascendente o del tipo "mariposa" de las características adecuadas, debiendo estar identificadas en el campo.

- 11.1.3. Las válvulas de seccionamiento de compuerta instaladas en registros, deben estar equipadas con poste indicador o extensión que permita abrir o cerrar la válvula desde el exterior, al mismo tiempo que indique la posición de abierto o cerrado. El poste indicador debe tener una altura aproximada de 90 cm sobre el nivel de piso terminado, con protección contra golpes en los lugares donde así se requiera.
- 11.1.4. Cuando las válvulas de seccionamiento se instalen en el interior de registros, éstos deben ser fácilmente accesibles para su inspección, operación y mantenimiento, su construcción debe evitar el paso de agua a su interior y tener drenaje para no permitir la acumulación de agua.
- 11.1.5. El número de hidrantes y monitores instalados en cada uno de los anillos de la red contra incendio, será de 12 como máximo.
- 11.1.6. Al igual que las válvulas de seccionamiento, todos los hidrantes y monitores deben contar con un número de identificación en el campo.
- 11.1.7. Aún cuando la red de agua contra incendio esté diseñada para el manejo de agua salada, en situaciones normales deberá estar empacada con agua dulce para evitar su corrosión.
- 11.1.8. Queda TERMINANTEMENTE PROHIBIDO el uso de agua contra incendio, para otro servicio que no sea específicamente el de contra incendio. De igual manera, NO ESTA PERMITIDA la instalación de tomas parásitas conectadas a la red de agua contra incendio, con el propósito de alimentar sistemas de enfriamiento de instalaciones de proceso, sistemas de riego, de lavado, de limpieza, etc.

11.2. Diámetro.

- 11.2.1. En ningún caso, el diámetro de la tubería principal en redes de agua contra incendio podrá ser menos de 152.40 mm. (6 pulg).
- 11.2.2. Cuando se trate de agua dulce, la velocidad máxima de flujo en tuberías de agua contra incendio debe ser de 4.57 m/seg. (15 pies/seg.), en tanto que para agua salda, dicha velocidad debe ser como máximo de 3.65 m/seg. (12 pies/seg.).
- 11.2.3. La red de agua contra incendio debe estar diseñada para que, en condiciones de máximo flujo hacia el riesgo mayor, se garantice una presión mínima disponible en cualquier hidrante o monitor de 7 Kg/cm² (100 lbs/pulg²).

11.3. Dispositivos de aplicación.

11.3.1. Hidrantes.

Son dispositivos para salida de agua contra incendio, contruidos por dos tomas para conectar mangueras de 63.5 mm. (2 ½ pulg) de diámetro.

NPT en el extremo libre, soldado transversalmente en la parte superior del tubo a una altura de 60 cm sobre el nivel de piso terminado, con válvulas de compuerta de 63.5 mm (2 ½" pulg.) de diámetro, de bronce, entrada hembra con doble macho de 63.5 mm (2 ½" pulg.) de diámetro, cuerda NPT en el extremo de la válvula y en el otro extremo salida macho cuerda NSHT, con tapa de bronce. El extremo superior del tubo principal será cegado con un tapón cachucha de acero al carbón para soldar. El hidrante debe cumplir con la Norma de Seguridad de Petróleos Mexicanos A VII-1 (NO.01.0.09).

HIDRANTE (CONTRA INCENDIO), fabricado con un tubo de 101.6 mm. (4 pulg) de diámetro, con dos niples de 63.5 mm (2 ½" pulg.) de diámetro, de acero al carbón sin costura, con cuerda macho.

11.3.1.1. Cuando por requerimientos del servicio o debido a limitaciones en la cantidad disponible de personal contra incendio en un centro de trabajo, sea deseable que a los hidrantes se les conecte una manguera de 38.1 mm. (1 ½ pulg) diámetro para el manejo de un gasto de 473 lpm (125 gmp.) y otra de 63.5 mm. (2 ½" pulg.) de diámetro, deberá conectarse con adaptadores para manguera contra incendio de bronce, que en un extremo poseen rosca hembra cuerda NSHT de 38.1 mm. (1 ½ pulg.). de diámetro, que cumpla con la Norma de Seguridad de Petróleos Mexicanos A VII-13 (NO.01.0.13).

11.3.1.2. Los hidrantes deben estar diseñados de manera que por cada una de las tomas de 63.5 mm. (2 ½" pulg). De diámetro, pueda proporcionarse como mínimo un gasto de 946 lpm (250 gmp.).

11.3.1.3. En las áreas de plantas de proceso, el distanciamiento entre hidrantes no debe ser mayor a 30 m., en tanto que para áreas de almacenamiento, la distancia entre ellos no debe exceder de 50 m.

11.3.1.4. Las roscas de los hidrantes de agua contra incendio, deben ser NSHT para manguera de 7 ½ hilos por pulgada para diámetro de 63.5 mm. (2 ½ pulg.), y de 9 hilos por pulgada para diámetro de 38.1 mm. (1 ½ pulg.).

11.3.1.5. Al operar con flujo máximo, las pérdidas por fricción a través de cualquier hidrante no debe exceder de 0.14 kg/cm² (2 lb/pulg.).

11.3.1.6. Para la alimentación de camiones contra incendio, deben instalarse hidrantes específicos para estos casos, con tomas de 114.3 mm. (4 ½ pulg.). o de 152.4 mm. (6 pulg.). de diámetro, según se requiera; al igual que en los hidrantes normales, la presión del agua disponible en estos dispositivos deben ser de cuando menos 7 kg/cm² (100 lb/pulg²).

11.3.1.7. La cantidad de hidrantes para alimentar camiones contra incendio, será de uno por cada 5,677 lpm (1,500 gpm.) que se requieran.

11.3.1.8. En los lugares en donde el clima lo hagan necesario, deben instalarse hidrantes del tipo "seco", con válvulas de entrada y purga para vaciarlos, evitando así el congelamiento del agua. Para absorber el agua descargada, debe efectuarse una excavación de 60 cm de profundidad y 60 cm de diámetro alrededor del hidrante, rellenándola con grava gruesa.

HIDRANTE (CONTRA INCENDIO).- Destinado a la alimentación de camiones contra incendio, fabricado de acuerdo con la especificación de proyectos y construcción k-907-B, con tubería de 152.4 mm (6 pulg.) de acero al carbón sin costura; en la parte superior con un codo de 6 a 4 pulg. O de 8 a 6 pulg según se

requiera, de acero al carbón forjado, con válvula de compuerta de 4 a 6 pulg de diámetro según requiera, de acero al carbón fundido tipo comercial, con entrada hembra cuerda NPT y salida macho cuerda NSHT de 114.3 mm (4 ½" pulg.) de diámetro o de la medida que requiera el centro de trabajo. El hidrante deberá cumplir con la Norma de Seguridad de Petróleos Mexicanos NO.01.0.09 (A VII-1).

- 1.- Válvula de compuerta (o mariposa) de 4" (o 6", según requerimientos).
- 2.- Brida clase 150 ANSI.
- 3.- Válvula de compuerta (o de mariposa) clase 200 AGA (WOG) roscada de 2 ½".
- 4.- Niple de acero al carbón de 2 ½".
- 5.- Brida roscada clase 150 ANSI de 4" (o 6", según requerimientos).
- 6.- Adaptador de bronce roscado.
- 7.- Tapón cachucha roscado, con cadena.
- 8.- Codo reducido de 90 R.L. (6" a 4", u 8", a 6", según requerimientos).

11.3.2. Monitores.

Para optimizar el funcionamiento integral de las redes contra incendio y racionalizar el uso del agua, en los centros de trabajo de Pemex – Refinación deberá evitarse el uso de monitores que manejen volúmenes de agua mayores a 1.893 lpm (500 gpm), excepto en embarcaciones destinadas a la protección de buques tanques.

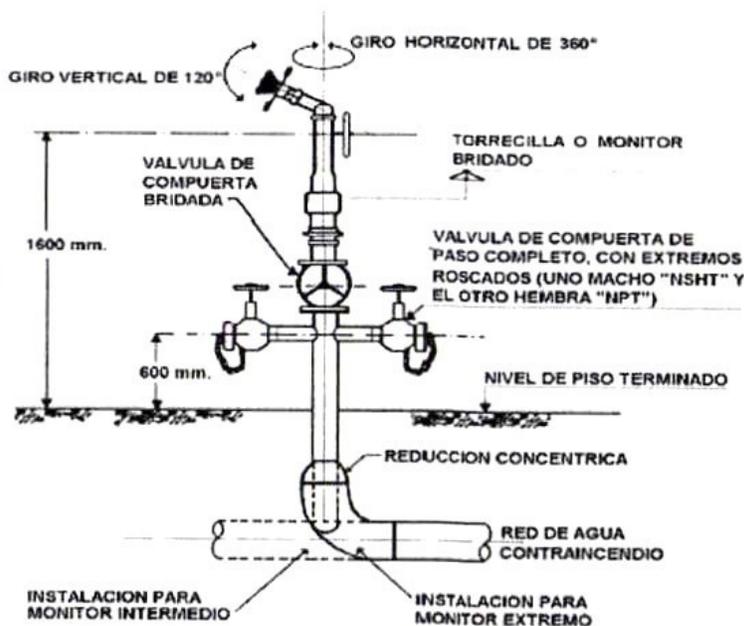


Fig. 24. Monitor.

11.3.2.1. Los monitores deben conectarse a la red general de agua contra incendio, mediante una tubería de cuando menos 152.44 mm (6 pulg.) de diámetro. Cuando se instalen hidrantes además del monitor, la tubería de alimentación debe ser como mínimo de 203 mm (8 pulg.) de diámetro.

11.3.2.2. El alcance mínimo del chorro de agua del monitor, debe ser de 30 m. a una presión de 7 kg/cm² (100 lbs/pulg²).

11.3.2.3. Cuando un riesgo en particular la utilización de más de un monitor, el distanciamiento entre estos dispositivos no deberá exceder de 30 m.

11.3.2.4. En caso de que se desee ampliar el área protegida, los monitores podrán instalarse sobre la plataformas elevadas (torretas) con barandal de protección y con la escalera de acceso situada hacia el lado menos expuesto en caso de incendio; si el monitor se opera manualmente, es necesario tomar en cuenta la dirección de los vientos dominantes para su ubicación. En estos casos, la válvula de admisión al monitor debe colocarse a nivel de piso terminado y orientada adecuadamente para facilitar su operación.

11.3.3. Gabinete – Hidrante

Son dispositivos que se utilizan para salida de agua contra incendio en edificios, almacenes, hospitales, etc., y que están conectados a una red general de agua contra incendio. Cada gabinete cuenta generalmente con una manguera contra incendio de 38.1 mm. (1 ½" pulg.) o de 63.5 mm. (2 ½" pulg.) de diámetro y de 15 o 30 m. de longitud, según sean los requerimientos, con un extremo conectado a una válvula de ángulo y en el otro, una boquilla para el suministro de agua en forma de chorro directo o niebla.

11.3.3.1. Las válvulas para gabinete – hidrante deberán ser del tipo ángulo de 38.1 mm. (1 ½" pulg.) o de 63.5 mm. (2 ½" pulg) de diámetro según se requiera, de material bronce especificación ASTM B – 62, roscadas, Clase 300 SWP, vástago ascendente con rosca interior y bonete roscado; extremos roscados, entrada hembra cuerda NPT según ANSI B2.1 y salida macho cuerda NSHT según NSPM A VII-13 (NO.01.0.13).

11.3.3.2. La presión mínima disponible en el más alejado de los gabinetes – hidrantes, deberá ser de 4.1 kg/cm² (60 lbs/pulg²).

11.3.4. Sistemas de Aspersión.

Los sistemas de aspersión de agua se recomiendan particularmente para el enfriamiento de recipientes que almacenan gases o líquidos inflamables, casas de bombas, acumuladores, llenaderas y descargaderos de auto tanques, bombas de proceso, etc., para protegerlos de la radiación de un incendio adyacente que pudiera incrementar la presión y temperatura de los gases y líquidos que se manejan. Adicionalmente, estos sistemas resultan ser efectivos para la prevención, control y extinción de incendios en espacios cerrados en donde se almacenan productos inflamables o combustibles, tales como bodegas, oficinas, etc. Los criterios de diseño y construcción de estos sistemas, para el caso de tanque de almacenamiento atmosféricos – verticales y del tipo presurizados, se encuentran descritos en las Especificaciones DG-GP ASI-SI-3600 y DG-GPASI-SI-3601.

12. Especificaciones de Tuberías y Accesorios.

12.1. Tubería.

12.1.1. En todo caso, los materiales que se utilicen en la red de tuberías destinadas a conducir y distribuir agua contra incendio y solución espumante, deberán satisfacer como mínimo los siguientes requisitos:

DIAMETRO NOMINAL.		CEDULA	ESPESOR DE PARED.		MATERIAL.
Pulg.	mm.		Pulg.	mm.	
½	12.70	80	0.147	3.73	ACERO AL CARBON ASTM -A-53, Gr. B: SIN COSTURA EXTREMOS ROSCADOS
¾	29.05	80	0.154	3.91	
1	25.40	80	0.179	4.55	
1 ½	38.10	80	0.200	5.08	IDEM (C/ EXTREMOS PLANOS).
2	50.40	40	0.154	3.91	ACERO AL CARBON. ASTM A-53, Gr. B: SIN COSTURA. EXTREMOS BISELADOS.
2 ½	63.50	80	0.276	7.01	
3	76.20	40	0.216	5.49	
4	101.60	40	0.237	6.02	
6	152.40	40	0.280	7.11	
8	203.20	20	0.250	6.35	
10	254.00	20	0.250	6.35	
12	304.80	20	0.250	6.35	
14	355.60	10	0.250	6.35	
16	406.40	10	0.250	6.35	
18	457.20	20	0.312	7.92	ACERO AL CARBON ASTM A-53, Gr. B: SIN COSTURA. EXTREMOS BISELADOS
20	508.00	20	0.375	9.53	
24	609.60	20	0.375	9.53	
30	762.00	20	0.500	12.70	ACERO AL CARBON ASTM A-134, FABRICADOS CON PLACA ASTM A-285, Gr. C. EXTREMOS BISELADOS.

- 12.1.2.** Para el manejo de agua dulce, el espesor por corrosión que debe ser considerado para los diámetros especificados en el inciso anterior es de 1.65 mm. (0.065 pulg.), en tanto que para el manejo de agua salda, debe considerarse un espesor por corrosión de 3.18 mm (0.125 pulg.).
- 12.1.3.** La tubería de la red de agua contra incendio debe instalarse enterrada, salvo en casos específicos en los que previo estudio de un análisis de riesgos, de las características de resistividad del terreno en donde el clima lo permita y a solicitud expresa de la dependencia operativa, ésta podrá instalarse aérea sobre mochetas asegurándose que todos los casos, quede perfectamente protegida contra cualquier agente que pudiera afectarla o inhabilitarla.
- 12.1.4.** La tubería exterior y demás partes aéreas, deben protegerse con pintura anticorrosiva que cumpla con las Normas 2.411.01 “Sistemas de Protección Anticorrosiva”. Y la 3.411.01 “Aplicación de Recubrimiento para Protección Anticorrosiva”.
- 12.1.5.** En los casos en que se requiera que la tubería enterrada vaya alojada en trincheras, éstas deberán construirse con paredes de ladrillo o concreto, debiendo estar diseñadas para proteger al ducto contra la corrosión y contra efectos mecánicos, pudiéndose llenar con arena limpia de alta resistividad eléctrica, que no contenga materiales corrosivos o piedras que pudieran dañar la superficie de la tubería. La trinchera deberá cubrirse con palancas metálicas o losas debidamente selladas a nivel de piso terminado, para evitar la filtración de líquidos a su interior, así como con drenajes espaciados adecuadamente.
- 12.1.6.** Al igual que la tubería aérea, los ductos enterrados deberán estar protegidos contra la corrosión exterior mediante los recubrimientos a que se hace referencia en las Normas señaladas en el inciso XXI.1.4 anterior. En los casos en que así se requiera, deberán contar con un sistema de protección catódica.
- 12.1.7.** En aéreas de instalaciones de proceso y en lugares donde la temperatura ambiente pueda llegar a ser inferior a los 0°C, la tubería contra incendio debe enterrarse a una profundidad de 750 mm. (30 pulg.) como mínimo.
- 12.1.8.** Para tuberías enterradas, debe preverse además la protección contra efectos de cargas externas que puedan dañar las tuberías, la cual puede llevarse a cabo mediante trincheras, camisas o instalándolas a una mayor profundidad. Cuando la tubería cruce por un debajo de vías de ferrocarril o calles de tránsito pesado, debe instalarse a una profundidad mínima de 1,300 mm. (51.18 pulg.) medios desde el nivel de piso terminado hasta la parte superior del ducto, debiéndose proteger además con una “camisa” de tubería que permita una holgura de cuando menos 100 mm. (4 pulg.) entre la tubería y la camisa. La tubería de agua contra incendio no debe cruzar por debajo de construcciones o bodegas.

12.2. Bridas (Juntas Mecánicas).

- 12.2.1.** Para diámetros de tuberías de 38 mm (1 ½ pulg.) y menores, no usar bridas.
- 12.2.2.** Para diámetros de 51 mm (2 pulg.) y mayores, deberán usarse bridas de las siguientes características:

DIAMETRO (EN PULGADAS).	DESCRIPCIÓN.
DE 2 A 24"	BRIDA CUELLO SOLDABLE, CLASE 150# ANSI, CARA REALIZADA (R.F.), ACERO FORJADO ASTM A-105.
DE 2 A 24"	BRIDA TIPO DESLIZABLE (SLIP – ON), CLASE 150# ANSI, CARA REALIZADA (R.F.), ACERO FORJADO ASTM A-105.
DE 2 A 24"	BRIDA CIEGA, CLASE 150# ANSI, CARA REALIZADA (R.F.), ACERO AL CARBON FORJADO ASTM A-105.
DE 26" Y MAYORES	BRIDA CUELLO SOLDABLE, CLASE 150# ANSI, CARA REALIZADA (R.F.), ACERO FORJADO ASTM A-105, DIMENSIONES DE ACUERDO A MSS-SP44.
DE 26" YU MAYORES.	BRIDA CIEGA, CLASE 150# ANSI, CARA REALIZADA (R.F.), ACERO FORJADO ASTM A-105, DIMENSIONES DE ACUERDO A MSS-SP44.
4 ½" X 9".	BRIDA – ADAPTADOR MACHO DE BRONCE, CUERDA CONTRA INCENDIO NSHT DE 4 HILOS/PULG., SIMILAR A HALPRIN SUPPLY COMPANY MOD FLB1, CLASE 150# ASA, CARA REALIZADA (R.F.).
6" X 9".	BRIDA – ADAPTADOR MACHO DE BRONCE, CUERDA CONTRA INCENDIO NSHT DE 4 HILOS/PULG., SIMILAR A HALPRIN SUPPLY COMPANY MOD. FLB1, CLASE 150# ASA, CARA REALIZADA (R.F.).

12.3.3. Las bridas de acero deberán ser planas, cuando se utilicen para conectarse a bridas de acero fundido en equipos y válvulas.

12.3. Válvulas.

12.3.1. No deberán usarse válvulas globo en redes de agua contra incendio, ya que provocan excesivas caídas de presión.

12.3.2. Los requisitos mínimos para válvulas de compuerta se señalan a continuación:

DIAMETRO (EN PULG).	DESCRIPCION.
DE ½" A 1 ½"	CLASE 150 AGA (WOG), ROSCADA, CUERPO E INTERIORES DE BRONCES ASTM B-62, SIMILAR A WALWORTH W-11, DE VASTADO ASCENDENTE, BONETE CON TUERCA UNION, ASIENTOS INTEGRALES, CUÑA SOLIDA VOLANTE DE ALUMINIO.
1 ½"	EXCLUSIVA PARA HIDRANTE, CLASE 200 AGA (WOG) ROSCADA, CUERPO E INTERIORES DE BRONCES ASTM B-62, SIMILAR A WALWORTH FIG. 24 STD. CON EXTREMOS ROSCADOS MACHO Y HERMBRA, ROSCA HEMBRA NPT Y ROSCA MACHO NSHT DE 9 HILOS/PULG., CON VOLANTE DE ACERO, TAPA Y CADENA.
2 ½"	EXCLUSIVA PARA HIDRANTE, CLASE 200 AGA (WOG) ROSCADA, CUERPO E INTERIORES DE BRONCE ASTM B-62, SIMILAR A WALWORTH FIG. 24 STD., CON EXTREMOS ROSCADOS MACHO Y HEMBRA, ROSCA HERMBRA NPT Y ROSCA MACHO NSHT DE 7 ½" HILOS/PULG., CON VOLANTE DE ACERO, TAPA Y CADENA.
DE 2" A 30"	CLASE 150# ANSI, BRIDA, CARA REALIZADA (R.F.), CUERPO DE ACERO AL CARBON ASTM A-216, Gr. WCB, SIMILAR A WALWORTH 5202, CON INTERIORES DE ACERO INOXIDABLE 11-13% CROMO AISI 410, VASTAGO ASCENDENTE ASTM-276 TIPO 410, CUÑA SOLIDA, BONETE BRIDADO, VOLANTE FIJO.

12.3.3. Para las válvulas de retención (check), los requisitos mínimos son los siguientes:

DIAMETRO (EN PULG).	DESCRIPCION.
---------------------	--------------

DE ½" A 1 ½".	CLASE 150 AGA (WOG) ROSCADA, CUERPO DE BRONCE ASTM b-62, SIMILAR A WALWORTH W-97, INTERIORES DE BRONCE ASTM B-62, TIPO PISTON, TAPA CON TUERCAS UNION, DISCOS REEMPLAZABLES.
DE 2" A 30".	CLASE 150# ANSI, BRIDA, CARA REALIZADA (R.F.), CUERPO DE ACERO AL CARBON ASTM A-216, GR. WCB, SIMILAR A WALWORTH 5341-F, INTERIORES DE ACERO INOXIDABLE 11-13% CROMO AISI-410, TIPO COLUMPIO, TAPA BRIDADA.
DE ½" A 1 ½".	CLASE 200 AGA (WOG) ROSCADA, CUERPO DE BRONCE ASTM B-61, SIMILAR A WALWORTH W-420, INTERIORES DE BRONCE ASTM B-62, TIPO COLUMPIO, TAPA ROSCADA.

12.3.4. Para las válvulas de mariposa, los requisitos mínimos son los siguientes:

PARTE.	DESCRIPCION.
CUERPO	DE UNA SOLA PIEZA DE ACERO AL CARBON A-216 Gr. WCB, ESPESOR MÍNIMO DE ACUERDO AL ANSI B16.34. SI SE REQUIERE CON ACTUADORES ELECTRICO (SIST. DE ASPERSORES), LA BRIDA DEL CUELLO DEBE SER ROBUSTA PARA SOPORTAR EL CUERPO DEL ACTUADOR, CON MÍNIMO 2 BARRENOS PARA FACULTAR SU MONTAJE.
MONTAJE	PARA MONTAJE ENTRE BRIDAS, TIPO LUG (OREJADA) O DE BRIDA SIMPLE, CLASE 150# R.F., QUE CUMPLA CON EL ANSI B-16.5.- EL CUERPO DE LA VALVULA DEBE CONTAR CON BARRENOS MACHUELADOS PARA SU COLOCACION Y SU DISTANCIA CARA – CARA DEBE CUMPLIRSE CON EL API-STD.-609.
DISCO Y VASTAGO.	DE ALUMINIO – BRONCE ASTM-148-952 O SIMILAR, CON UNA HERMETICADO DEL DISCO – ASIENTO DE ACUERDO AL API-STD. 598, CON DOBLE EXCENTRICIDAD EN EL DISCO PARA MINIMIZAR EL DESGASTE Y LA DISTORCION DEL ASIENTO, CON DISCO DISEÑADO PARA OBTENER MÍNIMA CAIDA DE PRESION A FLUJO MAXIMO, CON UNION DISCO – VASTAGO CON DOS TORNILLOS DE SUJECION DE ACERO INOXIDABLE 316 Y EMPAQUE, CON VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE 17-4PH.
ASIENTO.	DE ELASTOMERO (BUNA N, EPDM) FLEXIBLE, QUE PERMITA ABSORBER LAS DEFORMACIONES CAUSADAS POR UN MATERIAL EXTRAÑO Y QUE AL RETIRARLO, RECUPERE SU FORMA ORIGINAL: DE DISEÑO BIDIRECCIONAL Y HERMETICO QUE CUMPLA CON EL API-STD. 598.

12.3.5. Otros Accesorios.

DIAMETRO (EN PULG).	DESCRIPCION.
DE 1 ½" Y 2 ½"	VALVULA DE ANGULO (EXCLUSIVA PARA GABINETES), CLASE 300 SWP, ROSCADA: CON CUERO, VASTAGO E INTERIORES DE BRONCES ASTM B-61, BONETE ROSCADO , VASTAGO ASCENDENTE, SIMILAR A CRANE 384P, ENTRADA HEMBRA, CUERDA DE 9 HILOS/PULG. PARA 1 ½" Y DE 7 ½" HILOS/PULG. PARA 2 ½".
1 ½" X 1 ½"	NIPLE-ADAPTADOR DE CUERDA HEXAGONAL, CON CUERDA NPT EN UN EXTREMO Y CUERDA NSHT CONTRAINCENDIO DE 9 HILOS/PULG. EN EL OTRO EXTREMO; SIMILAR A HALPRIN SUPPLY COMPANY MOD. B-180.
2 ½" X 2 ½"	NIPLE-ADAPTADOR DE CUERPO HEXAGONAL, CON CUERDA NPT EN UN EXTREMO Y CUERDA NSHT CONTRAINCENDIO DE 7 ½" HILOS/PULG. EN EL OTRO EXTREMO; SIMILAR A HALPRIN SUPPLY COMPANY MOD. B-182.

13. Concordancia con otras normas.

13.1. Esta norma no concuerda con Normas Mexicanas o Internacionales por no existir en el momento de su elaboración, parcialmente concuerda con los Códigos de las Asociación Nacional de Protección Contra incendio (National Fire Protection Association) de los Estados Unidos de Norte América (Norma Extranjera).

ANEXO B. NORMA DE INSTALACION DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIOS (NFPA 24).

Capitulo 1. Información General.

1.1. Ámbito de aplicación.

Esta norma establece los requisitos mínimos para la instalación de redes de agua contra incendios y sus accesorios.

1.2. Objeto.

El propósito de esta norma es proporcionar un grado razonable de protección de la vida a través de requisitos de la instalación de redes de agua contra incendios.

1.3. Plan de diseño.

Un plan de diseño deberá ser aprobado por la autoridad que se competente para conocer en todos los casos en que una nueva red de agua contra incendio principal se contempla.

1.3.1. El plan será elaborado a una escala y se incluye todos los detalles esenciales, tales como:

- (A) El tamaño y la ubicación de todos los suministros de agua.
- (B) El tamaño y la ubicación de todas las tuberías existente, la clase y tipo de nueva tubería que serán instalados, y la profundidad a la que se haya enterrado.
- (C) El tamaño, el tipo y la ubicación de las válvulas. Indique el tamaño, el tipo y la ubicación de los medidores, reguladores, válvulas y comprobar.
- (D) El tamaño y la ubicación de hidrantes, que muestra el tamaño y el número de puntos de venta, sin han de ser equipados con válvulas independientes. Indicar si la manguera casas y equipo, han de ser proporcionadas y por quién.
- (E) Los rociadores y tuberías ascendentes y supervisar boquillas que debe presentar el sistema.

1.4. Instalación de trabajo.

Los trabajos de instalación serán realizados por personas con experiencia y responsables.

1.5. Unidades.

Unidades métricas de medición en esta norma están de acuerdo con el sistema métrico modernizado conocido como el Sistema Internacional de Unidades (SI). Dos unidades (litros y un bar), pero fuera de los reconocidos por la SI, se utilizan internacional en la protección contra incendios.

Capítulo 2. El suministro de agua.

2.1. Naturaleza del suministro.

La elección de los suministros de agua se realizará en cooperación con la autoridad competente.

2.2. Sistemas de agua a públicos.

2.2.1. La capacidad del suministro de agua se reunirá de acuerdo al flujo necesario para combatir incendios que determine la autoridad competente.

2.2.2. Adecuación del abastecimiento del agua será determinado por la prueba de flujo u otro medio fiable. Cuando la prueba de flujo se efectúa, el flujo en galones por minuto (L/min.) junto con la presión estática y residual deberá indicarse en el plan.

2.2.3. Las Redes Publicas deberán ser de tamaño suficiente, en ningún caso menor de 6 pulg. (152 mm.).

2.3. Bombas.

Una instalación de bomba contra incendio que consisten bomba, conductor, y la aspiración de suministro, cuando de la capacidad y la fiabilidad suficientes y adecuadamente situadas, hace una buena oferta. Un neumático controlado automáticamente La bomba de agua de una toma de agua principal de la capacidad adecuada o teniendo en virtud un proyecto de la cabeza de un almacenamiento fiable de la capacidad adecuada, se permitirá a ser, en determinadas condiciones, aceptadas por la autoridad competente una única oferta. Las bombas se instalaran de acuerdo con NFPA 20, norma par a la instalación de centrifugal bombas contra incendios.

2.4. Tanques.

Cuando la gravedad, la presión o succión de las cisternas se van a utilizar, se deben dar a conocer a la autoridad que sean competentes.

Capítulo 3. Válvulas

3.1. Tipos de válvulas.

3.1.1. Las válvulas de control serán enumeradas indicando que tipo de válvulas son.

3.1.2. Las válvulas check serán enumeradas.

3.2. Válvulas que controlan suministros de agua.

3.2.1. Por lo menos una válvula de control se instalarán en cada una de las fuentes de abastecimiento de agua.

3.2.2. Donde hay más de una fuente de suministro de agua, una válvula check se instalara en cada conexión.

3.2.3. Una válvula de control se instalara en cada lado de cada válvula check excepción en la tubería de descarga de un tanque de presión o de un tanque de gravedad de menos de 15,00 gal (56.78 m³) de capacidad, no hay ninguna necesidad de instalar válvulas de control en cada lado de las válvulas check.

3.2.4. Cuando una bomba está situada en una casa de bombas de combustibles o expuesta a incendio o a caída de paredes, o cuando uno de los tanques descarga en una red de agua contra incendio administrando por otro suministro principal, ya sea que la conexión de una válvula check se encuentre en un pozo, entonces la válvula de control será situada a una distancia razonable, fuera de todo peligro.

3.2.5. Todas las válvulas de control deberán ser situadas en lugares accesibles y libres de obstrucciones.

3.3. Válvulas indicadoras.

3.3.1. En cada conexión de la red de agua contra incendio en un edificio se debe proporcionar un listado que indique la localización de las válvulas para controlar todas las fuentes de subministro de agua, excepto las conexiones de sección de contra incendios.

3.3.2. Las válvulas indicadoras no se localizaran a menos de 40 ft. (12,2m) de los edificios.

3.3.3. Las válvulas indicadoras se fijaran de manera que la parte superior de la entrada será 36 pulg. (0,9 m.).

3.3.4. Las válvulas indicadoras deberán estar debidamente protegidos contra daños mecanicos cuando sea necesario.

3.4. Válvulas en los hoyos o pozos.

- 3.4.1. Cuando no es práctico colocar las válvulas indicadoras, entonces se permitirá que se coloquen en hoyos o pozos con el permiso de la autoridad competente.
- 3.4.2. Cuando se coloca una válvula de hoyo, deberán tener un tamaño adecuado y de fácil acceso para la inspección, el funcionamiento, las pruebas, el mantenimiento y la eliminación de los equipos que figuran en el. Serán construidos y dispuestos a proteger adecuadamente instalando el equipo de movimiento de tierra, congelación, y la acumulación de agua.
- 3.4.3. La ubicación de la válvula se indicara claramente, y la cubierta del hoyo deberá estar libre de obstrucciones.

3.5. Válvulas seccionadas.

Una red de agua contra incendio en gran tamaño, tendrá válvulas de control seccionadas en los puntos apropiados para permitir que el sistema se pueda aislar en caso de un descanso, o por la fabricación de reparaciones o extensiones.

- 3.6. Identificado se proporcionaran señales de identificación a cada válvula para indicar su función y lo que controla.

Capitulo 4. Hidrantes

4.1. General.

El hidrante debe ser aprobado y no menos de 6 pulg. (152 mm.) de diámetro de conexión a la red. Una válvula se instalara en la conexión de los hidrantes. El numero y el tamaño y arreglo de tomas de corriente, la apertura de la válvula principal, el tamaño del barril; será conveniente para la protección que ha de proporcionar.

- 4.1.1. No se equiparan hidrantes en redes de agua contra incendio con corrientes de tomas de bobas a menos de la demanda calculada para la manga grande (3.5 en y más grande) se regresa ala manga del tanque y el sistema del rociador exige determinado la demanda total en el subministro de agua de la protección contra incendio.

4.2. Número y localización.

Se proporcionaran hidrantes en número suficientes y se localizaran de una manera que permita entregar el flujo de agua contra incendio necesitado a través de las líneas de la manga a todos los lados exteriores de cualquier estructura importante. Se espaciaran hidrantes de acuerdo con la autoridad competente.

4.2.1. En promedios se pondrán hidrantes por lo menos a 40 ft. (12.2.m) de los edificios protegidos.

4.3. Instalación y mantenimiento.

4.3.1. Alrededor de los hidrantes se pondrán piedras para asegurar un desagüe rápido.

4.3.2. El centro de un toma de corriente de la manguera de salida será mucho menos de 18 pulg. (457 mm.) o cuando se encuentra en una casa de manguera 12 pulg. (305 mm.) sobre el suelo.

4.3.3. El hidrante será fijado a nivel de tuberías por abrazaderas o adecuadamente anclado.

4.3.4. Para asegurar el funcionamiento apropiado los hidrantes se probaran por lo menos anualmente.

Capitulo 5. Casa de Mangueras y Equipos.

5.1. General.

La cantidad, el tipo de manguera y equipo dependerán de numero y la ubicación de hidrantes relativos a la protección.

5.1.1. La manguera se almacenara ya que es fácilmente accesible y está protegida de la intemperie.

5.1.2. Ubicación la casa de mangueras se localizaran inmediatamente cerca de los hidrantes.

5.2. Cuando se localizan enrolladores o portadores de la manguera, deberán estar situados de tal manera que la manguera pueda traerse rápidamente en el uso de un hidrante.

5.3. Construcción.

Las casas de mangueras serán construidas sobre bases adecuadas. La construcción debe hacerse de forma que se proteja la manguera de la meteorología y parásitos se diseñaran de manera que la manguera pueda ser rápidamente puesta en funcionamiento el exterior será pintado para protegerse contra el deterioro.

5.4. Tamaño.

Las casa de manguera deben ser de un tamaño y arreglo adecuado para las mangueras y equipos se identificaran casas de la manguera simplemente.

5.5. Marcaciones.

Las casas de manguera serán claramente identificadas

Capítulo 6. Corriente Maestra.

5.2. General las corrientes maestras son enviadas por hidrantes capas de entregar mas de 250 gpm (946 L/min).

5.3. Aplicaciones.

Las corrientes maestras se proporcionaran como protección para las grandes cantidades de materiales combustibles en situaciones inaccesibles u ocupaciones que presentan riesgos especiales.

5.4. Consideración especial.

La ubicación de este aparato, el tamaño de conducto que lo proporciona, el arreglo de válvulas de control y los suministros de agua necesarios se consultara.

Capítulo 7. Tuberías y Montajes

6.1. Selección de la tubería.

Las tuberías contra incendios deben de estar listas para la protección contra incendios y cumplir con las normas AWWA, que apliquen las tuberías de acero no serán permitidas para su uso en una red de agua contra incendio.

Excepción: se permitirán tuberías de acero aprobadas para el uso de las aplicaciones de las redes de agua contra incendio que se localicen contra la tierra y aprobado por la autoridad competente.

6.1.3. El tipo y la clase de tubería para una instalación particular será determinado mediante el examen de su resistencia a los incendios, la presión máxima de trabajo, por el que se establezcan las condiciones en que la tubería va hacer instalada, las condiciones del suelo, la corrosión, y la susceptibilidad a otras tuberías de carga externa, incluida la instalación de cargas de la tierra debajo de los edificios y el tráfico de vehículos y cargas.

6.1.4. Pipe utilizados en el servicio privado de neumáticos deberán estar diseñadas para resistir una presión de trabajo de no menos de 150 psi. (10.3 bar.).

6.2. Revestimiento de la tubería enterrada.

La tubería será de acero y recubiertos para tuberías enterradas, galvanizados, interna o externamente, no cumple con los requisitos de esta sección.

6.3. Juntas enterradas.

Las juntas serán de un tipo homologado. Las tuberías de acero serán revestidas en campo y envuelto después del montaje.

6.4. Montajes.

Los accesorios de las juntas serán de un tipo homologado y compatible con la tubería usada. Se cubrirán montajes de tubería de acero.

6.5. Tuberías enterradas.

6.5.2. La tubería enterrada y montajes obedecerán las secciones aplicables de capítulos 2 y 4 de NFPA 13, referido a las tuberías, montajes e instalación.

6.5.3. Protección de las tuberías.

6.5.3.2. Las tuberías enterradas no pasaran a través de zonas peligrosas y están ubicadas de manera que se protejan de los daños mecánicos y de incendios.

6.5.3.3. Cuando pasan por encima de tuberías de una zona sujeta a temperaturas de congelación, estarán protegidas por un medio fiable para mantener la temperatura del agua en las tuberías de entre 40°F (4,4°C) y 120°F (48,9°C).

6.5.3.4. Donde las condiciones corrosivas existan se utilizan tuberías resistentes a la corrosión.

6.5.3.5. Para minimizar o impedir la ruptura de las tuberías expuestas a los terremotos, por encima del tubo se protegen de conformidad con NFPA 13.

6.6. Dimensiones de tuberías enterradas.

6.6.2. No utilizar tuberías más pequeñas que 6 pulg. (152 mm) de diámetro para redes de agua contra incendio. Excepción. Para la red de abastecimiento que no sean hidrantes, se utilizarán menos de 6 pulg. (152 mm).

6.6.3. El tamaño de la red de servicios privados de neumáticos suministrados de los sistemas de protección deben ser aprobados por la autoridad que tenga competencia, prestándole la debida

atención a la construcción y ocupación de la planta, a la presión de los neumáticos y el flujo de agua requerido y zaga, y para la adecuación de los suministros.

Capítulo 8. Reglamento para colocar tuberías enterradas.

8.1. Profundidad.

La profundidad de la cobertura sobre tubería de agua será determinada por la profundidad máxima de penetración de las heladas en la localidad. A parte superior de la tubería será enterrado mucho menos de 1 ft. (0,3 mts.).

8.2. Protección contra la congelación.

8.2.1. La tubería que no es factible para enterrar, se permitirá que se construya sobre la superficie, a condición de la que la tubería este protegida contra la congelación y daños mecánicos.

8.3. Protección contra daños.

La tubería no estará enterrada debajo de los edificios.

8.4. Cuidado de Colocación.

Las tuberías, válvulas, hidrantes y accesorios serán objeto de una inspección de los daños como cuando se hayan recibido y se procederá a su inspección antes de la instalación. Uniones atornilladas se verificara la correcta verificación de pernos.

Capítulo 9. Vaciado y prueba.

9.1. Vaciado de tubería.

Las tuberías de una red de agua contra incendios se vacían completamente para quitar materiales del exterior que podrían haber entrado durante el curso de la instalación o que podrían haber estado presentes en la tubería. La proporción mínima de flujo no estará menos de la proporción de demanda de agua del sistema que es determinando por el plan del sistema o no menos de ese requisito para proporcionar una velocidad de 10 ft/s (3m/s); quien quiera es mayor.

9.2. Comprobación de la tubería.

9.2.1. La tubería se llenara atrás entre las juntas antes de probar para prevenir movimiento de la tubería.

9.2.2. Requisitos de la prueba hidrostáticos.

9.2.3. Las nuevas redes de agua contra incendio no se probaran hidrostáticamente a menos de 200 Psi (13.8 barras) de presión durante dos horas, o a 50 psi (3.4 barras) más del máximo de presión estática cuando el máximo de presión estática es mas de 150 psi (10.3 barras).

9.2.3.1. La cantidad de goteo a través de la tubería enterrada se medirá a la presión de la prueba especificada de un recipiente calibrado. Para la nueva tubería, la cantidad de goteo en las juntas no excederá dos cuartos de galón por hora (1.89 L/h) por 100 empaquetaduras o juntas el diámetro de la tubería independiente.

9.2.3.2. La cantidad de goteo aceptable especificada se permitirá ser aumentada a través de una onza fluida por el diámetro de válvula de pulgada por hora (30 ml/25 mm/h) para cada válvula.

9.2.3.3. Las pruebas serán hechas por el contratista en la presencia de la autoridad competente o el representante del dueño.

9.2.3.4. Aditivos; no se usarán químicos corrosivos como silicate de sodio, salmuera, u otros químicos para realizar la prueba hidrostática.

9.2.4. Prueba operando.

9.2.4.1. El hidrante se abrirá totalmente y se cerrará bajo la presión de agua del sistema. Donde las bombas contra incendio están disponibles, esto se hará con el funcionamiento de las bombas.

9.2.4.2. Todas las válvulas de control se cerrarán totalmente y se abrirán bajo presión de agua de sistema para asegurar funcionamiento apropiado.

ANEXO C. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

En plantas petroleras existen grandes sistemas de distribución de agua, primordialmente para proporcionar agua para los sistemas de proceso o servicios que, además, proporcionan agua para protección contra incendios. Esta opción no es recomendada por la NFPA, ni permitida por la normativa de PEMEX. En las plantas deben existir sistemas de distribución de agua con el único fin de proporcionar protección contra incendios.

Este apartado proporciona información sobre los componentes que constituyen un sistema para la distribución del agua desde las fuentes de suministro a zonas específicas para su uso, con el propósito de proporcionar protección contra incendios. Los principios son los mismos ya sea el sistema de distribución propiedad del municipio, en una instalación pública, o en un sistema de propiedad privada que proporcione agua a una propiedad individual.

1. Función de los Sistemas de Suministro y Distribución de Agua.

Se acepta generalmente subdividir los sistemas de agua en dos apartados: 1) sistemas de suministro y 2) sistemas de distribución. Sin embargo, en sistemas de agua pequeños podrá no haber manera de distinguir entre uno y otro.

Sistema de suministro.- La parte de suministro de un sistema de agua es generalmente la parte del sistema en donde se encuentra la fuente o fuentes de suministro. También incluye el almacenamiento y transmisión de dicho suministro a través de largos conductos, acueductos y, en algunos casos, incluye los alimentadores arteriales que se extienden hacia el sistema de distribución.

Sistema de distribución.- El sistema de distribución es aquella parte que proporciona agua a las conexiones individuales del consumidor y en la cual se conectan las tomas de agua contra incendio

Suministros de agua de superficie.- Los suministros de superficie son los ríos, lagos corrientes y embalses. Igual que en los suministros bajo tierra, la disponibilidad y fiabilidad del suministro depende de las precipitaciones que caigan sobre la zona de drenaje o de la cuenca hidrográfica del suministro.

Sin embargo, el suministro de superficie responde a menudo con más rapidez a una corriente o precipitación disminuida. Los niveles de agua pueden variar considerablemente entre los periódicos secos y húmedos. Las grandes

reservas de superficies alimentadas por vertientes de agua o por zonas de escurrimiento son efluentes fiables, teniendo en cuenta que las necesidades de consumo de agua no aumentan más allá de las capacidades de recarga de las variantes de agua.

Un río también puede ser una fuente confiable de suministro si los caudales durante periodos de sequía no se ven seriamente afectados. Antes de construir una toma de agua en un río, deberá efectuarse un estudio del lecho de la corriente, el grado de descarga, la cantidad de formación de hielo en la superficie y la posibilidad de formación de obstrucciones por hielo. Una entrada se puede destruir fácilmente por una obstrucción de hielo. Se deben tomar precauciones al diseñar la entrada para asegurarse de que podrá resistir las fuerzas que actuarán sobre ella durante periodos de crecidas, obstrucciones por sedimentos o aparición del hielo.

En las plantas petroleras la fuente de agua suele ser uno o varios tanques o reservorios, ubicados sobre superficie y de los más diversos materiales: tanques metálicos, cisternas de hormigón armado, etc.

Sistemas de bombeo.- Cuando no se puede tener el agua a la altura suficiente para que proporciones las presiones de trabajo necesarias es preciso que el sistema esté provisto de bombas contra incendios. Estas bombas se sitúan normalmente en la fuente de suministro y se emplean para crear la presión necesaria para superar las pérdidas por fricción del sistema y ofrecer presiones de trabajo satisfactorias. NFPA requiere que estas bombas sean listadas o aprobadas (generalmente por UL o FM) para servicio contra incendios.

2. Tuberías.

No se recomienda el empleo de tuberías de diámetro inferior a 6 pulg. (15 cm) para los servicios de incendios e incluso estas tuberías de 6 pulg deben emplearse solamente en circuitos o anillos dentro de una red en la que ninguno de sus ramales tenga una longitud superior a 600 pies (183 m). En los sectores con más demanda se recomienda que las tuberías de distribución no sean inferiores a 8 pulg (20 cm) y estén interconectadas cada 600 pies (183 m). En las calles principales y en todas las conducciones largas las tuberías de distribución deben ser mayores de 12 pulg (30 cm).

Estos diámetros deben entenderse como orientativos, los diámetros definitivos deben determinarse por cálculos hidráulicos, utilizando software especializado para protección contra incendios.

Al proyectar una red de distribución, también es importante considerar el probable desarrollo de la planta petrolera y planificar, por lo menos de modo general, la protección necesaria para el grado de desarrollo máximo previsible, aun cuando se instale solamente la parte del sistema necesaria a corto plazo.

Disposición de las tuberías.- Siempre que sea posible, las redes de tuberías se han de disponer en anillos cerrados. De este modo, los hidrantes de incendios y otras conexiones pueden ser alimentadas al menos desde dos direcciones, aumentando en gran medida la posibilidad de un suministro de agua sin excesivas pérdidas por fricción. En los sistemas privados, en los que las conducciones solamente alimentan los monitores de incendio o hidrantes y en los que existen presiones suficientes para obtener caudales adecuados, se emplean generalmente tuberías de 6 pulg (15 cm) para alimentar los hidrantes de dos zonas y de 8 pulg (20 cm) o mayores en las siguientes condiciones: conducciones principales ciegas para suministrar a varios hidrantes o bocas o si la distancia es superior a 500 pies (152 m); conducciones principales en anillo para alimentar dos hidrantes en un anillo con las de 1,500 pies de tubería (457 m); para alimentar tres hidrantes situados en un anillo con más de 1,000 pies de tuberías (305 m); o para alimentar cuatro o más hidrantes. Cuando las presiones sean bajas o cuando se instalen hidrantes con 3 o 4 tomas, las tuberías deben ser mayores. Sin embargo, el diseño y disposición del sistema de tuberías debe ser tal que pueda entregar el caudal con las demandas de máximo consumo.

Estado interno de los sistemas de tuberías.- Con el paso del tiempo la sección anterior de las tuberías de hierro o acero pueden reducirse y la superficie interna adquirir una mayor rugosidad por tuberculización, incrustación o sedimentación. Las incrustaciones pueden deberse a: 1) corrosión tubercular o herrumbre; 2) composición química del agua, y 3) desarrollos biológicos o de organismos vivos. Los depósitos en todas las clases de tuberías pueden deberse a: 1) sedimentos tales como lodo, arcilla, hojas o detritus vegetal y 2) cuerpos extraños, distintos a los sedimentos normales.

2.1. Tipos de tuberías.

Las tuberías subterráneas y sus acoplamientos deben ser capaces de soportar las presiones de trabajo y las condiciones bajo las que se instalan. NFPA ya no permite el uso de tubería de acero enterrado, así ella hubiera sido recubierta y/o con protección catódica. NFPA requiere la instalación de atraques o acoples especiales cuando la tubería cambia de dirección. Generalmente, la tubería en redes contra incendio se sitúa sin soportes en zanjas con fondo plano y posterior relleno con una capa compactada. El recubrimiento de tierra sobre la tubería varía según su tamaño y su situación geográfica. Cuando hay penetración por heladas se requiere una capa de espesor mínimo de 4 a 5 pies (1.2 a 1.5 m) para los de pequeño diámetro. A menudo se emplean tuberías más pesadas para soportar presiones superiores a 150 psi (1.034 kPa) en lugares tales como suelos inestables o corrosivos, o bien en los de difícil acceso para casos de roturas o fugas. Es ventajoso el empleo de construcciones flexibles en situaciones difíciles (vías de tren, zonas con maquinaria, áreas propensas a terremotos y terrenos inestables o con pendientes pronunciadas).

Tuberías de asbesto – cemento.- La tubería de asbesto – cemento es particularmente adecuada para los lugares donde las de tipo férreo sin recubrimiento protector especial se verían rápidamente obstruidas o debilitadas por aguas activamente corrosivas, por las condiciones desfavorables del subsuelo o por electrolisis. Las tuberías de asbesto – cemento que deben enterrarse en suelos muy ácidos o alcalinos, debe ser recubierta para protegerlas de estas condiciones del subsuelo.

Tuberías de hierro dúctil.- El hierro dúctil tiene la resistencia a la corrosión del hierro colado y se aproxima a la resistencia y ductilidad del acero. El hierro dúctil se usa ahora casi exclusivamente en sustitución del hierro colado. Las tuberías de hierro dúctil se unen con juntas de presión y mecánicas.

Tuberías de acero.- Las tuberías de acero, no importa su construcción o su espesor o si están revestidas interior o exteriormente, ya no son aceptables para el servicio contra incendios en conducciones enterradas. La tubería de acero si es permitida en redes expuestas o sobre tierra, debido a su gran resistencia a la tracción, la tubería de acero es especialmente adecuada para áreas expuestas a acciones sísmicas o impactos (líneas de ferrocarril, carreteras, prensas estampadoras, etc.). La mayor resistencia del acero también le proporciona una ventaja en terrenos inestables o con grandes pendientes. Las dimensiones y pesos aproximados se dan en la tabla siguiente.

Dimensiones y pesos mínimos recomendados de las tuberías de acero para servicio de incendios (sobre tierra).

Nominal Diameter		Outside Diameter		For Welded Joints				For Flexible Couplings or Threaded Joints			
Minimum Wall Thickness		Minimum Wall Thickness		Minimum Wall Thickness		Weight per Ft ²		Minimum Wall Thickness		Weight per Ft ²	
in.	mm ²	in.	mm.	in.	mm.	lb.	kg.	in.	mm.	lb.	kg.
6	150	6.625	168	0.188	4.77	12.9	5.85	0.219	5.56	15.0	6.8
8	200	8.625	219	0.188	4.77	16.9	7.67	0.239	6.07	21.4	9.7
10	250	10.750	273	0.188	4.77	21.2	9.61	0.250	6.35	28.0	12.7
12	300	12.750	324	0.188	4.77	25.1	11.38	0.281	7.14	37.0	16.78

14	350	14.000	355	0.239	6.07	35.1	15.92	0.281	7.14	41.2	18.69
16	405	16.000	406	0.250	6.35	42.0	19.05	0.312	7.92	52.4	23.77

*1 It = 905 mm.

*Rounded off for convenience.

Las juntas de las tuberías de acero se obtienen mediante soldaduras, bridas o acoplamientos mecánicos. Los apoyos y suspensiones deben cumplir con las normas aplicables y realizarse con métodos de ingeniería reconocidos.

Tuberías de hormigón armado – Existen diversos modelos de tuberías de hormigón y acero de 24 pulg (61 cm) y aún de mayor diámetro. La tubería de hormigón se emplea a menudo para conducciones largas y acueductos, pero no se emplea normalmente en los sistemas de distribución. Existe un modelo “no pretensado” que consiste en un cilindro de acero con uno o dos refuerzos en forma de jaula de acero, todo ello envuelto en hormigón. Existe otro modelo “pretensado modificado” que consiste en un cilindro de acero con una varilla de acero enrollada en espiral y pretensada para proporcionar una tensión inicial ligera al cilindro de acero revestido de hormigón o en un cilindro de acero, envuelto helicoidalmente bajo tensión con alambre de alta resistencia tensional. El recubrimiento exterior es de mortero de cemento.

Tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC)- Toda la tubería de PVC utilizada en la distribución de agua en redes subterráneas de servicio contra incendio, debe reunir los requerimientos del estándar AWWA C-900 y AWWA C-905, además debe ser listada de acuerdo a la norma UL 1285, “Poliviny Chloride (PVC) Pipe and Couplings for Underground Fire Service”. En cuanto a fuerza, está tubería presenta una gran resistencia hidrostática de largo periodo que llena los requisitos de seguridad. Está disponible en tamaños de 4 pulg. a 24 pulg., esta tubería puede conectarse directamente a conexiones de hierro vaciado o dúctil sin adaptadores ni procedimientos complicados y requiere mantenimiento normal. La tubería clase 200, tiene una excelente resistencia a la presión hidráulica a lo largo periodo. Un tramo de 6.1 m (20 ft) Clase 200 (RD-14) de 8” de diámetro tiene un peso aproximado de 100 kg, lo cual, lo hace fácil de descargar, transportar y manejar. Por no ser metálico, el tubo no sufre pérdidas en su resistencia a la presión debido a la corrosión, ataque galvánico o electrolítico.

Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)- La flexibilidad del tubo de polietileno le permite ser curvado sobre, debajo y alrededor de obstáculos así como también hacer elevaciones y cambios direccionales. Se recomienda un factor “C” de 150 en la formula *Hazen – Williams*. Las paredes lisas y las características de baja adherencia del polietileno permiten una capacidad mayor de flujo y una pérdida de fricción reducida con la tubería de polietileno. Las bases del diseño hidrostático para la tubería están fundamentadas en extensos datos de pruebas hidrostáticas evaluadas por métodos industriales estandarizados. Las curvas de regresión, basadas en ASTM D-2837, proyectan una expectativa de vida de aproximadamente 50 años para el transporte de agua a 23° C. Las condiciones ambientales internas y externas pueden alterar la vida esperada o cambiar las bases de diseño recomendadas para una aplicación determinada. Los tubos de polietileno son mucho más ligeros que las tuberías de concreto, hierro colado o acero. Son más fáciles de manejar e instalar. El polietileno tiene un bajo grado de sensibilidad al impacto, alta fuerza de contra agrietamientos y una excelente resistencia contra los rasguños o la abrasión.

Tubería de Resina Reforzada con Fibra de Vidrio- Ensayada según la norma UL-1713 (Glass Fiber Reinforced Thermosetting Resin Pressure Pipe and Couplings for Underground Fire Service). En cuanto a la resistencia a la corrosión, la tubería de resina reforzada con fibra de vidrio es equivalente a la de PVC. Los materiales del tubo deben constar de polímeros termostables reforzados con fibra de vidrio si el laminado resultante es traslucido pueden usarse pigmentos o colorantes. El sistema de resinas del recubrimiento interno del tubo debe ser resina epóxica termostable, químicamente resistente y apropiada para la exposición pretendida. Para la superficie externa debe aplicarse una capa adicional rica en resina que contenga un agente filtrante de rayos ultravioleta. Para que sea capaz de resistir la corrosión por las condiciones de servicio.

2.2. Corrosión de tuberías.

El agua tiende a correr las tuberías de hierro colado, hierro dúctil y acero. La velocidad inicial de corrosión de una tubería de acero puede ser más rápida que la de las tuberías de hierro dúctil o colado, pero después de varios años la diferencia es muy pequeña. La corrosión externa de las tuberías de hierro o de acero enterradas, es el resultado directo de reacciones electro-químicas complejas. Los suelos que contienen sales metálicas, ácidos u otras sustancias, en combinación con la humedad, hacen que los iones del hierro se separen del cuerpo de la tubería. La masa del material en la superficie de la tubería disminuye y entonces aparece lo que se llama corrosión o picadura. Las tuberías de hierro o acero en zanjas no deben instalarse bajo pilas de carbón o cenizas ni donde pueden filtrarse en el terreno los ácidos, álcalis, soluciones decapantes, etc.

La corrosión por corrientes eléctricas parasitas de fuentes externas pueden alcanzar las tuberías y recorrerlas por debajo de tierra hasta llegar a puntos donde la resistencia a tierra sea menos que la de tubería. Entonces se produce la ionización en los puntos en que la corriente abandona la tubería, produciendo un efecto similar al de la corrosión del suelo.

Cuando se sospecha la existencia de corrientes eléctricas parasitas, debe determinarse su magnitud y origen por medio de estudios técnicos del subsuelo. Si las corrientes parasitas no pueden eliminarse o desviarse la tubería, si no está gravemente corroída, puede protegerse mediante la conexión eléctrica de todas las juntas e instalando conexiones metálicas a tierra directas y de baja resistencia.

3. Hidrantes.

Las características más importantes de los hidrantes aptos para la protección contra incendios son:

- El diámetro del tallo debe ser por lo menos de 4 pulg. (100 mm) para dos bocas de salidas de 2 ½" pulg. o mayores; de 5 pulg. (125 mm) para tres bocas de salida de 2 ½" pulg. o mayores; y de 6 pulg. (150 mm) para cuatro bocas de salida de 2 ½" pulg. o mayores.
- Un amplio pasó para el agua y pocas pérdidas por fricción. Al operar con flujo máximo, las pérdidas por fricción a través de cualquier hidrante no deben de exceder 2 psi (13.8 kPa).

Emplazamiento de los hidrantes – Las distancias entre hidrantes se determinan normalmente según la demanda de caudal para incendios, sobre la base del tipo, tamaño, instalación y densidad de la estructura. Hoy no existen más métodos aceptados universalmente para establecer caudales contra incendios, que los fijados en los sistemas de extinción. La ubicación definitiva de un hidrante debe basarse en el ponderado juicio de los ingenieros, que tratan las situaciones que encuentran *in situ*. Sin embargo, como regla general, los hidrantes pensados para alimentar camiones de bomberos deben situarse tan cercanos como sea posible a las intersecciones de calles, con otros intermedios en éstas, para cumplir las necesidades del área abarcada.

Cuando se instalen hidrantes con la intención de conectar líneas de mangueras a ellos directamente, deben situarse de modo que las líneas de mangueras sean cortas de 15 o 30 metros de longitud, preferiblemente las distancias entre hidrantes no deben ser mayores de 250 pies (75 m) en áreas de oficina, en áreas de plantas de proceso el distanciamiento entre hidrantes no debe ser mayor a 100 pies (30 m), en tanto que para áreas de almacenamiento, la distancia entre ellos no debe exceder 166 pies (50 m). Debe haber suficientes hidrantes para que puedan aplicarse dos chorros de extinción como mínimo en cualquier parte del interior de los edificios no cubiertos por tomas de aguas fijas.

También deben permitir que todos los puntos del exterior del edificio puedan ser alcanzados desde los hidrantes, con mangueras de longitud normal.

4. Válvulas de Control de los Sistemas de Distribución de Agua.

Los sistemas de distribución de agua deben disponer de válvulas en puntos estratégicos y ciertos intervalos para controlar el caudal, según lo exijan las circunstancias. Se emplean válvulas de compuerta, con poste indicador o sin él, válvulas de retención de mariposa y válvulas reductoras de presión. Las válvulas de compuerta no indicadores se instalan en los sistemas de distribución para poder contar el paso de agua y así poder realizar reparaciones o extensiones en pequeños tramos de la red, sin reducir el grado de protección en una gran zona. Estas válvulas son generalmente de un tipo que carece de vástago levadizo, por lo que se requiere una llave de tuercas para hacerla funcionar. La válvula tiene encima una caja, para impedir que entre tierra y facilitar el acceso para la introducción de la llave en la tuerca de la válvula.

Se debería hacer un completo informe para cada válvula del sistema que incluyera el día de la instalación, ubicación, dimensión, sentido de apertura, número de giros para abrirla, cualquier mantenimiento llevado a cabo y ubicación por triangulación desde cotas fijas. Los registros de las válvulas permanentes deberían guardarse en un lugar seguro, debiéndose tener a mano copias en todos los vehículos que respondan a emergencias. Cada estación contra incendios debería tener también una copia de los registros. La práctica aconseja la instalación de estas válvulas de forma que ningún accidente, rotura o reparación, exija el cierre de un tramo del teniendo superior a 500 pies (150 m) en los distritos con edificaciones de gran valor, o mayor de 800 pies (245 m) en otras partes de la planta. De este modo, se puede mantener el caudal a través de otras partes de la red.

ANEXO D. BOMBAS CONTRA INCENDIO.

Las bombas de incendios se emplean para complementar la aportación de los sistemas de conducción públicos, depósitos de gravedad, embalses, depósitos a presión u otras fuentes. Es muy importante recordar que NFPA requiere bombas listas por UL y aprobadas por FM para servicio contra incendios. Su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y características hidráulicas, así como la variedad de formas de accionamiento (motores eléctricos, turbinas de vapor y motores de combustión interna) la ha convertido en la elección más adecuada para el servicio contra incendio. Normalmente en instalaciones petroleras, se aconseja utilizar bombas diesel instalando una adicional a la requerida, como la bomba de repuesto (back up).

1. Bomba Centrifuga Contra Incendio.

Un elemento importante de la bomba centrifuga horizontal o vertical es la relación entre descargas y presión a velocidad constante, es decir cuando se aumenta la altura piezométrica reduce la carga. En las bombas de desplazamiento, la capacidad puede mantenerse contra cualquier altura si la energía es adecuada para poner en marcha la bomba a una velocidad establecida y si la bomba, sus ajustes y conductos pueden soportar la presión.

Se dispone de bombas contra incendios verticales y horizontales con capacidades de hasta 5,000 gpm (18,925 L/m). Las presiones varían desde 40 a 400 psi (276 a 2,758 kPa) en bombas horizontales, y desde 75 a 500 psi (517 a 3,448 kPa) en bombas verticales de turbina. Las bombas verticales de turbina son centrifugas, con uno o más impulsores que descargan sobre uno o más recipientes y el ducto vertical o columna utilizada para concretar los recipientes al cabezal de descarga sobre el cual se monta todo el motor de la bomba.

Tipos De Bombas, Presiones Y Capacidades.				
Pump Type	Pressure Range.		Capacity Range.	
	Psi	kPa	gpm	L/s
Horizontal-end-suction	40 – 186	276 – 1282	25 – 750	1.6 – 31.5
Suction In-line	40 – 186	276 – 1282	25 – 750	1.6 – 31.5
Split case (horizontal)	40 – 294	276 – 2027	150 – 5000	9.5 – 315.4

El “tamaño” de una bomba centrífuga horizontal es, generalmente, el diámetro de la salida de descarga; sin embargo, algunas veces viene indicado por los diámetro de las bridas del conducto de descarga y succión. El “tamaño” de las bombas con turbina vertical es el diámetro del recipiente de la bomba.

2. Principios de Funcionamiento.

Los dos componentes principales de las bombas centrífugas son el disco llamado impulsor y la carcasa dentro de la que gira. El principio de funcionamiento es la conversión de la energía cinética en energía de velocidad y de presión. La energía del motor (eléctrico, de combustión interna o turbina de vapor) se transmite directamente a la bomba por su eje, haciendo girar la turbina a gran velocidad. Los pasos de la conversión de energía varían según el tipo de bomba. Los tres tipos principales se identifican por la dirección del flujo a través de la turbina con referencia al eje de rotación.

Las bombas centrífugas con difusor de caracol, de doble succión, de una sola etapa y eje horizontal es el tipo más comúnmente empleado por el servicio de protección contra incendios. En estas bombas, el flujo de agua, tras entrar por el orificio de succión y pasar al interior de la caja se divide y entra por ambos lados del impulsor a través de una abertura llamada “ojo” de la bomba. La rotación del impulsor conduce el agua por fuerza centrífuga desde el “ojo” hacia el borde y a través del caracol hasta el orificio de descarga. La energía cinética adquirida por el agua en su paso a través del impulsor se convierte en energía de presión por la reducción gradual de la velocidad en el interior del caracol.

3. Curvas Características.

Las curvas características de las bombas centrífugas horizontales o de las verticales de turbinas se componen de:

- Altura piezométrica total frente a descarga a curvas de presión – caudal (pies de altura o libras por pulgada cuadrada de presión, galones por minuto).
- Potencia efectiva frente a descarga (potencia en caballos de vapor frente a galones por minuto).
- Rendimiento en función de la descarga = $\frac{CV_{agua}}{CV_{entrada}}$ en función del caudal.

Estas curvas suponen que la bomba funciona a una velocidad constante e igual a las revoluciones por minuto nominales. En la realidad, sin embargo, la velocidad del motor puede variar al cambiar la carga.

Curvas características típicas de bombas de incendios.

Los valores nominales de caudal y presión de las bombas comerciales se establecen usualmente sobre la base de su máximo rendimiento y velocidad deseables. Los impulsores pueden calcularse para características de presión – caudal bajas, medias o muy altas, según lo requieran los distintos usos.

4. Velocidad Específica (Ns).

La velocidad específica es un número que combina, para fines de cálculo, la presión, el caudal y la velocidad de las bombas centrífugas. Realmente, la velocidad específica de una bomba es igual al número de revoluciones por minuto de un impulsor geoméricamente semejante que descargue un galón por minuto (3.8 L/min) con una altura total de un pie (0.3 m). La fórmula para el cálculo de la velocidad específica de una bomba centrífuga es:

$$Ns = \frac{\text{rpm} \cdot \text{gpm}^{1/2}}{H^{3/4}} \quad \text{donde:}$$

Ns = Numero correspondiente a la velocidad especifica.

H = Altura en pies [m].

Cuando los valores de la altura o presión, velocidad y caudal de la fórmula corresponden al trabajo de la bomba a rendimiento óptimo, la velocidad específica es un índice para el tipo de bomba. Los impulsores para altas presiones generalmente tienen velocidades específicas bajas, mientras que los empleados para bajas presiones tienen velocidades específicas altas. Las bombas de baja velocidad específica funcionan mas satisfactoriamente con mayores alturas de succión que las bombas de igual presión y capacidad pero de mayor velocidad específica. La experiencia demuestra que la velocidad específica es una guía útil para determinar la altura máxima de succión o la presión mínima de succión.

Cuando la altura de aspersión excede de 15 pies (4.5 m), puede ser necesario disponer de una bomba mayor, pero de menor velocidad. Cuando la altura de succión es baja o existe presión positiva de succión, puede emplearse una bomba más pequeña, pero de mayor velocidad. Las alturas de succión normalmente altas pueden reducir sensiblemente la capacidad de la bomba y su rendimiento o causar cavitación y vibraciones excesivas.

5. Presión de Succión Positiva Neta.

La presión de Succión Positiva Neta (Net Positive Suction Head), abreviadamente NPSH, es la presión que hace que el líquido fluya a través de la tubería de succión hacia el "ojo" del impulsor de la bomba. La bomba por sí misma no es capaz de elevar el agua y, por ello, la presión de succión depende de la naturaleza del abastecimiento. Si la bomba toma agua de una laguna, corriente, pozo abierto o estanque en los que el nivel del agua está por debajo de la bomba, la presión de succión es la atmosfera menos la altura de elevación de la bomba. Si el nivel del agua estuviera por encima de la bomba, como puede suceder en una conducción de agua, un canal, un deposito elevado, etc., la presión de succión es la atmosfera mas la presión estática. Las lecturas de la presión en la brida de entrada a una bomba con elevación son negativas al manómetro, pero positivas cuando se refieren a la presión absoluta; de aquí viene la expresión "presión de succión positiva neta" (la presión es la del manómetro mas la barométrica). Hay que considerar dos clases de presiones de succión positivas netas. La presión de succión positiva neta de la bomba está en función del tipo de la propia bomba, varía según la capacidad, velocidad y conformación de las diferentes bombas. Los fabricantes de bombas suelen suministrar con sus productos las curvas de NPSH en función del caudal (Ver la figura siguiente). La presión de succión positiva neta disponible está en función del sistema en que la bomba opere y es fácilmente calculable.

Curva de presión de succión neta (NPSH) de una bomba de incendios típica.

Cuando el agua se encuentra por encima de la bomba, la presión de succión positiva neta disponible = presión atmosférica, en pies (m) + presión estática de succión, en pies (m) – perdidas por fricción producidas en la tubería y acoplamientos de succión, en pies (m) – presión de vapor del líquido, en pies (m). (Nota: la presión de vapor del agua a 90° F (32° C) es 1.6 pies (0.48 m). Cuando el nivel del agua está por debajo de la bomba la NPSH disponible = presión atmosférica, en pies (m) – perdidas por fricción en la tubería y perdidas de carga en los acoplamientos, en pies (m) – presión de vapor del líquido, en pies (m).

6. Leyes de Afinidad.

Las relaciones matemáticas entre presión o altura, caudal, potencia efectiva y diámetro del impulsor se llaman leyes de afinidad. En la ley número 1 se supone un diámetro del impulsor constante, con variaciones de la velocidad. En la ley número 2 se supone una velocidad constante con variaciones en el diámetro del impulsor. Estas leyes se expresan por medio de proporciones, de la siguiente forma:

Ley 1.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad H_1 = \frac{N_1^2}{N_2^2} \quad bhp_1 = \frac{N_1^3}{N_2^3}$$

Ley 2.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad H_1 = \frac{D_1^2}{D_2^2} \quad bhp_1 = \frac{D_1^3}{D_2^3}$$

Donde:

Q caudal; H = altura o presión; N = velocidad; D = diámetro del impulsor y bhp = potencia efectiva.

$$Q_1 = \text{gpm (L/min) a } N_1 \text{ o } D_1 \quad Q_2 = \text{gpm (L/min) a } N_2 \text{ o } D_2$$

$$H_1 = \text{altura en pies (m) a } N_1 \text{ o } D_1 \quad H_2 = \text{altura en pies (m) a } N_2 \text{ o } D_2$$

$$Bhp_1 = \text{potencia efectiva (kW) a } N_1 \text{ o } D_1 \quad bhp_2 = \text{potencia efectiva en caballos (kW) a } N_2 \text{ o } D_2$$

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

Las leyes de afinidad deben aplicarse cuando se pretenda realizar cambios en la instalación de una bomba de incendios que aumentarían la velocidad o incrementarían sustancialmente la presión del líquido succionado. La mayor velocidad aumentaría la demanda de potencia y podría originar excesiva presión de descarga. En algunos casos, es posible ajustar el impulsor o instalar un engranaje de reducción de velocidad entre la bomba y el motor, aunque ello no debe hacerse sin la aprobación del fabricante de la bomba. Cuando se trata de bombas que trabajan con altura de succión, los posibles cambios de sus características debe estudiarse cuidadosamente, ya que una mayor velocidad en la tubería de succión podría causar cavitaciones y alterar fundamentalmente la curva característica.

7. Curvas Normalizadas de Presión – Caudal.

La forma de la curva normalizada de presión de caudal de una bomba de incendio se determina por medio de tres puntos extremos, como sigue:

Caudal cero – Cuando la bomba funcione a la velocidad nominal, y cerrada la válvula de descarga, la presión total de una bomba centrífuga horizontal no debe exceder del 120 por ciento de la presión nominal al 100 por ciento de capacidad. En las bombas verticales la presión total con caudal cero no debe exceder del 140 por ciento de la presión nominal al 100 por ciento de capacidad. El punto de caudal cero representa la máxima presión total permisible; de otro modo, la bomba tendría una curva característica ascendente o convexa. Este tipo de bombas no se certifica. Con una curva convexa podría haber dos puntos de caudal distinto para una misma presión.

Curvas normalizadas de presión – caudal para bombas de incendios horizontales y verticales.

Valor Nominal – La curva debe pasar a través o por encima del punto de capacidad y presión nominales (ver figura anterior).

Sobrecarga – Al 150 por ciento de la capacidad nominal la presión total debe ser inferior al 65 por ciento de la presión nominal. En este caso, también la curva debe pasar a través o por encima del punto de sobrecarga. La mayoría de las bombas de incendios modernas presentan curvas con un margen importante por encima del punto teórico de sobre carga. Algunos modelos tienen un punto de cavitación o de rotura en la curva, exactamente después del punto de sobre carga.

8. Bombas Centrifugas de Eje Horizontal.

Las bombas de incendios de eje horizontal deben instalarse de forma que funcionen con presión de succión positiva, especialmente con arranque automático o manual o distancia. Si la fuente de suministro de agua fuera de tales características que no pudiera evitarse la succión por elevación, debe considerarse la posibilidad de instalar bombas de incendios verticales del tipo turbina. La norma NFPA 20, *Installation of Centrifugal Fire Pumps (Instalación de bombas centrifugas contra incendios)* no permite el uso de bombas centrifugas cuya succión esté por debajo del suelo, en las instalaciones nuevas.

8.1. Tipos de bombas.

Las bombas centrifugas horizontales contra incendios son de alojamiento partido o de succión final. El tipo de succión final se fabrica bajo las especificaciones ANSI para bombas centrifugas y se limitan a capacidades por debajo de los 500 gpm (1,893 L/min). No hay límites en las capacidades de las bombas contra incendios de carcasa bipartida, pero en la actualidad la máxima capacidad para las bombas contra incendios certificada es de 5,000 gpm (18,925 L/min).

8.2. Complementos y accesorios de las bombas.

Los elementos auxiliares son indispensables para el funcionamiento completo de las bombas que suministras agua para la protección contra incendios y su provisión u omisión no debe nunca decidirse solamente por razones de costo. La norma para las bombas de incendio de la NFPA da información detallada respecto a su instalación; a continuación se exponen algunos detalles que merecen atención especial:

Válvulas de seguridad.- Son necesarios en la descarga de la bomba por si se produjeran presiones excesivas durante su funcionamiento. Las bombas con motor de velocidad regulable necesitan válvulas de seguridad, así como aquéllas cuya presión de succión más la presión de cierre (caudal cero) exceda de la presión nominal del equipo de protección al que estén conectadas.

Válvulas de mangueras.- Se emplean válvulas para mangueras de 2 ½ pulg. (63 mm) del tipo homologado para probar las bombas y para la lucha contra el fuego a base de chorros de extinción procedentes de mangueras. Las válvulas se ajustan a un cabezal o colector múltiple fuera de la sala de bombas o colocadas de otra manera para evitar que la bomba, el motor y los mandos se vean afectados por el agua. La cantidad de válvulas necesarias dependen de la capacidad de la bomba.

Válvulas automáticas de escape de aire.- Son necesarias en las bombas que se ponen en marcha automáticamente o por mandos a distancia. Para las bombas que se ponen en marcha únicamente por medios manuales accionados dentro de la propia sala de bombas, puede ser suficiente un grupo de sombrilla. No obstante. Es deseable disponer de una salida de aire automática en todas las bombas que tienen la carcasa normalmente llena de agua.

Válvula de seguridad de circulación.- Son necesarias en las bombas que se ponen en marcha automáticamente o por mandos a distancia. Su función consiste en abrirse a presiones ligeramente superiores a las nominales cuando el caudal es nulo o pequeño, de modo que se descargue suficiente agua para impedir el recalentamiento de la bomba. Estas válvulas no son necesarias en las bombas accionadas por motor cuya agua de refrigeración se toma de la descarga de la bomba.

9. **Fuerza Motriz para Bombas de Incendios.**

El tipo de energía necesaria para accionar las bombas de incendios se escoge teniendo en cuenta su fiabilidad, adecuación, economía y seguridad. La fiabilidad del suministro de energía eléctrica de la red pública puede juzgarse por medio del historial de interrupciones del servicio, o mediante una revisión de las fuentes de abastecimiento y de la red de distribución del sistema en cuestión.

Los motores de combustión interna tienen la ventaja de que no dependen de un suministro continuo exterior, y por consecuencia son hoy día utilizados casi exclusivamente en instalaciones petroleras.

9.1. Motores eléctricos.

Los motores eléctricos para impulsar bombas de incendios no están específicamente aprobados o certificados. Sin embargo, se exige que estén fabricados por empresas de confianza de acuerdo con las especificaciones de la *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) o por la *Canadian Electrical Manufacturers Association* (CEMA). Todo el equipo eléctrico y el cableado de una instalación para las bombas de incendios deben cumplir con el *National Electrical Code* (Código Nacional Eléctrico) y con las excepciones y modificaciones establecidas por la Normas para bombas de incendio de la NFPA 20, *Installation of Centrifugal Fire Pumps*.

Las bombas contra incendio movidas por motores eléctricos están proyectadas para soportar las peores condiciones de trabajo. En consecuencia, la fuente de alimentación de estas bombas están diseñadas para soportar fuertes cargas eléctricas y la configuración de la bomba prevalece sobre la del motor. Este diseño es distinto al de la mayoría de los restantes motores eléctricos, lo que produce una gran fiabilidad de las bombas.

El fabricante de la bomba o el contratista que hace la instalación es responsable de proporcionar un motor de capacidad suficiente de modo que no se exponga a sobrecargas que excedan del límite del factor de servicio a la potencia máxima efectiva y a la velocidad nominal. El factor de servicio es un valor numérico que depende del tipo de motor (abierto, protegido contra cuerpos extraños o totalmente cerrado) y de la resistencia del aislante de las bobinas al calor y a las descargas disruptivas.

Cuando el factor de servicio excede de 1.0 su valor debe estar impreso en la placa de identificación, junto a la tensión y al amperaje a carga completa. Por ejemplo, un motor de 75 caballos (56 kW) con un factor de servicio de 1.15 puede atender sin riesgo una demanda de: $75 \times 1.15 = 86.25 \text{ bhp}$ (64 kW)

El factor de servicio también sirve para estimar la demanda máxima admisible de Amperes. Por ejemplo, con una clasificación a plena carga de 40 Amperes y un factor de servicio de 1.12 la lectura máxima del amperímetro no debe excederse de:

$40 \times 1.12 = 45$ amperios.

Nótese también que una tensión dada, la potencia es proporcional a la intensidad de la corriente (Amperes).

Los motores de corriente continua para bombas pueden ser del tipo estabilizado con resistencia en derivación del tipo de devanado mixto aditivo. La velocidad del motor sin carga a la temperatura de trabajo no debe exceder más de un 10 por ciento de la velocidad a plena carga y a temperatura de trabajo.

Los motores de corriente alterna más continuamente empleados son del tipo de inducción en jaula de ardilla. Generalmente están provistos con equipos de arranque directamente de la línea, es decir, sin resistencia de arranque, a no ser que sus características de puesta en marcha no sean aceptables por la empresa que suministra la energía. Este último caso puede emplearse un método de puesta en marcha con resistencia primaria, o un motor con rotor de bobina con equipo de puesta en marcha adecuado. Cuando se empleen motores de jaula de ardilla, la caída de tensión no debe ser tan grande que impida el arranque del motor, es decir, no más de 10 por ciento por debajo de la tensión normal en el momento de la puesta en marcha, cuando el motor esté en funcionamiento a los valores nominales de capacidad, presión y velocidad de bomba, la tensión de la red no debe caer más del 5 por ciento por debajo de la indicada en la placa de identificación del motor. Este tipo de motor debe tener un par máximo y uno de arranque normales. Las corrientes para rotor frenado de los motores de diversas potencias se especifican en la *Norma para bombas de incendios NFPA*.

Cuando se utiliza una bomba eléctrica como parte del sistema de protección contra incendios de un edificio alto, normalmente deberá, normalmente deberá instalarse una fuente de alimentación de reserva. La capacidad de las bombas contra incendios para bombear con eficacia para establecer un sistema de columna seca o de la tubería ascendente de un sistema de rociadores, es limitada. Por esto tiene especial importancia la fiabilidad de las bombas que se utilizan en

edificios. En ciertas circunstancias especiales se pueden instalar bombas contra incendios no homologadas para conseguir la presión de servicio suficiente.

Si la fuente de alimentación de la bomba no es fiable, puede que sea necesario usar un generador de emergencia con una fuente de alimentación permanente. La instalación de estos generadores se debe hacer de acuerdo a la norma NFPA 20, *Installation of Centrifugal Fire Pump* y la NFPA 37, *Stationary Combustion Engines and Gas Turbines* (Motores de combustión interna y turbinas de gas estacionarias). Se debe instalar también un conmutador que permita conectar la bomba a la fuente de energía permanente o de emergencia. Este conmutador puede formar parte del cuadro de mando de la bomba o se puede instalar por separado. Sea cual sea el método elegido, se debe instalar de modo que no reduzca la fiabilidad de todo el sistema.

9.2. Controladores de los motores eléctricos.

Los controladores de las bombas contra incendios accionadas por motor eléctrico son un componente crítico del sistema que asegura el buen funcionamiento de la bomba. Dichos mandos constan de gran variedad de componentes internos para conseguir ese nivel de fiabilidad. Entre los componentes puede haber disyuntores, medios de desconexión, temporizadores y otros dispositivos similares. Estos controladores debe ser listados (UL) o aprobados (FM) para servicio contra incendios.

Existen dispositivos de mando para motores de corriente alterna de bombas de incendios que trabajan a tensiones normas de hasta 600 V. Estos dispositivos forman una unidad completa, cableada y probada, lista para ser instalada conectándola a la red y los terminales adecuados del motor. *La Norma para bombas de incendios* de la NFPA describe detalladamente las condiciones técnicas de estos aparatos. No se recomienda su empleo con tensiones superiores, pero pueden obtenerse para tal efecto dispositivos de mando que cumplan con los requisitos especiales de dicha Norma.

Existen dispositivos de mando para funcionamiento combinando manual y automático o para el mando manual exclusivamente. También los hay para motores de jaula de ardilla, de rotor embobinado o de embobinado parcial, y para corriente bifásica o trifásica. Se recomienda, y es preferible, el arranque directamente de la línea, sin resistencia de arranque, pero también existen para resistencia primaria y para arranque a tensión reducida.

El interruptor de circuito de los dispositivos de mando de las bombas de incendios permite un arranque normal sin sacudidas y ofrece protección contra cortocircuitos instantáneos y la detención del rotor. La capacidad de desconexión debe ser adecuada para el circuito en que esté montado, aunque en ningún caso inferior a 15,000 Amperes. Existen otros conjuntos automáticos de mando, conocido como de servicio limitado, para motores de 30 HP (22 kW) o menos, tipo jaula de ardilla, con arranque directo de línea para que accionen bombas de incendios de refuerzo de servicio especial.

9.3. Turbinas de vapor.

Es aceptable accionar las bombas de incendios con turbinas cuando exista un suministro seguro y adecuado de vapor de agua. Sólo deben usarse máquinas bien construidas, de buen diseño y con un expediente industrial de fiabilidad probada. Se necesitan dispositivos especiales para su funcionamiento automático. La velocidad nominal no debe exceder de 3,600 rpm, porque ésta es la velocidad máxima de las bombas de incendio certificadas.

9.4. Motores de combustión interna.

En combinación con bombas de incendio se encuentran en servicio motores de diesel, de gasolina o de gas GLP no son reconocidos en la Norma para bombas de incendios de la NFPA y por ende no son recomendados.

La norma NFPA 37, *Stationary Combustion Engines and Gas Turbines*, reconoce específicamente la necesidad de ciertas provisiones especiales referidas a los motores de combustión para el accionamiento de bombas de incendio. En general, se necesitan dispositivos manuales y automáticos para limitar o impedir la descarga accidental de gases inflamables, pero la presencia de otras circunstancias indeseables, tales como la elevación de la temperatura del agua refrigerante o la pérdida de presión del aceite, deben avisarse por medio de alarmas y no por la desconexión automática del motor.