

Nº 96
200



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“DISEÑO DE SISTEMAS DE COMBATE
DE INCENDIOS EN TANQUES DE
ALMACENAMIENTO A BASE
DE ESPUMAS MECANICAS”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
CARLOS ROBERTO RODRIGUEZ CISNEROS**

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

Capítulo I

1.1 Introducción

Capítulo II

2.1 Estado Líquido

2.2 Propiedades Físicas

2.3 Características de Combustibilidad de los Líquidos

2.4 Combustión

2.5 Peligros de los Líquidos Inflamables y Combustibles

2.6 Clasificación de los Líquidos Inflamables y Combustibles

Capítulo III

3.1 Generalidades

3.2 Tanques de Almacenamiento a Presión Atmosférica

3.3 Tanques de Almacenamiento de Baja Presión

3.4 Norma API-650

Capítulo IV

4.1 Origen de los Incendios

4.2 Incendios en Tanques de Almacenamiento

4.3 Antecedentes y Experiencias

4.4 Evaluación de la Situación de Incendio

4.5 Tácticas Aplicables a Todos los Tanques

4.6 Protección de los Tanques Adyacentes

4.7 Incendios en Tanques de Techo Cónico

4.8 Incendios en Tanques de Techo Cónico Conteniendo Crudo

4.9 Incendios en Tanques de Techo Abierto o Techo Flotante

4.10 Incendios en Tanques de Techo Flotante Cubierto

4.11 Incendios en Venteos de Tanques (Tanques de Baja Presión)

- 4.12 Incendios en el Suelo Alrededor de los Tanques (Ataque)
- 4.13 Decisiones de la Gerencia
- 4.14 Pre-Planificando el Combate
- 4.15 Revisión
- 4.16 Registros de Combate de Incendios en Tanques

Capítulo V

- 5.1 Agentes Extinguidores
- 5.2 Antecedentes Históricos de las Espumas
- 5.3 Definición y Clasificación
- 5.4 Espuma Tipo Protéico
- 5.5 Espuma Tipo Fluoroprotéico
- 5.6 Espuma Tipo Baja Temperatura
- 5.7 Espuma Tipo Sintético
- 5.8 Espuma Tipo AFFF
- 5.9 Espuma Tipo AFFF/ATC (tipo Alcohol)
- 5.10 Análisis General de Concentrados

Capítulo VI

- 6.1 Introducción
- 6.2 Generalidades
- 6.3 Definiciones
- 6.4 Sistemas de Espuma (Tipos y Requerimientos)
- 6.5 Concentrados de Espuma, Suministros y Bombas
- 6.6 Sistemas de Espuma - Criterios de Diseño
- 6.7 Cálculo de la Red contra Incendio

Conclusiones

Bibliografía

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

CAPITULO I

INTRODUCCION

La Ingeniería Química está íntimamente relacionada con la Seguridad Industrial, ya que cada Ingeniero Químico tiene la obligación y la responsabilidad de saber cuales son los riesgos de cada proceso, substancia, equipo, etc., que maneja.

El presente trabajo pretende dar a conocer los aspectos de carácter general de los incendios en tanques de almacenamiento.

Dado que en los últimos años se han sucedido varios incendios con grandes pérdidas humanas y materiales, trataremos de analizar las causas, los efectos y las medidas para atacar este tipo de incendios.

Cada día surgen nuevas tecnologías para la construcción de tanques de almacenamiento con el fin de hacerlos más seguros; por ejemplo: hace algunos años dichos tanques se construían de techo fijo, en la actualidad se recomienda que se construyan de techo flotante, ya que con este tipo de techo se reduce en una forma significativa el área de evaporación en el interior del tanque, por tanto se reduce el riesgo.

Así como surgen nuevas tecnologías para lo antes citado, también surgen nuevos agentes extinguidores con tecnología apropiada para los incendios. También se trata de eliminar algunos agentes de extinción, como por ejemplo el Halón ya que se dice que afecta la capa de ozono.

En el caso de este trabajo se hablan de las espumas contra incendio ya que es un agente extinguidor que no tiene problemas de contaminación, intoxicación, etc. y son productos biodegradables.

Las espumas no solo presentan ventajas de este tipo sino también comparadas con otros agentes de extinción, las espumas tienen mucho menor tiempo de extinción que los demás agentes, en fin, más adelante se verán todas las características, ventajas y beneficios de las espumas contra incendio.

En México, se puede decir que es una tecnología casi nueva ya que la mayoría de las industrias privadas que manejan líquidos inflamables y combustibles no cuentan con ningún sistema de espuma.

Donde si podemos encontrar estos sistemas es en PEMEX, CFE, FERTIMEX, Aeropuertos y Servicios Auxiliares por mencionar algunos.

En fin, existen un sinnumero de razones para realizar este trabajo como puede ser conocer nuevas tecnologías para ataque de incendios en tanques y protegiendo el medio ambiente, concientizar a la industria privada de la rentabilidad que tienen las espumas contra incendio, con el propósito de subrayar la importancia de contar con una estrategia adaptable, objetiva, sencilla y eficaz, minimizando las pérdidas ocasionadas por los incendios.

Es oportuno destacar que la organización, el plan, el seguimiento de actividades preestablecidas nos conducirá a resultados satisfactorios en la minimización de pérdidas, reduciendo costos, arriesgándonos menos y teniendo un mayor sentido profesional de nuestro trabajo. Otro aspecto importante de este trabajo es dar a conocer algunos aspectos generales sobre la investigación de los incendios.

El objeto primordial de toda investigación es conocer cuales son las causas y tratar de prevenir futuros incendios que puedan causar daños mayores.

Muchas veces las causas son próximas, las vemos, las creamos o simplemente existen en nuestra vida cotidiana: en el hogar, en el trabajo, en el medio ambiente. Pero de igual forma, muchos incendios son provocados o intencionales y hacemos caso omiso de esta realidad. El concepto básico de toda investigación pretende el No Volverá a Suceder.

Existen tres puntos básicos para una investigación objetiva que son:
La observación, la capacitación y la detección.

CAPITULO II
LIQUIDOS INFLAMABLES Y
COMBUSTIBLES

CAPITULO II

Líquidos Inflamables y Combustibles

2.1 Estado Líquido.

Para hablar del estado líquido vamos a usar como parámetro al estado gaseoso.

El volumen por mol es muy grande para gases y muy pequeño para líquidos y sólidos. A presión y temperatura normales un gas ocupa 22,400 cm³/mol, mientras que los líquidos y sólidos en su mayoría ocupan entre 10 y 100 cm³/mol. Bajo estas condiciones el volumen molar de un gas es de 500 a 1000 veces mayor que el de un líquido o un sólido.

Si la razón del volumen del gas con el volumen del líquido es 1000, entonces la relación de distancias entre las moléculas del gas comparadas con las del líquido es la raíz cúbica de este valor, o sea 10. En promedio las moléculas del gas están 10 veces más separadas entre sí que las del líquido. La distancia entre las moléculas del líquido es aproximadamente igual al diámetro molecular; en consecuencia, en el gas las moléculas están separadas por una distancia, en promedio, de 10 veces su diámetro. A este espaciamiento en el gas, comparado con el del líquido, se debe su contraste. Esto se explica sencillamente debido a que las fuerzas intermoleculares "Fuerzas de Vander Waals", actúan sobre pequeñas distancias. El efecto de estas fuerzas disminuye rápidamente al aumentar la distancia entre las moléculas y desaparece prácticamente a distancias de 4 a 5 veces el diámetro molecular. Si medimos las fuerzas con base en la magnitud del término a/v^2 en la ecuación de Vander Waals, entonces al aumentar el volumen por un factor 1000, debido al paso de líquido a gas, disminuye el término en un factor de 10⁽⁶⁾. Inversamente en el líquido el efecto de las fuerzas de Vander Waals es un millón de veces mayor que en el gas. El término a de la ecuación de Vander Waals es una medida de la intensidad de las fuerzas de atracción.

Otra propiedad en los líquidos a la cual hay que darle importancia es la tensión superficial.

Las fuerzas que se ejercen en la superficie de un líquido sobre las moléculas superficiales, no están balanceadas. Las moléculas de la superficie son atraídas hacia el seno del líquido, debido a que es mayor la atracción por las moléculas de abajo, las del líquido, que por las moléculas de arriba, las del vapor. Por lo tanto, la superficie de un líquido tiende a contraerse y la fuerza mensurable de atracción se conoce como tensión superficial.

En conclusión, como las moléculas de la superficie están unidas a las moléculas laterales, no tienen una energía tan baja como las que se encuentran en el interior. Para desplazar una molécula del interior del líquido a la superficie se necesita energía adicional. Como la presencia de otra molécula en la superficie aumenta el área de la superficie, se concluye que debe suministrarse energía para aumentar el área de la superficie líquida. La energía requerida para aumentar la superficie en 1 cm² se denomina tensión superficial del líquido.

Podemos decir que los líquidos se caracterizan por el libre movimiento de las moléculas en su interior, estos se adaptan a la forma del recipiente, a diferencia de los sólidos, los líquidos se pueden comprimir ligeramente a diferencia de los gases.

2.2 PROPIEDADES FISICAS

Presión de Vapor y Punto de Ebullición

Las moléculas de un líquido se encuentran en constante movimiento, dependiendo esta movilidad de su temperatura interior, y se escapan continuamente de la superficie libre del líquido hacia el espacio superior. Algunas de ellas permanecen flotando en el espacio mientras que otras, debido al movimiento errático, colisionan con la superficie del líquido, entrando de nuevo a formar parte de él.

Si el líquido se encuentra en un recipiente abierto, las moléculas escapadas, que colectivamente se llaman vapor, se alejan de la superficie; se dice entonces que el líquido se evapora. Si, por otra parte, el líquido se encontrara en un recipiente cerrado, el movimiento de dispersión de las moléculas quedaría limitado al espacio de evaporación inmediatamente superior a la superficie del líquido. Al aumentar el número de moléculas que chocan con la superficie del líquido y vuelven a entrar en él, se llega a alcanzar un punto de equilibrio en el que la cifra de moléculas escapadas del líquido iguala a la cifra de moléculas que vuelven a entrar en el mismo. La presión ejercida por el vapor que se escapa en este punto de equilibrio se llama tensión del vapor y se mide en libras por pulgada cuadrada absoluta (psia).

Al aumentar la temperatura del líquido, su presión de vapor se aproxima a la presión atmosférica. A la temperatura en que la presión del vapor es igual a la presión atmosférica, la oposición a la evaporación que ejerce la atmósfera queda neutralizada y se produce la ebullición. El punto de ebullición de un líquido es la temperatura en que la presión del vapor iguala a la presión atmosférica. NFPA considera que se llama líquido cuando su presión de vapor no va más allá de 40 psi a 20 °C.

Entalpía Latente y Sensible.

Las materias absorben calor cuando pasan del estado sólido a líquido y del estado líquido a gaseoso. Inversamente, pierden calor en el proceso de gas a líquido o de estado líquido a estado sólido.

Se llama entalpía latente a la cantidad de calor absorbido o emitido por una materia al pasar de la fase líquida a la fase gaseosa (entalpía latente de vaporización), o de estado sólido a estado líquido (entalpía latente de fusión).

Podemos decir que en la entalpía latente hay cambio de estado sin aumento de temperatura o que coexisten dos estados sin aumento de temperatura; por el contrario en la entalpía sensible no hay cambio de estado y si hay aumento de temperatura. Sus unidades se dan en BTU/lb o en Cal/gr.

Calor Latente de Vaporización.

Es la cantidad de calor que se absorbe cuando un gramo de líquido se transforma en vapor a la temperatura de ebullición y a una atmósfera de presión, sus unidades también se dan en BTU/lb. o en Cal/gr..

DENSIDAD RELATIVA DE UN VAPOR

La densidad de vapor es el peso por unidad de volumen de un gas puro o de un vapor. En la protección contra incendios, interesa fundamentalmente la densidad relativa de los vapores respecto del aire, que nos mide la relación existente entre el peso de un volumen determinado de vapor y el peso del mismo volumen de aire bajo condiciones iguales de temperatura y presión. A este respecto, el concepto de densidad relativa de un vapor es similar al de densidad relativa de un líquido, con la única diferencia de utilizar como término de comparación el aire en vez del agua. Aquí el aire se toma como unidad y la densidad relativa de un vapor representa la relación de este frente a aquel. Así una densidad relativa de vapor de 3 indica que el vapor es 3 veces más denso o más pesado que el aire.

	Peso molecular de la sustancia
Densidad relativa de un vapor =	-----
	Peso de la composición molecular del aire
Densidad relativa del vapor =	PM/29

Las densidades relativas de los vapores se cifran siempre respecto a temperatura y presión atmosféricas normales. Las densidades de vapor se emplean ordinariamente como indicación de la tendencia de un vapor a elevarse o asentarse.

PRESION DEL VAPOR

Cuando un líquido está presente en un recipiente cerrado que contenga un espacio libre por encima del mismo, ocupado por una mezcla de vapor-aire, el porcentaje de vapor en dicha mezcla se puede determinar por medio de la presión de dicho vapor, éste porcentaje está en proporción directa a la relación existente entre la presión del vapor del líquido y la presión total de la mezcla.

Nota: Las presiones de vapor de los líquidos vienen registradas en tablas.

INDICE DE EVAPORACION

El índice de evaporación es la velocidad a que un líquido pasa a estado de gas o vapor a una temperatura y presión dadas. Todos los materiales se evaporan, pero lo que tiene importancia para la protección contra incendios es la diferente velocidad de evaporación de las mezclas, en general, al disminuir el punto de ebullición, la presión de vapor y el índice de evaporación aumentan.

VISCOCIDAD

La viscosidad de un líquido es la medida de su resistencia a la fluencia, que resulta de la combinación de efectos de adhesión y cohesión o mejor dicho es la medida de la fricción interna de un fluido. Aunque existan diferentes aparatos para medir esta propiedad, todos los principios de medición son los mismos.

Se trata de medir el tiempo necesario para que una cantidad predeterminada de líquido fluya en un recipiente o a través de un orificio de unas dimensiones prescritas y una temperatura especificada.

Solubilidad en Agua y Tensión Superficial

La solubilidad en agua y la tensión superficial son otras características de los líquidos que tienen interés en el campo de la protección contra incendios.

Los fuegos de líquidos solubles en agua, por ejemplo, pueden extinguirse diluyendo el líquido en agua, aunque también puede necesitarse el empleo de espumas antialcohólicas para su extinción. El empleo de agentes humectantes afecta a la tensión superficial de un líquido y en algunos casos ayuda a la extinción del fuego.

2.3 Características de Combustibilidad de los Líquidos

Punto de Inflamación

El punto de inflamación de un líquido corresponde aproximadamente a la temperatura más baja a la que la presión de vapor puede producir una mezcla inflamable en el límite inferior de inflamabilidad. Hay varias clases de aparatos para determinar el punto de inflamación por ejemplo:

Tagliabue (tag) para ensayar líquidos, salvo para materiales viscosos o formadores de películas, con un punto de inflamación igual o inferior a 200°F (93°C).

El aparato de ensayos de vaso cerrado de Pensky-Martens para los ensayos de líquidos que tengan puntos de inflamación por encima de los 200°F (93°C) ó para los materiales viscosos o formadores de películas.

Temperatura de Ignición (Temperatura de Autoignición)

La temperatura de autoignición atribuida a un líquido inflamable es generalmente la temperatura a la que debe calentarse un recipiente total o parcialmente cerrado, para que el líquido de que se trate, introduciéndolo en un recipiente, pueda entrar en ignición espontánea y arder, normalmente existe un período de calentamiento de un minuto o más.

Temperaturas de Ignición y Pesos Moleculares

En una serie dada de hidrocarburos, tal como la de cadena lineal que va desde el metano hasta el decano, por ejemplo la temperatura de ignición disminuye al aumentar su peso molecular o la cantidad de Carbonos en la cadena del compuesto.

Punto de Ebullición

La temperatura a la que se iguala la presión de equilibrio del vapor de un líquido con la presión atmosférica total existente en su superficie se llama punto de ebullición. El punto de ebullición depende por completo de la presión atmosférica total (el punto de ebullición aumenta con la presión).

Teoricamente, cualquier líquido puede arder a la temperatura deseada alterando lo suficiente la presión en su superficie. De igual forma, a no ser que se produzca su descomposición, se puede hacer hervir cualquier líquido a cualquier presión cambiando lo suficiente la temperatura. La temperatura de ebullición de un líquido bajo una presión total de 14.7 psia se llama punto de ebullición normal.

2.4 Combustión

Combustión Incandescente y Llama.

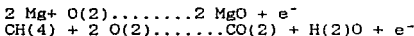
La combustión es el proceso de las reacciones exotérmicas autocatalizadas en las que participa un combustible en fase condensada, en fase gaseosa, o ambas.

Este proceso generalmente está asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico. A la combustión en fase condensada se le suele designar como combustión incandescente, mientras que a la fase gaseosa se le llama combustión con llama. Si este proceso de combustión se lleva a cabo en un lugar cerrado, de manera que se produce un aumento apreciable en la presión, se le denomina explosión.

Calor de combustión.- Es la cantidad de calor emitido durante la completa oxidación de una substancia (combustión); es decir la conversión de la misma en dióxido de carbono y agua. Generalmente se expresa en Btu/lb o en cal/gr.

Desde el punto de vista de reacción de combustión podemos hablar de 2 tipos:

- 1) Transferencia de electrones
- 2) Radicales libres tomamos 2 ejemplos:



En la primera reacción se puede observar que es una oxidación-reducción, por lo tanto hay transferencia de electrones, esta reacción se puede decir que es espontánea y que es mínima la energía de activación que necesita y a su vez su entalpía de formación es menor que la segunda reacción ya que esta necesita mayor energía de activación en forma de calor (chispa, flama, etc..) y a su vez su entalpía es mayor.

Para la primera reacción tenemos que: $g = -136.13 \text{ kcal/mol}$ y para la segunda reacción es $g = -191.38 \text{ kcal/mol}$ si tomamos en cuenta que:

$$\Delta g = \Delta h - T \Delta s$$

y que en las reacciones exotérmicas el término $-T \Delta s$ es despreciable podemos decir que:

$$\Delta g = \Delta h$$

también su entalpía de formación es mayor en la segunda reacción que en la primera.

Los alcalinos, alcalinoterreos, son ejemplos típicos de la primera reacción.

2.5 Peligros de los Líquidos Inflamables y Combustibles

En sentido estricto, los líquidos inflamables y combustibles no pueden ser una causa de incendios, aunque normalmente se afirma. En realidad son factores que contribuyen a los incendios; una chispa o alguna fuente de ignición es lo que provoca el fuego o la explosión en presencia de vapores inflamables. El vapor procedente de la evaporación de los líquidos inflamables o combustibles cuando están expuestos al aire o bajo la influencia del calor, y no precisamente el líquido, es lo que arde o hace explosión, siempre que dicho vapor se encuentre mezclado con el aire en ciertas proporciones y una fuente de ignición (chispas, electricidad, cerillos, estática, etc.).

El almacenamiento de los líquidos inflamables y combustibles en recipientes cerrados adecuados y la reducción de la exposición del líquido al contacto con el aire mientras esta en uso son factores de importancia para la restricción del riesgo de incendio que se presenta en su almacenamiento y manipulación.

Las explosiones de las mezclas de aire con vapor inflamable en las proximidades de los límites mínimo y máximo del margen de inflamabilidad de "x" mezcla son menos intensas que las producidas en concentraciones intermedias de la misma mezcla. Las explosiones de vapor inflamable-aire se producen con más frecuencia cuando la mezcla se encuentra confinada en espacios reducidos como recipientes, depósitos, habitaciones o edificios. La violencia de las explosiones de vapores inflamables depende de la concentración y naturaleza de estos vapores, así como de la cantidad de la mezcla vapor-aire y del tipo de recipiente que contiene la mezcla.

Las medidas para prevenir las explosiones e incendios de los líquidos inflamables y combustibles abarcan una o varias técnicas o principios que a continuación se mencionan:

- 1.- Eliminación de las fuentes de ignición.
- 2.- Eliminación del aire.
- 3.- Mantenimiento de los líquidos en recipientes o sistemas cerrados.
- 4.- Ventilación para impedir la acumulación de vapores dentro de los límites de inflamabilidad.
- 5.- Empleo de una atmósfera de gas inerte en lugar de aire.

Entre los métodos de extinción de los fuegos de líquidos inflamables y combustibles figuran la interrupción de suministro de combustible (de ser posible), la eliminación del aire por diferentes medios, el enfriamiento del líquido para detener la evaporación o una combinación de todos ellos.

El punto de inflamación no es el único factor en que debe basarse la evaluación del riesgo aunque quizá sea el

criterio más importante. La temperatura de ignición, los límites de inflamabilidad, el índice de evaporación, la reactividad en estado impuro o expuesto al calor, su densidad y el índice de difusión y algunos otros factores influyen de igual manera.

El empleo de líquidos inflamables y combustibles producidos por empresas químicas y petroquímicas aumenta rápidamente. Aunque varios de estos productos pueden considerarse líquidos normales o estables, hay otros que plantean nuevos problemas de estabilidad o reactividad.

El almacenaje, manipulación y el empleo de los líquidos combustibles o inflamables inestables (reactivos) exige una atención especial.

2.6 Clasificación de los Líquidos Inflamables y Combustibles

Se llaman líquidos a aquellos fluidos que posean una presión de vapor que no exceda de 40 psi absolutos (2,068 mmHg) a 100°F (37.8 °C) (aproximadamente 25 psi de presión manométrica). Se ha establecido otra división arbitraria entre los líquidos y los sólidos, para este sistema de clasificación según la cual se llama líquido a toda sustancia cuya fluidez sea mayor que la del asfalto con índice de penetración de 300 unidades.

La siguiente clasificación pretende dividir los líquidos inflamables o combustibles entre categorías. Es conocido que en la mayor parte de las zonas geográficas las temperaturas interiores pueden llegar a los 37.8°C durante alguna época del año, por ello, a todos los líquidos cuyo punto de inflamación esté por debajo de los 100°F (37.8°C) se les llama líquidos de la clase I. En algunas zonas la temperatura ambiente puede exceder ésta temperatura (37.8°C) y bastar a un grado moderado de calentamiento para elevar la temperatura de algunos líquidos hasta su punto de inflamación. Gracias a este hecho se estableció otra división arbitraria entre los 100°F y 140°F (60°C), para los líquidos cuyo punto de inflamación quede comprendido entre estas temperaturas, que reciben el nombre de líquidos de clase II. Los líquidos que tienen un punto de inflamación superior a 140°F (60°C) requieren para su ignición una fuerte aportación de calor procedente de una fuente que no dependa de la temperatura ambiente y estos reciben el nombre de líquidos clase III.

Líquidos Inflamables

Con este termino se definen los líquidos que tengan un punto de inflamación por debajo de los 100 °F siempre que tengan una presión de vapor que no exceda de los 40 psia (2.068,6 mmHg) a 100 °F (37.8 °C) psia-libra/pulgada cuadrada absoluta).

En la clase I se incluyen todos los líquidos de éstas características, que se subdividen de la siguiente forma:

Clase IA. Aquellos líquidos con un punto de inflamación por debajo de los 73°F (22.8°C) y una temperatura de ebullición por debajo de los 100°F (37.8°C).

Clase IB. Aquellos líquidos que tienen un punto de inflamación

por debajo de los 73°F (22.8°C) y una temperatura de ebullición por arriba de los 100°F (37.8°C).

Clase IC. Aquellos líquidos con un punto de inflamación superior o igual a los 73°F (22.8°C) pero por debajo de los 100°F (37.8°C).

Líquidos Combustibles

Los líquidos con punto de inflamación superior o igual a los 100 °F reciben el nombre de líquidos combustibles y se subdividen de la siguiente forma:

En los líquidos de la clase II se incluyen los que tienen un punto de inflamación superior o igual a 100°F (37.8°C), pero inferior a 140°F (60°C).

En los líquidos de clase IIIA, los que tienen su punto de inflamación superior o igual a 140°F (60°C), y por debajo de 200°F (93.4°C).

En la clase IIIB aquellos líquidos que tengan un punto de inflamación superior o igual a 200°F (93.4°C).

Clasificación de "Underwriters Laboratories, Inc"

"Underwriters Laboratories, Inc. es una firma reconocida mundialmente".

Estos laboratorios tienen un sistema para graduar los riesgos relativos de inflamabilidad de los diferentes líquidos. Esta clasificación se basa en la siguiente escala:

Clase Eter.....	100
Clase Gasolina.....	90-100
Clase Alcohol(etilo)...	60-70
Clase Keroseno.....	30-40
Clase Aceite parafina..	10-20

Nota: El Keroseno normal, con punto de inflamación de 100 F en vaso cerrado se clasifica en nivel 40.

CAPITULO III

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

CAPITULO III TANQUES DE ALMACENAMIENTO

3.1 Generalidades

El principal requisito para el almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles es disponer de un recipiente o depósito bien proyectado y sólidamente construido. Estos depósitos pueden ser instalados sobre la superficie, subterráneamente o en el interior de los edificios, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones. Las aberturas y conexiones de los depósitos, como los respiraderos, los aparatos de medición y los tendidos de líneas de succión o de llenado constituyen puntos de peligro a no ser que estén bien protegidos. El mayor riesgo en los depósitos se presenta en la transferencia del líquido al depósito o en su extracción antes que en el almacenamiento mismo. Los riesgos del almacenaje parecen depender de la cantidad almacenada, pero en la práctica las dimensiones del depósito tienen menos importancia que otros factores, tales como las características de los líquidos, el diseño del depósito, sus cimientos y apoyos y las dimensiones y situación de los respiraderos, así como las conexiones y tuberías existentes.

Los tanques de almacenamiento se usan en refineries y plantas químicas para almacenar aceite crudo, productos intermedios y refinados, productos químicos y agua. Se construyen de diferentes clases y tamaños, así como de materiales diversos según sea su uso. Es de importancia considerar la volatilidad del producto almacenado y la presión deseada, como factores determinantes del tipo de tanque. En este capítulo se consideran solamente los tanques de almacenamiento a presión atmosférica y los tanques a baja presión.

La mayoría de los tanques de almacenamiento están provistos con equipo auxiliar, como medidores de nivel de líquido, válvulas de relevo, ventos para vacío, drenaje para el techo y mezcladores. Se considera parte del equipo las escaleras, escalas, plataformas, barandales, registros para limpieza, boquillas, conexiones eléctricas con conexión a tierra.

3.2 Tanques de almacenamiento a presión atmosférica

Están diseñados para operar a presiones cercanas a la atmosférica en el gas o vapores que contienen en su interior. Se construyen generalmente de láminas de aleaciones de aceros al carbón o de aleaciones de aluminio para servicios especiales, y son remachados o soldados. Sin embargo pueden construirse de concreto o madera.

Uso de estos tanques: Se emplean para almacenar sustancias con presiones de vapor menores que la atmosférica, a las temperaturas de almacenamiento. La presión de vapor es la que se ejerce sobre la superficie de líquido por sus vapores; varía con la temperatura ya que se evapora más líquido al aumentar esta. El aceite crudo, los pesados, gasoleos, combustóleos, aceites de lampara, la nafta y gasolina, así como productos químicos no volátiles, se almacenan generalmente en

estos tanques. Muchos están provistos de vientos para protección de vacío, los cuales mantienen las diferencias de la presión interior del tanque y la del ambiente a menos de 2 mmHg/cm².

Tipos de Tanques.

Hay muchos tipos de esta clase. El más simple es el de techo cónico, que se ve en la fig.1. estos tanques llegan hasta 76.25 m. de diámetro y 21.3 m. de altura. En los tanques de mayor diámetro, los techos se soportan con estructuras internas.

Los techos de "paraguas", que se ven en la fig.2, y los de forma de domo, son modificaciones de la forma de cono. En el techo de domo, las placas del techo se forman con segmentos curvos unidos en tal forma que se soportan así mismos.

En los de forma de paraguas, son segmentos arqueados sobre la línea de meridiano. Estas clases de tanques rara vez se construyen mayores que 20 m. de diámetro.

El tanque de techo flotante es otra clase comunmente usada para presiones atmosféricas, se usan para reducir pérdidas por llenado y "respiración", al mínimo, eliminando o manteniendo un espacio constante de vapores sobre el nivel del líquido almacenado. Las paredes y el fondo se construyen en forma semejante a las de tipo de techo cónico. El techo esta diseñado para que flote en la superficie del líquido almacenado. El más simple, es el de "charola", que se muestra en la fig. 3. Una modificación de este tipo simple, es el de pontón anular, y el de doble cubierta, como se ve en las figuras 4 y 5. En la figura 6 se muestran, en esquema, secciones verticales que resaltan las características más importantes de los techos flotantes. Los tanques de techo flotante estan provistos de medios para sellar el espacio entre las paredes y el techo movable del tanque. El sello generalmente lo constituye una zapata o placa de arrastre, comprimida fuertemente contra la pared del tanque por resortes o contrapesos, con una membrana flexible sujeta entre la zapata y la cubierta del techo para sellar techos flotantes. En las figs. 7,8 y 9 se muestran formas típicas.

Otra clase de sello, es la de tubo, que se ve en la fig. 10. Estos tubos están llenos de espuma sólida, líquido o aire.

Otras clases de tanques menos usuales, del tipo de presión atmosférica, incluyen el de techo levantara, el de techo con respiración y los tanques cilindricos miscelaneos pequeños. En el tanque de techo levantara, que se ve en la fig.11, las pérdidas por evaporación se evitan por medio de sellos sólidos o líquidos. En el que usa sello líquido, fig.12, se introduce una pestaña de la periferia del techo dentro de una canal honda en la pared, llena de líquido. En el techo de sello seco, fig.13, una membrana flexible está conectada entre la pestaña del techo y las paredes del tanque. En estos dos ultimos tipos, el techo se mueve libremente hacia arriba o hacia abajo dentro de sus límites, cuando el tanque se llena o vacia o cuando la temperatura provoca vaporización del producto almacenado.

En el tipo de techos con respiración se utilizan ciertos métodos para proveer espacio a los gases que expanden, sin necesidad de techo telescópico. El techo con respiración como

se ve en la fig. 14; usa una cubierta plana que esencialmente es una membrana de acero flexible, capaz de subir y bajar dentro de límites mas bien cercanos. El tanque de techo de globo, fig.15, es una modificación del techo plano, que lo capacita para un mayor cambio de volumen.

El tanque con domo para vapores, que se ve en la fig. 16 y 17, usa un domo añadido, fijo, dentro del que se sujeta una membrana flexible en las paredes del tanque, libre para moverse hacia arriba o hacia abajo. Puede construirse para que proporcione el cambio de volumen que se desee.

Para almacenamiento de pequeñas cantidades de material a la presión atmosférica, se usan tanques cilindricos sencillos, generalmente con los extremos planos. Estos tanques pueden usarse horizontales y verticales, fig.18

3.3 Tanques de Almacenamiento de Baja Presión

Estos tanques son los que se han diseñado para operar a presiones, en su contenido de gas o vapores, que exceden las estándar API 650 y no las presiones de 1.05 kg/cm² man (15 psig). Normalmente se construyen de acero y comunmente están soldados, aún cuando también se hacen remachados.

Uso de estos tanques: se utilizan en el almacenamiento de materiales volátiles con presión de vapor real, a la temperatura de almacenamiento, mayor de 0.0035 kg/cm² man (0.5 psig) pero no mayor de 1.05 kg/cm² man (15 psig). Los crudos ligeros, mezclas de gasolinas, naftas ligeras, pentano y productos químicos volátiles pueden almacenarse en estos tanques.

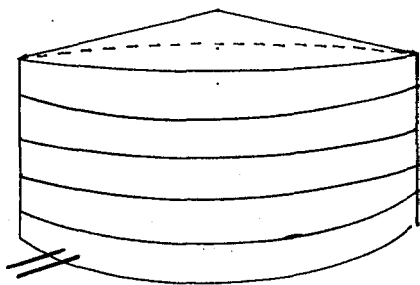
Clase de Tanques

Los más comunes son los tanques esféricos, hemisféricos y hemisféricos con nodo para almacenar a baja presión. Todos ellos se diseñan para soportar presiones de vapor que se obtienen dentro, sin contar con medios para hacer variar su volumen interno, como en el caso de los techos flotantes. Si están provistos de válvulas de relevo para el caso en que las presiones superan el límite de seguridad, cuentan también con otros accesorios, comunes a los de los tanques para presiones atmosféricas.

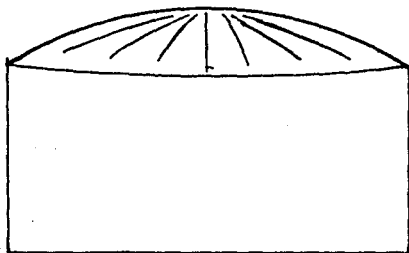
El tanque hemisférico es parecido al de techo de cono, con excepción que el fondo y techo son curvos, para soportar la presión. Las figs. 19 y 20 muestran un tanque hemisférico sencillo y con nodo, respectivamente. La fig. 21 muestra su sección vertical. La fig. 22 muestra otro tanque hemisférico sencillo, con radio semicircular, para desvanecer la curva que une a las paredes con el techo.

El tanque esferoide, es practicamente de forma esférica, con el domo aplanado, como se ve en la fig. 23.

El tanque esferoide con nodo, que se ve en la fig. 24, se usa para los tamaños grandes y utiliza tensores y soportes internos para mantener bajos los esfuerzos.

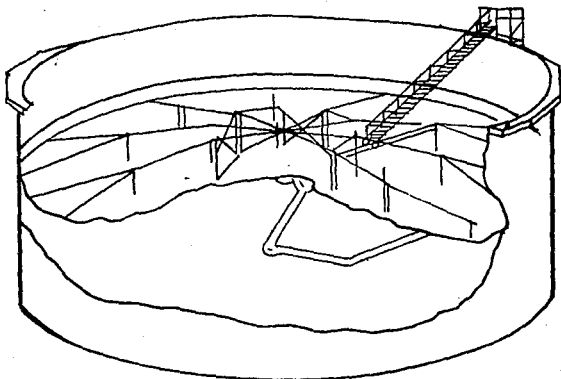


TANQUE DE TECHO CONICO
FIG. I



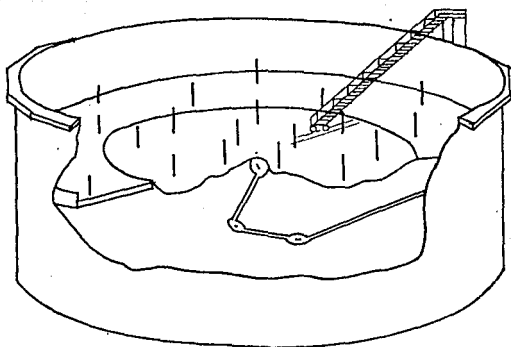
**TANQUE DE TECHO
CONICO TIPO PARAGUAS**

FIG. 2



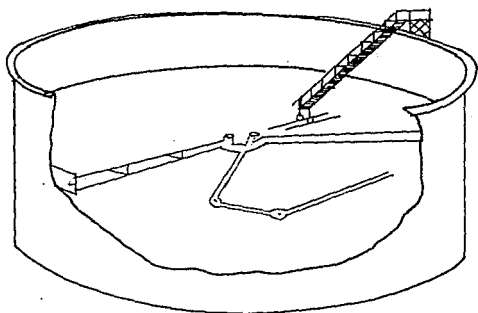
**TANQUE DE TECHO FLOTANTE
TIPO DE CHAROLA**

FIG. 3



**TANQUE DE TECHO FLOTANTE
Y PONTON ANULAR**

FIG. 4.

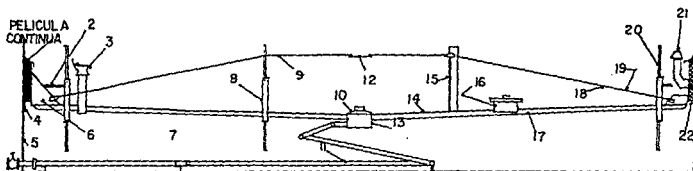


**TANQUE DE TECHO FLOTANTE
Y DOBLE CUBIERTA**

FIG.5.

VISTA GENERAL TECHO FLOTANTE DE TIPO DE CHAROLA

FIG. 6

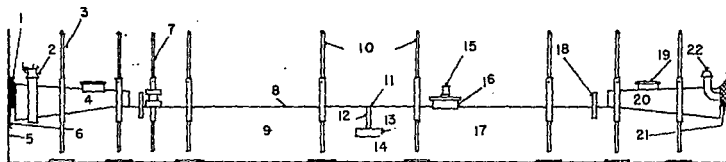


1 PELICULA CONTINUA
2 BRAZO SOPORTE
3 ESCOTILLA DE NIVEL
4 SELLO HORTON
5 PARED
6 PLACA DE REFUERZO
7 LIQUIDO
8 SOPORTE
9 TIRANTE
10 MALLA
11 TUBO DE DRENAJE

12 ANILLO CENTRAL
13 DRENE
14 CUBIERTA
15 POSTE
16 REGISTRO
17 MIEMBROS DE LA ARMADURA
18 TIRANTE
19 TENSOR
20 SOPORTE DEL TECHO
21 VIENTO
22 NIVEL DEL LIQUIDO

VISTA GENERAL TECHO FLOTANTE DE PONTONES

FIG. 6a

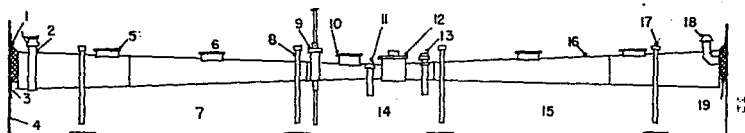


- 1 PELICULA CONTINUA
- 2 ESCOTILLA
- 3 SOPORTE
- 4 PONTON
- 5 PARED
- 6 ANILLO HORTON SELLADOR
- 7 VENTEO AUTOMAT
- 8 CUBIERTA
- 9. LIQUIDO
- 10 SOPORTE DEL TECHO
- 11 SIFON DEL DRENAJE

- 12 TUBO
- 13 CHAROLA
- 14 TECHO
- 15 VENTEO
- 16 REGISTRO
- 17 LIQUIDO
- 18 DRENAJE EMERGENCIA
- 19 REGISTRO
- 20 PONTON
- 21 NIVEL DEL LIQUIDO
- 22 VENTEO DEL ANILLO

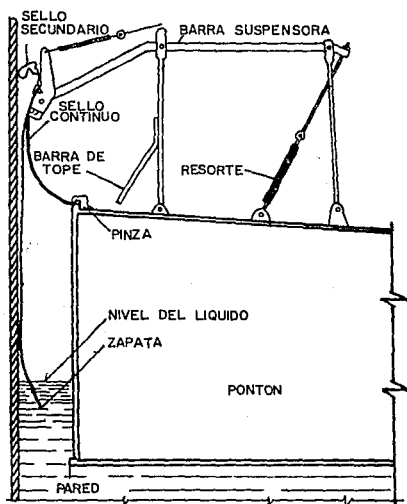
VISTA GENERAL TECHO FLOTANTE DE DOBLE CUBIERTA

FIG. 6b



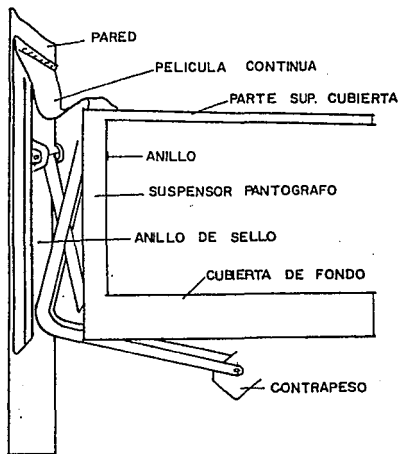
- 1 PELÍCULA CONTINUA
- 2 ESCOTILLA
- 3 ANILLO HORTON
- 4 PARED
- 5 REGISTRO
- 6 SOPORTE
- 7 LIQUIDO
- 8 TECHO
- 9 VENTEO AUTOMAT
- 10 REGISTRO

- 11 DRENAJE ABIERTO
- 12 REGISTRO
- 13 DRENAJE EMERGENCIA
- 14 TECHO
- 15 LIQUIDO
- 16 CUBIERTA
- 17 SOPORTE TECHO
- 18 VENTEO DEL ANILLO
- 19 NIVEL DEL LIQUIDO



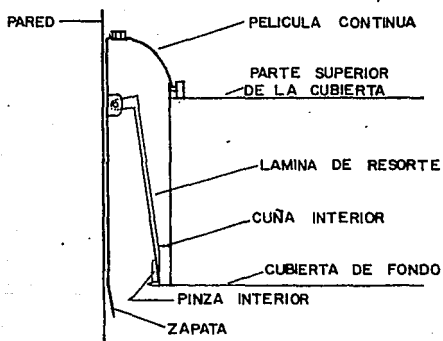
SELLO DE TECHO FLOTANTE CON RESORTES

FIG.7



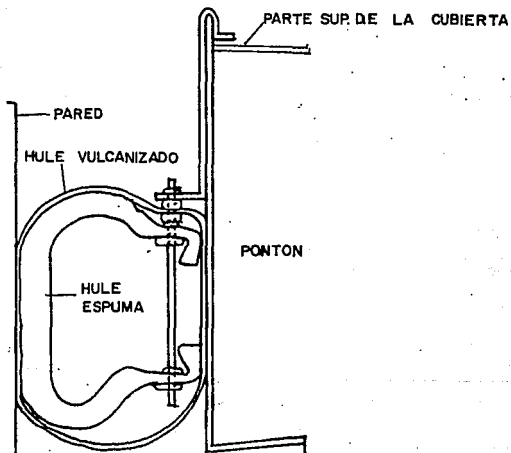
SELLO DE TECHO FLOTANTE CON CONTRAPESOS

FIG. 8



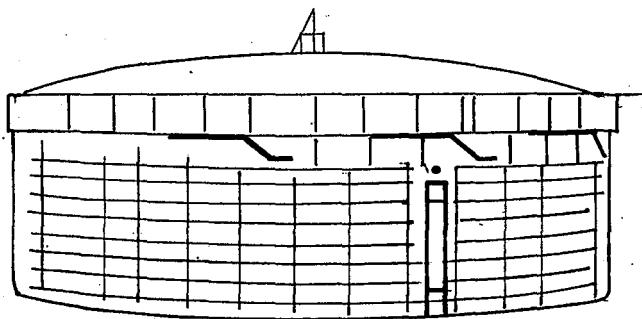
**SELLO DE TECHO FLOTANTE
CON RESORTES EN FORMA
DE LAMINA**

FIG. 9



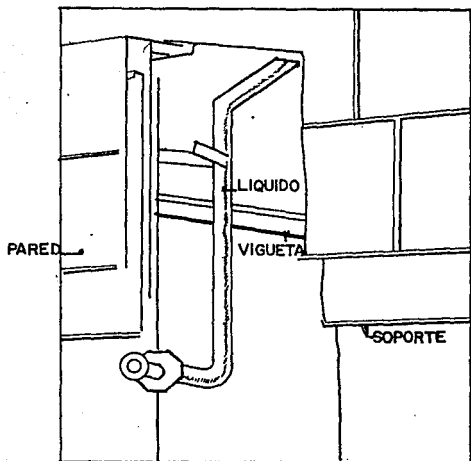
**TECHO FLOTANTE CON
SELLO TUBULAR ELASTICO**

FIG.10



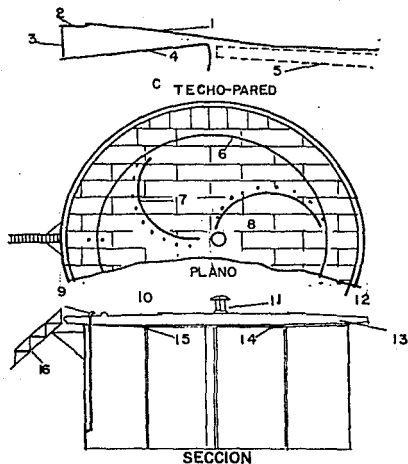
TANQUE DE TECHO DE LEVA

FIG. II



SELLO LIQUIDO DEL TECHO DE LEVA

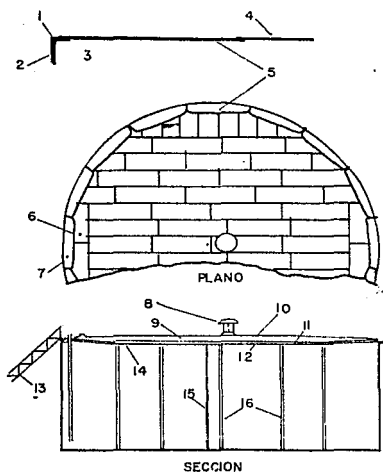
FIG. 12



TECHO DE LEVA CON SELLO SECO

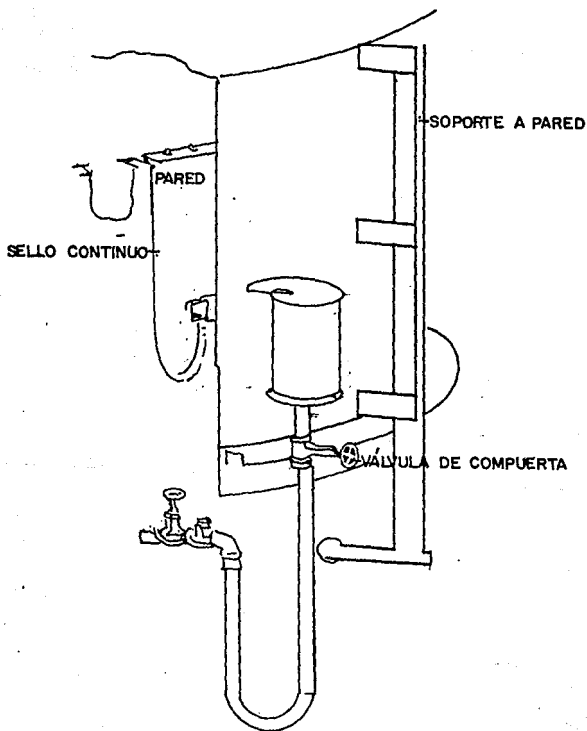
- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1 PLACA DEL TECHO EN POSICION BAJA | 8 ANGULO DE CONTROL CIRCULAR |
| 2 PLACA | 9 MANOMETRO DE ESCOTILLA |
| 3 PLACA DEL ANILLO | 10 LADRON DE ESCOTILLA |
| 4 PLACA DE EXTENSION | 11 VALVULA CONTROL |
| 5 BALSA DEL TECHO | 12 POSICION ELEVADA |
| 6 ANGULO DE CONTROL CIRCULAR | 13 ESPACIO PARA VAPOR |
| 7 CONTRAPESOS DE CROTROL | 14 BALSA |
| 8 ANGULO DE CONTROL CIRCULAR | 15 VIGUETA |
| | 16 ESCALERA |

FIG.13.



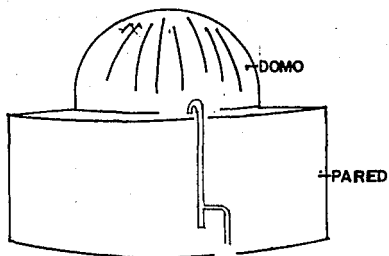
- | | | |
|------------------------|----------------------|-------------|
| 1 ANGULO TOPE | 11 POSICION ELEVADA | 12 Balsa |
| 2 PARED | 7 MANOMETRO DE | 13 ESCALERA |
| 3 CONEXION TECHO PARED | ESCOTILLA | 14 VIGUETAS |
| 4 PLACA DEL TECHO | 8 VALVULA DE CONTROL | 15 DRENAJE |
| 5 PLACAS CIRCULARES | 9 VAPOR | 16 COLUMNAS |
| 6 LADRON DE ESCOTILLA | 10 POSICION ELEVADA | |

TANQUE TECHO PLANO CON RESPIRACION
FIG.14



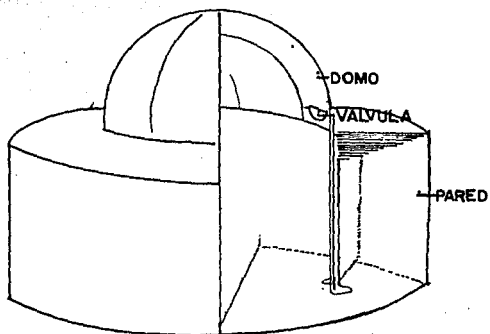
TANQUE DE TECHO DE GLOBO

FIG.15



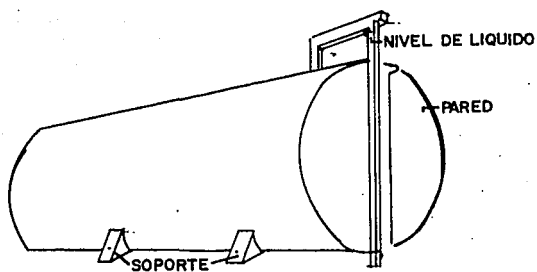
**TANQUE CON TECHO DE
DOMO PARA VAPORES**

FIG.16



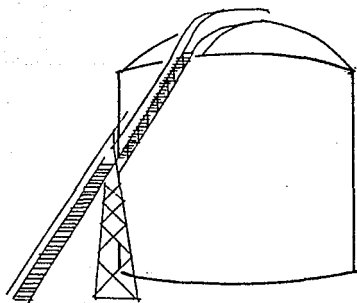
**TECHO DE DOMO PARA VAPORES
VISTA EN CORTE**

FIG. 17



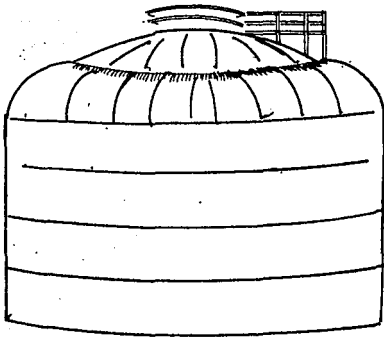
**TANQUE HORIZONTAL (REMACHADO)
SOPORTADO EN LECHO DE ACERO**

FIG. 18



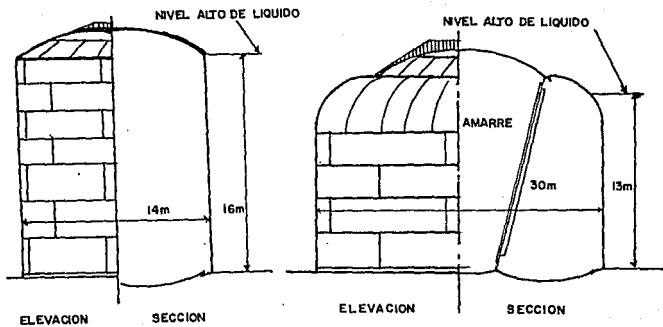
**TECHO DE
HEMIESFERA SENCILLA**

FIG.19

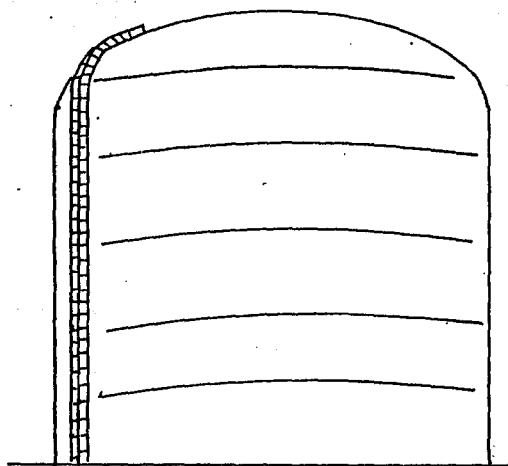


**TECHO DE
HEMIESFERA CON NODO**

FIG.20

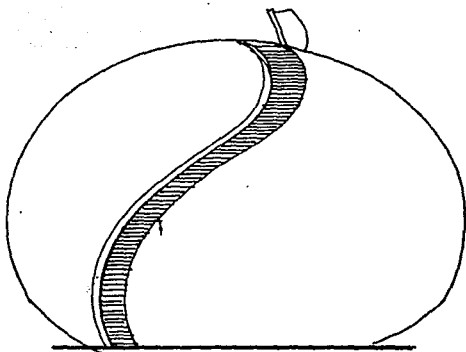


DETALLE DE HEMIESFERAS
FIG. 21

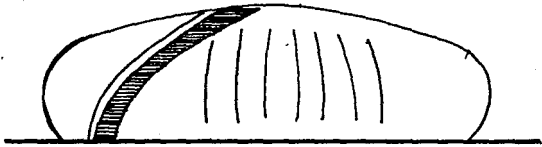


**TECHO DE
HEMIESFERA SENCILLA CON
RADIO ARTICULADO**

FIG.22



TANQUE ESFEROIDE SENCILLO
FIG.23



TANQUE ESFEROIDE CON NODO
FIG.24

3.4 Norma API-650

API (American Petroleum Institute) es una institución reconocida para todo lo referente con el petróleo. en nuestro caso hablaremos de la construcción de los tanques. Este instituto tiene su sede en Dallas, Texas.

Se podría decir que los tanques atmosféricos donde se almacena petróleo o sus derivados están construidos en base a la norma API Std.650.

A continuación se presenta un resumen de esta norma considerando que si se requieren especificaciones en cuanto a datos típicos de diseño, tamaños de tanques y capacidades aproximadas correspondientes para tanques con anillos soldados a tope, espesores de las placas del casco, especificaciones para aceros, propiedades de los electrodos, especificaciones del procedimiento de soldadura, prácticas recomendadas en la construcción de cimientos para tanques cilíndricos verticales de almacenamiento tipo API, cubiertas flotantes, prácticas recomendadas para el uso de las aleaciones de aluminio en la construcción del techo y del anillo superior de los tanques, etc., se consulte directamente para su propósito.

Las recomendaciones que aquí se presentan se refieren a prácticas que son de preferirse en el diseño y construcción, cuando se emplean aleaciones de aluminio, en el techo sus soportes y el anillo superior de tanques de acero (construidos de acuerdo API std. 12 "C" o 12 "A") para lograr aumentar la resistencia a la corrosión interna. No se pretende que estas recomendaciones sean prescripciones obligatorias. Se ofrecen solo como una guía para los dueños y fabricantes de tanques que quieran ensayar el método.

Estas recomendaciones suponen que las piezas de la estructuras que soporta el techo estarán unidas con remaches o con pernos y que las demás costuras serán soldadas. La costura circunferencial entre el anillo superior de aleación de aluminio y el anillo del casco que lo soporta, deberá hacerse, naturalmente, con remaches o con pernos. Para las piezas soldadas con remaches o con pernos se llenarán los requisitos del std. 12 "A".

MATERIAL

PLACAS

Las láminas y las placas cumplirán los requisitos que exigen para las aleaciones de aluminio GS11A, o M1A, ASTM B178.

ELECTRODOS

Los electrodos para soldar se ajustarán a la especificación federal QQ-R-571.

PERFILES ESTRUCTURALES

Los perfiles estructurales cumplirán lo que se exige para las aleaciones de aluminio en GS11A, ASTM B221.

PIEZAS FUNDIDAS

Las piezas fundidas se ajustarán a lo prevenido para las aleaciones de aluminio en SG70A-T6, ASTM B26.

TUBOS

Los tubos cumplirán lo que exigen para las aleaciones de aluminio GS10A-T6, ASTM B-241

REMACHES

Los remaches se ajustarán a las especificaciones del departamento de marina 43R5g grado.

PERNOS

Pernos y tuercas se harán de varilla redonda que se ajuste a la aleación CG42A, ASTM B211. Las cabezas y las tuercas se harán de acuerdo con las normas americanas para las hexagonales pesadas, ASA B18.2. Las cuerdas serán de acuerdo con la serie ordinaria de las normas americanas, clase forma 2 ASA B1.1. Los pernos y tuercas acabados se tratarán en caliente al temple T4, aplicándoseles una capa anódica de, cuando menos 0.0005 cm. (0.0002") de espesor y selladas al cromato.

DISEÑO

ANILLO SUPERIOR DEL CASCO.

El anillo superior del casco tendrá anchura de 2438 mm. (96") o menor, y será de material con las características de la aleación GS11A-T6 de ASTM B178. Las láminas y placas del anillo superior del casco tendrán el espesor mínimo especificado en la siguiente tabla:

ESPESOR MINIMO DE LAS LAMINAS Y PLACAS DEL ANILLO SUPERIOR DEL CASCO.

Diámetro del tanque (mm.)	Espesor mínimo de las láminas y placas del anillo superior del casco.
3048 a 15240	4.8
15240 hasta 36576	6.4
42672	7.4
48768	8.9
54864	10.4
60960	12.2
67056	13.5

ANGULO SUPERIOR DEL CASCO.

Cuando el techo del tanque o sus soportes son de aluminio, el ángulo superior será de aleación de aluminio GS11A-T6, ASTM B211 o bien GS11A-T6, ASTM B221. El tamaño del ángulo será como sigue: 76 mm. * 76 mm. * 6 mm. (3" * 3" * 1/4") para tanques de 10668 mm. (35') o menos de diámetro; 76 * 76 * 8 mm. (3 * 3 * 5/16") para diámetros de 10668 a 18268 mm. * 35'a 60"); de 76 * 76 * 10 mm. (3 * 3 * 3/8") Para tanques de mayor diámetro.

PLACAS DEL TECHO

Las placas del techo tendrán un espesor mínimo nominal de 4

mm.(5/32") para la aleación GS11A-T6 y de 5 mm.(3/16") para la aleación M1A-H14 de ASTM B178.

ESTRUCTURA PARA SOPORTAR EL TECHO.

Todas las piezas de la estructura para soportar el techo se harán de las aleaciones GS11A-T6. ASTM B211 o GS11A-T6, B221. Se unirán entre si con remaches o pernos y estarán de tal manera proporcionados que la suma de los esfuerzos estáticos máximos en Kg/cm² no excederá de los siguientes:

Tensión, en la sección neta.....	1.125
COMPRESION	
En longitudes cortas o cuando esta impedido el pandeo.....	1.050
En la sección total de las columnas cuando l/r la mayor relación de esbeltez, es menor de 100... 1190---71/r pero no mayor de.....	1.050
En la sección total de las columnas cuando l/r, la mayor relación de esbeltez de la columna es igual o mayor de 100.....	4900000/(l/r)†

FLEXION

En las fibras extremas de los perfiles laminados o vigas compuestas sometidas a flexión. sección neta.....

1.125

Los largueros, cuyos patines superiores están en contacto directo con las láminas del techo que soportan, puede considerarse que tienen un soporte lateral adecuado y continuo.

ESFUERZO CORTANTE.

En remaches puestos a máquina.....

560

En pernos.....

630

EMPUJE

En remaches puestos a máquina(distancia al borde, en la dirección del esfuerzo igual a dos veces el diámetro del remache).....

1.890

En pernos.....

1.260

FABRICACION Y MONTAJE

NOTA: No es práctico cortar aleaciones de aluminio con el soplete.

FORMACION

La formación de los materiales estructurales, láminas y placas se harán sin aplicación de calor: sin embargo, si es necesario, las placas pueden ser calentadas siempre que la temperatura no exceda de 204 °C.-(400 °F.) y el metal no se mantenga a la temperatura elevada durante mas de 30 minutos.

" PRACTICAS RECOMENDADAS PARA EL USO DE LOS ACEROS DE BAJA ALEACION. ALTA RESISTENCIA EN LA CONSTRUCCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PETROLEO"

De baja aleación y alta resistencia, son aceros de una clase específica en los que se aumenta la resistencia con relación a las de los aceros ordinarios al carbón, por medio de la adición

en cantidades moderadas de varios metales, al mismo tiempo que se restringe el contenido en carbón hasta hacerlo relativamente bajo. De esta manera se logra un aumento en la resistencia sin perjuicio de otras propiedades como la ductilidad y, en la mayoría de los casos, sin aumentar seriamente la tendencia a endurecerse en el aire. La mayor parte de estos aceros son ofrecidos por los productores como adecuados para la fabricación con aquellos por los métodos usuales, incluyendo la soldadura con arco eléctrico.

Los aceros de aleación baja y alta resistencia, en general, no se producen ajustados a especificaciones fijas, como los aceros ordinarios al carbón, sino conforme a fórmulas del propietario, y se lanzan al mercado con nombres comerciales.

La mayor parte de los fabricantes de aceros de baja aleación y alta resistencia afirman que dichos aceros son fácilmente soldables. El término "soldable", sin embargo, no es preciso, pero en este caso, un acero soldable puede definirse como uno que, teniendo en consideración su espesor, puede ser satisfactoriamente soldado por el procedimiento ordinario de arco metálico, sin que sea necesario modificar apreciablemente el que en general se usa para el acero ordinario al carbón.

MATERIAL

PLACAS.

Láminas y placas llenarán los requisitos de ASTM A 242 o SAE 50.

ACERO ESTRUCTURAL

Los perfiles de acero estructural se ajustarán a los requisitos de ASTM A242 ó SAE 950.

DISEÑO.

DISEÑO DEL FONDO DEL CASCO.

No deben mezclarse aceros al carbón y aceros de baja aleación y alta resistencia en las placas del fondo.

DISEÑO DEL CASCO.

"COEFICIENTES DE TRABAJO": Los siguientes esfuerzos máximos permisibles se usarán en el diseño del casco:

El máximo esfuerzo de tensión, antes de aplicar el coeficiente E para el rendimiento de la costura, será del 60 % del punto cedente mínimo especificado.

La resistencia de los chaflanes de soldadura para conexiones estructurales se calcularán a 1,360 Kg/cm² (19400 psi) para los chaflanes frontales y a 75 % de ese valor para los laterales. El esfuerzo se calculará en el área de la sección transversal de la soldadura que se considera como 0.707 de la longitud del lado más corto del chaflán.

"ESPESOR MINIMO DE LAS PLACAS DEL CASCO": Las fórmulas siguientes se usarán para calcular el espesor mínimo de las placas del casco.

Costuras a tope:

$$t=98 * D * (H - 0.305) / Y$$

Costuras traslapadas:

$$t=111 * D * (H - 0.305) / Y$$

En las que:

t= espesor mínimo de la placa en mm.

D= diámetro interior del tanque en m.

H= Altura en m., desde la base del anillo que se considera hasta el punto más alto del ángulo superior, o hasta cualquier rebosadero que limite la altura del nivel del líquido.

Y= Mínimo del punto cedente especificado para la placa en Kg/cm².

En un anillo del casco de un tanque no se mezclarán placas de acero al carbón y de baja aleación y alta resistencia, excepto en los refuerzos, como se explica mas adelante.

"ESPESOR MAXIMO DE LAS PLACAS DEL CASCO"

El espesor máximo nominal de la placas del casco será de 30 mm. (1 3/16") para costuras a tope, 16 mm. (5/8") para costuras horizontales traslapadas, y de 10 mm. (3/8 ") para costuras verticales traslapadas.

"ABERTURAS EN EL CASCO"

El refuerzo en las aberturas en el casco se hará con placas del mismo tipo de material, que el del casco que refuerza:

Si se emplea acero al carbón como refuerzo en un anillo de acero de baja aleación y alta resistencia, se aumentará el área de refuerzo, para compensar su menor resistencia, en razón inversa de la relación que haya entre los esfuerzos admitidos para los dos materiales.

Si se emplea acero de baja aleación y alta resistencia como refuerzo en el anillo de acero al carbón, no se tendrá en cuenta la mayor resistencia permisible al calcular el refuerzo.

DISEÑO DEL TECHO.**"ESFUERZOS PERMISIBLES"**

Todas las partes de la estructura estarán proporcionadas de tal manera que la suma de los esfuerzos estáticos, cuando se use, ya sea acero al carbón o de baja aleación y alta resistencia, no excedan los datos de tablas de API 650 STD.12 C referentes a tensión, compresión, flexión y esfuerzos cortantes.

"PLACAS DEL TECHO"

En las láminas del techo, no se mezclarán las de acero al carbón con las de acero de baja aleación y alta resistencia.

FABRICACION.**"ENCORVADURA DE LAS PLACAS DEL CASCO"**

Las placas del casco se doblarán en frío para darles la curvatura del tanque de acuerdo con la lista siguiente:

Diámetro del tanque

Espesor de las placas

15 m (50 ') o menos

desde 5 mm. (3/16) hasta pero sin

		incluir 10 mm.
	(3/8)	
30 m (100') o menos	desde 10 mm. (3/8)	hasta pero sin incluir 13 mm
	(1/2)	
Todos	13 mm. (1/2)	o más.

"MONTAJE"

No se harán soldaduras cuando el metal de base esté a una temperatura menor de -18 C (0 F); cuando las superficies estén mojadas por la lluvia, nieve o hielo; cuando esté nevando o lloviendo sobre las superficies que se van a soldar; ni durante los períodos de fuerte viento, a menos que el soldador y la obra estén debidamente protegidos. Cuando se suelden aceros de baja aleación y alta resistencia, de más de 19 mm. (3/4" de espesor a cualquiera temperatura ambiente, las superficies, en una zona limitada a 76 mm. (3") del punto en que van a empezar la soldadura, se calentarán a una temperatura que se perciba fuerte al tacto antes de empezar la operación, y mientras dure se conservará esa temperatura.

Existen otras normas que se podrían tomar en cuenta para la construcción de los tanques como las siguientes:

Norma Pemex

Código de la ASTM

CAPITULO IV
INCENDIOS EN TANQUES DE
ALMACENAMIENTO

CAPITULO IV

4.1. Origen de los incendios

Segun estadísticas de la National Fire Protection Association (NFPA) el 90 % de todos los incendios industriales son causados por 11 fuentes de ignición principalmente.

Incendios eléctricos.....	19 %
Fricción.....	14 %
Chispas mecánicas.....	12 %
El fumar y los cerillos.....	8 %
Ignición espontánea.....	6 %
Superficies calientes.....	7 %
Chispas de combustión.....	6 %
Llamas abiertas.....	5 %
Corte y soldadura.....	4 %
Materiales recalentados.....	3 %
Electricidad estática.....	2 %

4.2 Incendios en Tanques de Almacenamiento

La protección contraincendios es una combinación de prevención de incendios, control de incendios y extinción de incendios. La prevención es enseñada para hacer saber a la gente las causas de los incendios de manera que puedan prevenirlo, el control se enseña para minimizar la propagación del fuego y reducir el daño provocado por el fuego (algunos incendios son atacados mejor permitiendo que el combustible arda bajo control hasta que la fuente se haya consumido); y la extinción se enseña de manera que los incendios puedan ser combatidos rápida, hábil y efectivamente. Es importante aclarar que cada incendio se comporta de forma diferente, por lo tanto no puede haber una sistematización para el ataque de este.

4.3 Antecedentes y Experiencias

Los fuegos en tanques son poco comunes. Los archivos históricos importantes han sido de gran valor para evaluar futuros planes y procedimientos. Durante el incendio se deben recoger bastantes datos y guardarlos cuidadosamente, de manera de que en la evaluación que se hace después del incendio, se puedan desarrollar planes para futuros incidentes.

Los antecedentes indican firmemente la conveniencia de formar cuadrillas de apoyo mutuo consistiendo en personas que producen los líquidos inflamables y del servicio municipal de incendios. Dichas cuadrillas combinan la experiencia de ambos grupos con el equipo, existencias de espuma y conocimiento

disponibles para cada sector. Los grupos de apoyo mutuo deben de llevar entrenamiento conjunto para coordinar sus actividades en mejor forma. Estos grupos son particularmente apreciables en donde incendios múltiples de tanques requieren grandes cantidades de espuma y un esfuerzo considerable. Cada miembro se debe familiarizar con el equipo de otros, particularmente con respecto a tipos y cantidades de espuma y equipo proporcionador de espuma.

El preentrenamiento del incendio debe de incluir la prueba real de flujo y capacidad del sistema de agua. Esto provee una indicación de cuanta agua hay disponible para enfriar lo expuesto, mientras se prepara la espuma. Si las existencias de agua prueban ser inadecuadas durante el entrenamiento, se deben hacer planes para ayudar a suplementar el agua. Se han visto casos de incendios donde se ha usado agua a volúmenes de 13000 galones por minuto, lo cual incluye espuma y chorros de agua para enfriamiento.

Las comunicaciones entre los departamentos de incendios públicos e industriales en una operación a gran escala como en incendios en tanques, son frecuentemente dificultosas. Cada grupo usa un sistema de radio de dos vías para comunicación y si estos operan en diferentes frecuencias no se pueden comunicar entre si. Algunas organizaciones de apoyo mutuo han establecido una frecuencia común de radio, que les permite comunicarse entre varios departamentos de incendios públicos e industriales. Esta frecuencia debe estar limitada y se debe usar solamente cuando se solicita por parte del personal de mando.

Las entidades que manejan líquidos inflamables deben de designar un centro de comando por si ocurre una emergencia. Este centro debe localizarse físicamente en el área o podría hacer uso de un vehículo de comunicaciones del departamento municipal de incendios. El centro de comando debe contar con un radio de comunicaciones de dos vías entre el personal de operación y el personal principal que está en el incendio con planos de ubicación de los diferentes tanques. Durante una emergencia, el personal debe estar formado por representantes de la empresa de los departamentos de ingeniería, de operaciones, relaciones públicas y de los departamentos de seguridad contra incendios. El centro debe operar como un centro de comando y todas las operaciones de lucha contra el fuego deben ser coordinadas a través de ellos.

La seguridad del área del incendio es otro problema, el cual se debe de anticipar durante la pre-planificación del incendio. Los incendios grandes y espectaculares atraen la curiosidad sobre todo de personas que no necesitan estar presentes. Los planes deben permitir el paso ordenado de las cuadrillas de incendio, de seguridad y de operaciones, asignando con anterioridad el jefe de brigada que a su vez le reporta al jefe de seguridad de la planta (autoridad).

Cuando la espuma es proporcionada por medio de camiones de espuma, se deben hacer planes para facilitar el transporte de existencias adicionales de espuma en tambores o por medio de un tanque de alimentación a otros camiones. Esto debe ser ensayado durante la pre-planificación en el entrenamiento. La experiencia ha demostrado que los grandes incendios algunas veces requieren de un movimiento de 6 a 10 tambores de aprox. 200 lts. de concentrado de espuma por minuto para mantener un gasto ininterrumpido. Esto puede ser un gran problema de logística. Montacargas y otros medios de transporte de potencia serán requeridos. La mejor solución es un gran camión tanque conteniendo concentrado de espuma o, al menos remolques conteniendo 1000 galones.

Los planes de apoyo mutuo deben incluir provisiones para reabastecer y acondicionar los aparatos de contra-incendio, los cuales operarán por largos períodos de tiempo. Los planes también deben designar áreas de descanso y primeros auxilios para el personal que lucha contra el fuego. Durante operaciones prolongadas, debe establecerse un procedimiento para alimentar a los bomberos y al personal.

Ya que estos incendios pueden durar varios días, la planificación original debe incluir medidas para relevar al personal de una manera ordenada.

Una buena pre-planificación y un buen entrenamiento con ejercicios simulados identificarán y ayudarán a resolver los problemas antes de que un incidente ocurra. La seguridad del personal que esta luchando contra el fuego es el factor más importante en un incendio de esta naturaleza la seguridad debe ser lo primordial, con modelos y procedimientos para prácticas de seguridad que han sido promulgadas en la etapa de pre-planificación de incendios. El personal que no sea necesario debe de guardar una distancia prudencial; no se le deben dejar atrás manejando los equipos de inundación y los chorros de enfriamiento. Una vez que estos esten en posición, estos aparatos se pueden abandonar y retirar el personal.

Los incendios grandes de tanques de líquidos inflamables se sabe que duran muchas horas. Por esta razón, no hay prisa en atacar el fuego inapropiadamente. La buena preplanificación de un incendio, el equipo correcto y el agente extinguidor, y mucho sentido común, van muy lejos a la hora de extinguir estos incendios.

4.4 Evaluación de la Situación de Incendio

Como en cualquier emergencia de incendio, la primera acción táctica a tomar es la "evaluación de la situación".

Esta deberá hacerse rápidamente (por el jefe de la brigada) para así determinar la mejor táctica y estrategias necesarias para el ataque del incendio, consistiendo en:

- a) Rescate de lesionados, si los hay. (Atender vidas).
- b) Estado de las válvulas del tanque y del dique
- c) Tipo de tanque (s) involucrado (s).
- d) Características del contenido del tanque.
- e) Localización del fuego; dentro del tanque o sobre el suelo o ambos.
- f) Condición del tanque envolvente y techo, si se pueden determinar rápido.
- g) Necesidad inmediata de agua de enfriamiento para el metal, expuesto a las flamas.
- h) Necesidad inmediata para la coordinación del personal de operación y otros que combatirán el fuego y darán auxilio.
- i) Inicio del ataque al fuego para controlarlo y posteriormente apagarlo.

4.5 Tácticas Aplicables a todos los Tanques

El equipo y las áreas de los tanques particularmente vulnerables por contacto de las llamas son:

- a) Soportes no aislados.
- b) El área del envolvente expuesta sobre el nivel de líquido dentro del tanque.
- c) Venteos, válvulas de presión y vacío, controles de presión, equipos de medición, mezcladores y otros aditamentos.
- d) Cámaras de espuma, líneas de espuma y otras tuberías que tengan líquido a través de ellas.

Para protegerlas se deberá aplicar agua de enfriamiento a las cúpulas de los tanques (excluyendo a los tanques de techo flotante) de manera que las cascadas a los lados del tanque reducirán el calor del tanque. El agua se deberá mantener sobre los accesorios del tanque, soportes no aislados y cualquier porción del envolvente del tanque. Para los tanques a presión, deberán diseñarse las descargas de los venteos para evitar el contacto de las flamas sobre la envolvente del tanque. Si las flamas de los venteos son descargadas sobre la cúpula o envolvente del tanque, se deberá dirigirse agua sobre esa área para mantenerlo frío, si esto no pudiese lograrse, todo el personal deberá evacuar el área.

Al combatir cualquier incendio en tanques sujetos a presión, debe recordarse que el momento de mayor riesgo, es cuando explota el tanque por una ruptura generada por una sobrepresión por calentamiento, ésta posibilidad puede acontecer en el momento en que la brigada se está acercando para comenzar el ataque del incendio, es por ello de suma importancia que antes de iniciar cualquier ataque de incendio en este tipo de instalaciones se deberá aplicar suficiente agua para enfriar el acero. El ataque de incendio inicial deberá hacerse al máximo de alcance del chorro de las mangueras y preferiblemente bajo la protección de pitones de rocío de amplio ángulo. Estas precauciones son particularmente importantes cuando las flamas están en contacto con cualquier parte horizontal o tanque a presión.

El combate de incendio y la aplicación del agua para enfriamiento deberá hacerse desde el lado donde sopla el viento, si es posible. Los tanques horizontales deberán ser alcanzados por los lados de la envolvente debido a su tendencia a romperse por las cabezas terminales. Después que se han establecido los chorros de agua sobre la envolvente del tanque expuesto a las llamas, pueden establecerse los esfuerzos necesarios para extinguir el fuego.

Cuando hay incendios simultáneos en tanques atmosféricos, la espuma deberá aplicarse solamente al número de tanques que puedan ser atacados con los rangos de espuma recomendados para cuando menos el período de tiempo recomendado y especificado por la N.F.P.A. "11" y "11 B". Esto asegurará la extinción de cualquiera de los tanques. Estos factores deberán determinarse durante el planeamiento previo al incendio.

4.6 Protección de los Tanques Adyacentes

Dependiendo del esparcimiento de los tanques y del viento, el enfriamiento de los tanques adyacentes es innecesario a menos que haya un contacto directo con la flama o suficiente calor radiante para quemar la pintura.

Si hay duda acerca de la temperatura y la absorción de calor de los envoltentes del tanque no directamente expuestos a las llamas, se deberá cerciorar frecuentemente con un chorro de agua de gran rango y verificar si no se produce vapor, de lo contrario se deberá aplicar agua hasta que deje de vaporizar. Cuando los tanques requieran enfriamiento, los chorros de agua deberán moverse en forma de abanico sobre los lados y techos para mejores resultados. Esto no se aplica a los tanques de techo flotante.

No obstante que el calor radiante no dañe seriamente la envolvente del tanque, se deberá mantener el enfriamiento por dos razones:

- a) El calor sobre la envolvente de los tanques conteniendo producto con una temperatura por sobre la atmosférica puede generar vapores dentro del rango inflamable.
- b) El calor sobre la envolvente de los tanques conteniendo productos de bajo flash point puede provocar que la presión del tanque se eleve y expulse vapores inflamables los cuales puedan encenderse o causar una falla del tanque. Los tanques tipo API-650 están contruidos con una unión de techo frágil que sirve como un venteo de emergencia. Igualmente, los tanques de techo flotante pueden fugar vapores en el área de sello.

Un error común en el combate de incendios de tanques, es usar mucha agua para bajar la temperatura de los tanques. Esto no solo disminuye volumen y presión a la fuente de abastecimiento de agua, sino que sobesatura los drenajes y atarjeas dificultando el combate de incendios. Estos factores deben ser considerados en el plan previo al ataque de tal forma que el agua no sea usada en forma indiscriminada.

4.7 Incendios en Tanques de Techo Cónico

Los sistemas actuales en la industria de hidrocarburos ordenan que solamente líquidos combustibles (aquellos que tienen un punto de inflamación de más de 37.8°C) se almacenan en tanques de techo cónico. Sin embargo, este no siempre es el caso y, en ocasiones, los departamentos de incendios encontrarán puntos de inflamación tan bajos como aceites, crudos y solventes polares almacenados en estos tanques. Los tanques de techo cónico tienen un espacio de vapor entre la superficie líquida y la superficie inferior del techo. Si el espacio de vapor estuviera en su grado explosivo cuando se le introduce una fuente de ignición, se origina una explosión.

Si el tanque está diseñado con el Std. API 650, el techo se podría separar de la unión del casco. El techo se podría separar en un solo pedazo o fragmentos, recorriendo distancias considerables. Algunas veces el techo se levantara en el aire y caerá nuevamente dentro del tanque. En otras ocasiones, solamente pedazos del techo se mantendrán intactos sobre el tanque. El fuego resultante usualmente comprende toda el área de la superficie del tanque.

Cuando el producto involucrado es un hidrocarburo, hay dos opciones para extinguir el fuego. Una, es la aplicación de espuma desde arriba y la otra es una introducción sub-superficial de espuma. La aplicación desde arriba es limitada a espumas, protéicas, fluoroprotéicas y polímeros o las AFFF (Espuma formadora de película acuosa) aprobadas para este propósito. La inyección sub-superficial es limitada para espumas fluoroprotéicas, AFFF (Espuma formadora de película acuosa) o polímeros específicamente aprobadas para este tipo de inyección. La espuma fluoroprotéica provee la capa más estable, seguida por espuma protéica y AFFF (Espuma formadora de película acuosa).

Si el incendio se relaciona con solventes polares, la técnica para extinguirlos está limitada a aplicaciones desde arriba con espumas resistentes al alcohol únicamente. La recomendación es el tipo más nuevo, agentes AFFF (Espuma formadora de película acuosa) a base de polímeros.

4.6 Incendios en Tanques de Techo Cónico Conteniendo Crudo

Las tácticas de lucha contra el fuego cambian cuando se lucha contra incendios de tanques relacionados con crudos, los cuales pueden ser calentados hasta producir una explosión (Boilover). El comandante de la brigada debe entender el comportamiento de estos fuegos y estar alerta al riesgo que solo sucede con estos combustibles.

Algunos factores son necesarios para que suceda la explosión (Boilover).

- El crudo debe estar almacenado en un tanque de techo cónico donde exista un área grande de evaporación y se pueda producir la explosión. En prácticas corrientes, el crudo se almacena ya sea en tanques de techo flotante o tanques herméticos de techo cónico. Esto elimina la posibilidad de que suceda la explosión.

- Los componentes del crudo tienen una clasificación muy amplia de puntos de ebullición. A medida que el crudo se quema, las fracciones ligeras se evaporan, se destilan y se queman. Los residuos más pesados no evaporizados, calientes (168°C), que son más viscosos que el crudo mismo, empiezan a sumergirse bajo la superficie. A medida que el fuego avanza, las fracciones más ligeras continúan destilandose entre la capa de residuos calientes y el crudo frío abajo. El vapor producido suministra el calor que continua la destilación. De manera que la capa de residuos aumenta en espesor, esta capa se mueve hacia abajo a una velocidad de dos o tres veces más que la velocidad en que se calienta la superficie del crudo. Este residuo caliente es llamado la "onda calorífica" o la "ola de calor" y la interfase se llama el "frente de la onda calorífica". La onda calorífica se fija a una velocidad de aproximadamente tres pies por hora.

Los tanques de crudo normalmente contienen agua o asientos húmedos de emulsión. Cuando la onda calorífica alcanza el agua o la emulsión en el fondo del tanque, convierte el agua en vapor. A 222°C, la expansión del agua es cerca de 2000 veces.

El crudo debe tener un contenido suficientemente alto de residuos para producir un burbujeo de vapor crudo de alta consistencia. Los crudos muy livianos pueden contener residuos en poca cantidad para hacer que un tanque ebullo. Los crudos espesos, asfaltos y combustibles viscosos contienen muy pocas fracciones livianas para que se produzca una onda penetrante de calor.

Los aceites refinados contienen también muy pocos residuos. Los crudos medianos son los más fáciles de explotar por ebullición (Boilover) debido a que la densidad es mayor es más estable la emulsión con el agua.

Los tanques de techo cónico que sirven para almacenar crudos requieren de tácticas especiales contra el fuego.

Utros fenómenos que se pueden presentar en estos tanques:

Sloper.- Derrame superficial, puede resultar cuando un chorro de agua es aplicado a la superficie caliente del aceite ardiendo, existiendo la condición que el aceite sea

viscoso y su temperatura exceda al punto de ebullición del agua. Un derrame superficial tiene una probabilidad de ocurrencia relativamente mediana.

Frothover.- Derrame por exceso de volúmen al espumar, significa el sobrecupo en un tanque que no está incendiándose cuando el agua o los hidrocarburos volátiles ebulen bajo la superficie de un aceite viscoso caliente.

4.9 Incendios en Tanques de Techo Abierto o Techo Flotante

Los incendios en estos tanques generalmente son limitados a la área hermética anular entre el techo flotante y la pared del casco. El área hermética puede consistir de un pantógrafo o un tubo de neopreno tipo sello.

En cualquier caso, el sello será protegido por un protector de intemperie de tela o metal. Muchos tanques mas nuevos tienen un doble sello para reducir los escapes. Sin embargo, esto hace que el fuego sea más inaccesible, complicando así el combate. Las llamas pueden ser visibles entre el area del protector de intemperie y el casco. Para extinguir este fuego, es necesario aplicar la espuma entre el protector y el casco. Muchos de estos fuegos han sido extinguidos con extintores portátiles de químicos secos por bomberos operandolos desde la viga estructural que circunda al tanque o desde el mismo techo flotante.

4.10 Incendios en Tanques de Techo Flotante Cubierto

Los tanques de techo flotante interno o cubiertos consisten de un tanque de techo cónico con una débil unión de techo a casco y techo flotante interno.

Son identificados fácilmente desde el exterior por las aberturas localizadas en alrededor del casco del tanque debajo de la unión del techo.

Estos tanques normalmente están libres de cualquier mezcla ininflamable excepto durante los períodos iniciales de llenado y de ahí en adelante, de 18 a 25 horas, dependiendo de la volatilidad del producto.

Estos tanques tienen un excelente record de seguridad. Sin embargo, han habido algunos casos de incendios. Estos son extremadamente difíciles de extinguir.

Los incendios de sello o de rebordes son virtualmente imposibles de apagar en un tanque de techo flotante cubierto usando equipo de extinción portátil. Las aberturas laterales son muy pequeñas para permitir que lleguen los chorros de espuma desde el suelo. En algunas ocasiones, los techos cónicos se han desprendido, de esta manera comprometiendo el fuego toda el área de superficie cuando el techo flotante se hunde. En estos casos, el incendio se debe tratar como si fuera un incendio de tanque de techo cónico y extinguirlo por medio de boquillas o pitones, monitores o alguna otra aplicación superior. La inyección sub-superficial es dudosa por la obstrucción del techo flotante, pues no se sabe el estado de hundimiento del mismo. Han habido dos casos, sin embargo, en donde el fuego en este tipo de tanque ha sido extinguido por medio de inyección sub-superficial. Cuando el techo cónico se mantiene sobre el tanque, la inyección sub-superficial es la única alternativa práctica a la de bombear el producto del tanque y permitir que el fuego se extinga.

Aunque en algunos incendios en el sello en este tipo de tanque han sido extinguidos parándose encima del techo cónico y descargando el agente por medio de las compuertas en el techo del tanque, esto generalmente debe ser considerado como una práctica peligrosa, es peligrosa porque hay posibilidad de que

el techo flotante se hunda, mientras el personal está parado en él. Algunos tanques de techos flotantes internos están equipados con capas plásticas o con flotadores plásticos de láminas de aluminio cubiertos con metal. Para los propósitos de combatir el fuego, estos tanques no deben ser considerados flotadores cubiertos, pero sí como tanques de techo cónico. La inyección sub-superficial es sin duda un medio viable para extinguir el incendio.

4.11 Incendios en Venteos de Tanques (Tanques de Baja Presión)

Un incendio en un venteo de tanque que está ardiendo con una flama amarilla -naranja y emitiendo humo negro indica que la mezcla vapor-aire dentro del tanque está sobre sus límites explosivos o inflamables. Este tipo de incendio puede extinguirse con polvo químico seco.

Un incendio en un tanque que arde con una flama rápida color azul-rojiza, casi sin humo indica que la mezcla vapor aire dentro del tanque es inflamable o explosiva. Durante el tiempo en que el tanque está desfogando atraviesa de la válvula de presión-vacío, la flama no podrá pasar del lado de baja presión al de alta presión (interior del tanque), sin embargo la extinción se puede efectuar usando polvo químico seco, considerando para ello que el ataque debe ser lo más rápidamente posible para evitar un flamazo de retroceso dentro del tanque si el calor daña la válvula de presión vacío. Este tipo de incendio puede ser manejado de dos formas:

a) Una reducción dentro del tanque sofocará el incendio cuando la válvula de presión-vacío se cierra. Esto puede completarse mediante la aplicación de agua al techo del tanque y el envolvente, si es necesario, deberá aplicarse rocío de agua en el área de la válvula presión-vacío para propósito de enfriamiento.

b) Manteniendo una presión positiva dentro del tanque introduciendo gas combustible, provocando el enriquecimiento de la mezcla, situación que es indicada por el cambio de carácter de la flama, la extinción puede completarse con polvo químico seco (PQS).

4.12 Incendios en el Suelo Alrededor de los Tanques (Ataque)

Tan pronto como sea posible, se deberá aplicar agua para enfriar todos los metales expuestos a las flamas. Posteriormente extinguir el fuego del suelo aislando la fuente de combustible mediante:

a) Cerrando las válvulas necesarias, usando agua en forma de rocío cuando se necesite la protección del personal.

b) Desplazando el suficiente combustible con agua en el interior del tanque, para producir que el material que se está fuyendo sea el agua. Si se utiliza este método se deberá considerar que la presión del agua deberá ser mayor que la presión del combustible en la línea del tanque, debiéndose tener cuidado en no sobrellenar el tanque.

Cuando un tanque conteniendo un combustible de alto Flash Point, está expuesto a la radiación de un fuego generado en el piso del dique, se debe tener cuidado en la posibilidad de generar una mezcla explosiva en el espacio vapor del tanque, debida al calentamiento del metal de la envolvente del tanque.

Los incendios que involucran gas combustible o LP no deberán apagarse hasta que no se haya cerrado la válvula de bloqueo más próxima. Una fuga con poca oportunidad que sea disipada por el viento, puede crear una atmósfera explosiva la cual puede encontrar ignición con las superficies calientes.

Los incendios que involucran derrames de hidrocarburos líquidos, pueden ser apagados con polvos químicos, rocío de agua o espuma. En algunos casos es posible "mangusrear" (barrer con el chorro) el combustible a un área segura donde la extinción o control sea más fácil y reducir el contacto de las llamas con el metal.

Los productos con Flash Point muy por arriba de 38 °C o específicamente sobre la temperatura del agua usada para extinguirlos, puede hacerse con rocío de agua. El calor radiante de las llamas calienta la superficie de todo el combustible, generando vapores inflamables. La vaporización de gotas del rocío de agua primero extrae el calor de la flama reduciendo su tamaño y la aplicación posterior de este rocío enfría la superficie del aceite caliente a menos de su Flash Point. Cuando la vaporización del combustible cesa el fuego se apaga.

Para los hidrocarburos de bajo Flash Point (abajo de 38°C), el rocío de agua reduce el tamaño de las llamas solo para su control, sin embargo, este rocío puede extinguir un incendio de gasolina de un tanque estrecho, de paredes profundas cuando el vapor formado permanece sobre la gasolina sofocando el fuego.

La espuma debiera ser aplicada para la extinción de incendios del suelo alrededor del tanque o en recipientes colectores de combustible. Es necesario calcular los metros cuadrados de superficie que puede mojar un derrame de hidricarburo líquido y aplicar el rango apropiado de solución de espuma recomendado por NFPA 11 y 11 B de acuerdo al tipo de espuma que también se recomiende. Dichos cálculos y consideraciones deberán efectuarse en el diseño de la planta ya que varios monitores o

chorros de manguera y grandes almacenamientos de espuma pueden ser necesarios.

Como una regla, los incendios en el suelo de los tanques deben ser controlados o extinguirlos antes de intentar apagar el fuego del tanque.

4.13 Decisiones de la Gerencia

En algunos casos es mejor dejar que arda un incendio de aceite o gas bajo control o extinguirlo. Esto es particularmente cierto para todos los tipos de incendio de gas hasta que la fuente de combustible pueda ser cerrada. La gerencia o dirección de la empresa de la planta puede establecer decisiones de gran peso sobre la estrategia para manejar una emergencia de este tipo. Algunos aspectos a considerarse son:

1) Puede ser impracticable combatir un incendio de tanque localizado en un área aislada si no se cuenta con la suficiente capacidad de agua y de personal.

2) En algunos casos el costo de la extinción podría exceder el valor del tanque y su contenido, aún cuando el incendio pudiera ser extinguido. Se podría no intentar la extinción si el tanque de soldadura ligera está a menos de un tercio de su capacidad y la probabilidad de apagarlo es muy baja, a menos que la contaminación del aire sea un problema.

3) Algunas veces las condiciones son favorables para que el incendio arda bajo control, previendo que haya nulitas probabilidades de propagación del fuego y donde las instalaciones adjuntas y la propiedad están protegidas. Esto reduce el riesgo de lesiones a los bomberos y se conservan los agentes extinguidores, equipo y fuerza hombre para continuar el control del fuego. Tal información puede ser útil para asegurar a los vecinos, al personal de los medios noticiosos, el servicio municipal de bomberos y otros.

4.14 Pre-Planificando el Combate

La pre-planificación del combate es un punto importante en toda práctica de lucha contra el fuego, sin importar el tipo de riesgo. Los fuegos de tanques no son una excepción. La inspección y la planificación debieran ser una práctica corriente entre todos los departamentos industriales de incendio y bomberos municipales.

- Diámetro y altura de los tanques
- Productos almacenados
- Diseños de los techos
- Extensión y diámetro de la tubería del producto dentro de los tanques (esta información es requerida para la inyección sub-superficial
- Localización y tipo de cualquier equipo fijo de extinción a base de espuma
- suministro de agua disponible, volumen y presión
- Direcciones del viento prevalecientes (las cuales proveeran alguna indicación de lo expuesto anticipadamente
- Localización de las existencias de espuma para emergencias incluyendo cantidad y tipo de agente disponible
- Entrenamiento para simular y hacer pruebas de pre-planificación contra el fuego y,
- Reocas para manguera y frecuencias de radio iguales de los departamentos de apoyo mutuo

4.15 Revisión

La etapa final en cualquier operación de lucha contra el fuego es la de revisar. El revisar es la práctica para determinar si el fuego se ha extinguido completamente y de que el área esta a salvo de volverse a incendiar.

El revisar un tanque consiste en la retirada apropiada del combustible sobrante para prevenir que se vuelva a encender. Debe ponerse cuidado para evitar todas las posibilidades que puedan causar ignición en los alrededores de un tanque extinguido. Los productos volátiles que permanezcan en el tanque, al disiparse la capa de espuma, empezarán a emanar gases. Una capa de espuma debe mantenerse sobre la superficie hasta que el producto se pueda mover con seguridad. Las cuadrillas de incendios deben estar alertas con el equipo de espuma apropiado en posición hasta que este ejercicio se haya completado.

4.16 Registros de Combate de Incendios en Tanques

Bajo la tensión generada por la excitación de un incendio mayor de un tanque, el registro de hechos puede ser erróneo. Esta información es de mucha importancia dado que:

a) Los datos obtenidos son necesarios para una crítica después del incendio, tal revisión es necesaria para apreciar la eficiencia de la organización de la emergencia y las estrategias y tácticas de combate de incendios en tanques.

b) Cuando la espuma es usada, son necesarios los datos al inicio del tanque para calcular los rangos de aplicación de espuma requeridos y el total de líquido concentrado espumante necesario a la mano.

Son necesarios datos especiales si un tanque de techo cónico está involucrado, por ejemplo:

GUIA PARA LA OBTENCION DE DATOS DURANTE Y DESPUES DE UN
INCENDIO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

INFORMACION DESEADA	AHORA	DESPUES
AL INICIO DEL INCENDIO		
HORA EN QUE SE DETECTO EL INCENDIO	X	
UBICACION DE LAS VALVULAS DEL TANQUE	X	
CONDICION DEL TECHO Y FACTORES RELACIONADOS	X	
DIRECCION DEL VIENTO Y RANGO ESTIMADO (DURANTE EL INCENDIO)	X	X
DIAMETRO DEL TANQUE (PARA CALCULAR LOS RANGOS DE AGUA Y ESPUMA)	X Cal.	
NIVEL DE ACRITE EN EL TANQUE	X Cal.	
MEDICION DE AGUA Y SEDIMENTOS. SI ES QUE SE APLICARA ESPUMA SUBSUPERFICIAL		X
FUENTES DE IGNICION Y FACTORES RELACIONADOS		X
QUE TESTIGOS ESTABAN AL INICIO DEL FUEGO Y DONDE ESTABAN		X
ESTABA EL TANQUE EN OPERACION	X	X
CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS	X	X
TIEMPO DE LA PRIMERA ALARMA		X
RESPUESTA DE COMBATE DEL INCENDIO		
QUE HICIERON LOS OPERADORES ANTES DEL ARRIBO DE LA AYUDA	X	
CUANDO ARRIBARON LOS SUPERVISORES	X	
CUANDO ARRIBARON LAS BRIGADAS C.I.	X	
QUE EQUIPO TRAJERON	X	
DONDE SE INSTALO EL EQUIPO PARA USARSE (HACER DIAGRAMA)	X	

RECUPERACION DE PRODUCTO SI LO HAY

INFORMACION DESEADA	ANTES	DESPUES
CUANDO SE INICIO EL BOMBEO HACIA AFUERA DEL TANQUE	X Cal.	
CUAL ERA EL RANGO DE LA BOMBA DESCARGA	X Cal.	
CUANDO SE DETUVO EL BOMBEO Y PORQUE	X Cal.	
CUAL ERA EL NIVEL DEL PRODUCTO EN EL TANQUE DESPUES DEL BOMBEO	X Cal.	
PROGRESO DEL COMBATE DEL INCENDIO (USAR DIAGRAMAS)		
CUANDO Y DONDE SE INICIO EL ENFRIAMIENTO CON AGUA	X	
NUMERO DE MANGUERAS Y MONITORES	X	
TAMANO DE LOS PITONES Y RANGOS	X	
APLICACION DE ESPUMA		
TIEMPO DE ARRIBO DEL EQ. DE ESPUMA	X	
DE QUE TIPO Y CUANTA	X	
DE QUE FUENTES	X	
DONDE SE COLOCO PARA USARSE	X	
CUANDO FUE USADA LA ESPUMA	X	
TIEMPO DE PREQUEMADO	X	
TIEMPO DE ESPUMA USADA	X	
PRESION DE AGUA PARA CAD PROPORCIONADOR (Kg/cm ²) Y ESPUMADOR	X Cal.	
PRESION DEL PROPORCIONADOR Y ESPUMADOR (Kg/cm ²)	X Cal.	
RANGOS DE AGUA Y ESPUMA TOTALES GPM.		X Cal.
REGISTRO DE LOS CAMBIOS EN LAS CARACTERISTICAS DEL INCENDIO	X	
TOTAL DE ESPUMA DE RESERVA	X Cal.	
TOTAL DE AGUA DE RESERVA	X	
CADUCIDAD DE LA ESPUMA	X	
TIEMPO EN QUE SE CONSIDERA SE CONTROLARA EL INCENDIO	X	
CUANDO SE DEJO DE APLICAR LA ESPUMA	X	
CUANDO QUEDO EL INCENDIO TOTALMENTE CONTROLADO	X	
PROMEDIO DE ESPUMA Y AGUA USADO		X Cal.
PROMEDIO DE LOS RANGOS DE AGUA Y ESPUMA QUE SE APLICARON		X Cal.
TOTAL DE AGUA Y ESPUMA USADOS		X Cal.
PARA TANQUES DE ACEITE CRUDO Y TECHO CONICO		
NIVEL DE PRODUCTO INICIAL (Mts.)	X	
NIVEL DE AGUA Y SEDIMENTOS EN EL TANQUE	X	
CUANDO Y DONDE FUERON USADOS LOS INDICADORES DE CALOR CON PINTURA	X	
PROGRESO DE LA ONDA DE CALOR EN RELACION A LAS COSTURAS HORIZONTALES	X Cal.	
CALCULAR EL FRENTE DE LA ONDA DE CALOR Y SU RANGO DE ESTABILIZACION	X Cal.	
CALCULAR EL TIEMPO PARA LA PRIMERA "SOBREEBULLICION" (EBULLICION VIOLENTA)	X Cal.	

INFORMACION DESEADA	AHORA	DESPUES
EXTENSION DE LA "SOBREEBULLICION"	X	
TIEMPO Y EXTENSION DE LOS DERRAMES (SLOPOVER)	X	
REGISTROS POSTERIORES AL INCENDIO		
CRONOLOGIA DEL CONTROL USADO EN EL INCENDIO		X
NIVEL FINAL DEL PRODUCTO		X
PRODUCTO CONSUMIDO		X
AGUA USADA FINALMENTE Y ESTIMADA		X
ESTIMACION TOTAL DE AGENTE DE EXTINCION USADO (POR TIPOS)		X
LECCIONES APRENDIDAS		X

CAPITULO V

AGENTES ESPUMOGENOS

5.1 Agentes Extinguidores

Para hablar de los diferentes agentes que existen, es preciso mencionar la clasificación de los diferentes tipos de fuego:

Tipo A.- Fuegos que dejan residuos de carbón, ejemplo: cartón, madera, papel, etc.

Tipo B.- Fuegos de líquidos inflamables y combustibles, grasas, gases, ejemplo: alcohol, gasolina, propano, etc.

Tipo C.- Fuegos de tipo eléctrico, ejemplo: computadoras, transformadores, etc.

Tipo D.- Fuegos que involucran metales, ejemplo: Magnesio, Titanio, Sodio, Zirconio, etc.

Triángulo del Fuego

El fuego está formado por tres elementos que son:

- 1) Fuente de calor (flama, sol, chispas)
- 2) Comburente (Oxígeno)
- 3) Combustible (madera, líquidos inflamables, etc.)

Formas de Extinción

Existen cuatro formas de extinción que son las siguientes:

- 1) Enfriamiento
- 2) Eliminación del comburente (oxígeno)
- 3) Eliminación del combustible
- 4) Interrupción de la reacción en cadena

Agentes de Extinción

El objetivo de los diferentes agentes de extinción es suprimir una parte del triángulo del fuego, por ejemplo el agua que es el agente extinguidor más usado, se encarga de suprimir la fuente de calor; o sea; su forma de extinción es por enfriamiento.

En el mercado existen diferentes agentes extinguidores como son:

- 1) Agua
- 2) Polvo químico seco
- 3) Halón
- 4) Bióxido de Carbono

5) Espumas

Todos estos agentes tienen formas diferentes de extinción, como se ve a continuación:

Agente extinguidor	Forma de extinción
Agua	Enfriamiento
Poivo químico seco	Eliminación del comburente
Halón	Interrumpe la reacción en cadena
Bióxido de Carbono	Eliminación del comburente y por enfriamiento
Espumas	Enfriamiento Eliminación del comburente Separación del comburente y del combustible

5.2 Antecedentes Históricos de las Espumas

Las espumas aparecen históricamente en el siglo XIX, destinadas a combatir en primera instancia los incendios de carbón, a esa fecha vital combustible para la nascente industria europea. Las espumas de la época reciben el nombre de ESPUMAS QUIMICAS, ya que el producto extintor generado era el resultado de una reacción química, básicamente Bicarbonato de Sodio y Sulfato de Aluminio, que originaban burbujas de Bióxido de Carbono, al cual se agregaba un estabilizador en forma de gelatina de Hidróxido de Aluminio.

Se ha podido determinar que el primer antecedente histórico sobre la materia existente, es la patente concedida bajo el número 560 y conocida como "la patente de Johnson", de 1877, que señalaba su objeto era "producir una composición, que debido a sus características espumosas... pudiera flotar en la superficie del petróleo de forma de extinguir los incendios y prevenir su reigñición".

A comienzos del presente siglo, esta materia (espuma química para alcoholes) cobra especial auge, en particular hasta la década de los años 30. Un decenio más tarde nacen las espumas proteicas y con ellas, termina el reinado de las espumas químicas y comienza el de las espumas MECANICAS.

En los años 60, se desarrollan, en base a las experiencias de las proteicas, las llamadas fluoroproteicas y las sintéticas acuosas (AFFF) "Espumas formadoras de película acuosa". En las primeras se combinan proteínas hidrolizadas y aditivos fluorados compatibles. Las segundas combinan detergentes en base sintética con aditivos fluorados formadores de película. Las fluoroproteicas se caracterizan por su fluidez, resistencia a la temperatura y tolerancia a los combustibles (no contaminación), mientras las sintéticas son de gran fluidez y toleran bien la mezcla con combustibles, pero tienen una

resistencia menor a la reignición. Por otro lado las AFFF presentan gran fluidez, resistencia a la reignición gracias a la película acuosa que forman sobre la superficie de los líquidos inflamables y combustibles y no se contaminan. Las espumas mas adelantadas tecnológicamente son las AFFF tipo alcohol que presentan gran fluidez, resistencia total a la reignición por las películas acuosa y polimérica que forman sobre la superficie, estas se pueden usar para derivados de hidrocarburos al 3 % y para solventes polares al 6 %.

En resumen histórico cabe mencionar algunos detalles como los descritos a continuación:

El árbol genealógico de las espumas se inicio cuando se creó la necesidad de desarrollar un agente extinguidor para combatir los incendios producidos en los líquidos inblamables en la industria petrolera. En 1915 se creó la espuma química, basada en la reacción antes descrita.

En 1933 con el advenimiento de las industrias petroquímicas se crea la necesidad de desarrollar una clase de espuma resistente al alcohol. En 1940 los Ingleses y Alemanes inventaron la espuma mecánica, que no fué basada en una reacción química, conocida como espuma protéica, fué tan efectiva que sustituyó a la espuma química. La espuma mecánica se uso en gran escala durante la segunda guerra mundial en una concentración del 6%. Para 1945 se crea una concentración del 3% y en 1952 se creó la espuma protéica resistente al alcohol. Durante la segunda guerra mundial la marina Norteamericana pensó en la inyección de la espuma a través de la tubería de productos, para extinguir los incendios en tanques de almacenamiento. Sin embargo, esto fué tecnicamente imposible hasta que se creó la espuma fluoroprotéica en el año de 1965 en , concentraciones del 3 y 6 %. La espuma fluoroprotéica fué el primer agente adecuado para la inyección sub-superficial.

En 1963 la Marina Norteamericana pensó en combatir los incendios resultantes de accidentes aéreos y creó un nuevo agente conocido como la espuma de película acuosa (AFFF), que combinada con polvo químico seco produce un doble agente para combatir esta clase de incendios.

La espuma AFFF fué creada en los laboratorios de investigación de la Marina Norteamericana en una concentración del 6 %. Para 1972 la espuma AFFF entra al mercado en una concentración del 3 %. En 1979 se creó en concentración del 1 %, principalmente para la protección de plataformas marinas de perforación. La espuma resistente al alcohol basada en esta nueva tecnología fué introducida por primera vez en 1973.

5.3 Definición y Clasificación

Las espumas contra incendios consisten en una masa de burbujas rellenas de gas que se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes, de distintas fórmulas. Puesto que la espuma es más ligera que la solución acuosa de la que se forma y más ligera que los líquidos inflamables o combustibles, flota sobre estos, produciendo una capa continua de material acuoso que desplaza el aire, enfría e impide el escape de vapor con la finalidad de detener o prevenir la combustión.

Las espumas pueden fabricarse de diferentes maneras según su acción extintora, algunas son espesas y viscosas, capaces de formar capas fuertemente resistentes al calor por encima de las superficies de los líquidos incendiados.

Otras espumas son más delgadas pero su velocidad de desplazamiento sobre la superficie es mayor, otras producen una película que detiene el paso del vapor por medio de una solución acuosa superficialmente activa, otras sirven para producir grandes volúmenes de celdillas de gas húmedo para inundar áreas o llenar espacios totalmente.

El uso de la espuma en la protección contra incendios requiere prestar atención a sus características generales. La espuma se disuelve, vaporizando su contenido de agua por el ataque del calor y de las llamas. Por lo tanto debe aplicarse a las superficies ardientes a volumen y velocidad suficiente para compensar estas pérdidas. La espuma es una emulsión inestable de aire y agua que puede disolverse fácilmente por fuerzas físicas o mecánicas. Cuando se emplean otros tipos de agentes extintores paralelamente con la espuma, también pueden llegar a diluirse. El aire en turbulencia puede apartar las espumas ligeras de la zona incendiada.

En general, la espuma es especialmente útil cuando se necesita un agente extintor muy ligero, compacto, sofocante y enfriante.

En situaciones especiales se requieren cierto tipo de espumas especiales, tales como las que se emplean para llenar cavidades o para la lucha contra fuegos de líquidos polares (miscibles en agua).

Para una mejor asimilación de este capítulo podemos hacer una clasificación arbitraria de las espumas contra incendio:

Químicas (Baja Expansión)

Espumas Contra- Incendio	Mecánicas	Alta Expansión Mediana Expansión Baja Expansión	Tensoactivos Tensoactivos Protéica Fluoroprotéica AFFF AFFF/Tipo Alcohol Baja Temperatura
--------------------------------	-----------	---	---

Nota 1: AFFF en inglés es aquos film forming foam que traducido

al español es espuma formadora de película acuosa.

Nota 2: Las espumas de alta y mediana expansión se forman a partir del mismo concentrado. solo varía el equipo para formarlas.

5.4 Espumas de Tipo Protéico

Las espumas mecánicas de tipo protéico consisten en concentrados líquidos acuosos y agua en las proporciones adecuadas. Estos concentrados contienen polímeros protéicos naturales de alto peso molecular derivados de la transformación e hidrólisis química de proteínas sólidas naturales. Los polímeros les proporcionan a las espumas generadas con ellos, elasticidad, resistencia mecánica y capacidad de retención del agua. Estos concentrados también contienen sales metálicas disueltas, que refuerzan la capacidad de los polímeros protéicos para formar burbujas cuando la espuma esta expuesta al calor y a las llamas. También contienen disolventes orgánicos a los concentrados para mejorar su capacidad de esfumación y su uniformidad. así como para regular su viscosidad a bajas temperaturas.

Existen concentrados protéicos para proporcionar una concentración final del 3 o 6% en volumen, con agua dulce o salada. Generalmente, estos concentrados producen colchones de espumas densos y viscosos de alta estabilidad, elevada resistencia al calor así como mejor resistencia a su propia combustión. No son tóxicas y son biodegradables después de diluirse. No son recomendables para aplicar en solventes polares, no son compatibles con agentes extintores en polvo, cuando se usan simultáneamente. Las temperaturas de uso de estos concentrados son entre -6.7°C y 48.9°C (20 y 120°F).

5.5 Espumas de Tipo Fluoroprotéico

Los concentrados empleados para la generación de espumas de fluoroproteínas son de composición similar a los de proteína, pero además de los polímeros protéicos, contienen agentes fluorados activos que les confiere la propiedad de no adherirse al combustible, lo que les hace especialmente eficaces en la lucha contra fuegos en los que la espuma queda cubierta por el combustible, como por ejemplo en la inyección subsuperficial. Las espumas fluoroprotéicas alcanzan su máxima eficacia en incendios de líquidos derivados del petróleo o de hidrocarburos en depósitos de gran profundidad, debido a esta propiedad la falta de adherencia a líquidos combustibles, no es recomendable aplicar en solventes polares. Además estas espumas pueden ser compatibles con agentes extintores en polvo en ataque simultaneo. También poseen características superiores en lo que se refiere a la supresión de vapores y a la autocombustion. Se usan en concentraciones del 3 o 6% en volumen con agua dulce o salada. No son tóxicas y son biodegradables después de disolverse. Las temperaturas normales de uso van desde -6.7°C hasta 48.9°C (20 y 120°F), su tiempo de vida óptimo va de 5 hasta 7 años igual que la protéica.

5.6 Espumas de Tipo de Baja Temperatura

Este tipo de concentraciones espumantes son similares a los

agentes de origen protéico, excepto que están protegidos para su almacenamiento a bajas temperaturas por la inclusión en la mezcla de un reductor del punto de congelación, que a su vez no es inflamable. También existen agentes espumantes fluoroprotéicos y AFFF para bajas temperaturas. Se pueden emplear con agua dulce o salada a las mismas concentraciones 3 y 6%.

5.7 Espumas de Tipo Sintético (Tensoactivos de Hidrocarburos Sintéticos)

Existen muchos compuestos tensoactivos producidos sintéticamente que forman espumas abundantes en solución acuosa. Con la fórmula adecuada pueden emplearse como espumas contra incendios, aplicándose de forma parecida a los otros tipos de espuma.

Los concentrados líquidos de espuma tensoactiva de hidrocarburos se combinan con el agua en proporción de 1 a 6. Cuando se emplean aparatos generadores de espuma de tipo convencional para formar espuma con estas soluciones, el resultado es una espuma de aire que posee baja viscosidad y cualidades de diseminación rápida sobre la superficie de los líquidos. Sus características extinguidoras dependen del volumen de la capa espumosa sobre la superficie ardiente, que es lo que detiene el paso del aire e inhibe la producción de vapores combustibles, y el menor efecto enfriante del agua que forma parte de la espuma y que entra en acción debido a la rápida disolución de la masa de espuma. Esta solución acuosa no posee características peliculizantes sobre la superficie de los líquidos inflamables, aunque en ciertas condiciones puede producir una emulsión acuosa temporal debido a su agente humectante o crear propiedades detergentes. Debido a la baja tensión superficial y propiedades humectantes de las soluciones acuosas de estas espumas, también puede emplearse como agentes extintores contra fuegos clase A.

Las espumas tensoactivas de hidrocarburos sintéticos son generalmente menos estables que otro tipo de espumas contra incendio. Son espumas que son muy poco resistentes a la reaignición, no son recomendables para incendios de líquidos polares y generalmente se deben aplicar a mayor velocidad que otras espumas para lograr con ellas la extinción. No son compatibles con agentes extintores en polvo ni con otro tipo de espumas ya que las puede disolver, esto en caso de usarse simultáneamente.

5.8 Espumas de Tipo "Espuma Formadora de Película Acuosa AFFF"

Los agentes espumantes formadores de película acuosa se componen de materiales sintéticos que forman espumas de aire similares a las producidas por materiales a base de proteínas. Además son capaces de formar películas de solución acuosa sobre la superficie de los líquidos inflamables y de aquí toman su nombre, se conocen por sus iniciales en inglés AFFF (Aqueous Film Forming Foam "Espuma formadora de película acuosa"). Los concentrados AFFF se encuentran comercialmente para producir una concentración final del 3 o 6 % en volumen, ya sea con agua dulce o salada.

Las espumas de aire (mecánicas) generadas por las soluciones de

AFFF poseen baja viscosidad, rápida extinción y nivelación y actúan como barreras superficiales para impedir el contacto con el combustible con el aire y detener su vaporización, enfriando igual que lo hacen las otras espumas. Esta película que también puede extenderse por la superficie del combustible no cubierta totalmente por la espuma, se mantiene sobre la superficie aún en forma diegregada, mientras exista una reserva cercana que la continúe produciendo.

Sin embargo, para garantizar la extinción del fuego, la superficie del combustible debe estar completamente cubierta de AFFF, igual que sucede con otro tipo de espumas. El resultado de la doble acción de los agentes espumantes formadores de película es la producción de una espuma de alto poder de extinción, en términos de la cantidad de agua y de concentrado necesarios y de la rapidez con que actúan contra las fugas de combustible.

Los concentrados de AFFF contienen surfactantes fluorados de cadena larga con propiedades tensoactivas especiales. Se añaden distintos polímeros hidrosolubles de gran peso molecular para reforzar las paredes de las burbujas y retardar su disolución. La película acuosa las hace resistente a la reiginición, en comparación con otro tipo de espumas, la base de la extinción de las AFFF es la película acuosa y no precisamente el colchón de espuma que es la base de las otras espumas. No son tóxicas y son biodegradables después de la disolución. La vida útil de estos concentrados de AFFF almacenados en envases se compara favorablemente con la de otros concentrados de espumas sintéticas que no contengan sustancias naturales que pueden cambiar con el tiempo.

Las AFFF pueden emplearse en forma de capa protectora de espuma sobre la superficie del líquido inflamable no incendiado. En ciertas circunstancias puede emplearse para la extinción de algunos disolventes polares hidrosolubles.

Debido a la tensión superficial extremadamente baja de las soluciones que se obtienen con AFFF, éstas espumas pueden ser útiles para fuegos de tipo mixto (A y B) en las que se necesita la profunda penetración del agua además de la acción de protección superficial de la espuma.

Se necesitan aparatos generadores que produzcan espumas estables y homogéneas, para emplear con ventaja el AFFF. También pueden emplearse aparatos menos sofisticados gracias a la intrínseca capacidad de las soluciones de AFFF para formar espuma fácil y rápidamente. Son compatibles con agentes extintores en polvo en acción simultánea. Aunque los concentrados AFFF no deben mezclarse con otros tipos de concentrados de espuma, las espumas que producen no atacan a las espumas de otros tipos en la acción contra el fuego, por el contrario no se recomienda hacer este tipo de acción simultánea de AFFF con otro tipo de concentrados (protéico, fluoroprotéico, sintético) porque quizá la película acuosa no se forme óptimamente.

5.9 Espumas de Tipo AFFF/TIPO ALCOHOL

Las espumas que generan los agentes ordinarios están expuestas a la disolución rápida y pérdida de efectividad cuando se emplean en fuegos de líquidos combustibles hidrosolubles, hidromiscibles o de tipo de disolvente polar como por ejemplo los alcoholes, esmaltes y disolventes de lacas, metil etil cetona, éter isopropílico, acrilonitrilo, las aminas y los anhídridos, incluso pequeñas cantidades de estas sustancias mezcladas con combustibles de hidrocarburos comunes producirán la rápida disolución de las espumas contra incendio normales.

Por lo tanto, se han creado algunos agentes espumantes especiales, llamados tipo alcohol, haciendo mención que su nombre no es por que contengan dicho líquido, sino solo por hacer mención de algún disolvente polar.

Algunos de estos concentrados deben convertirse en espuma y aplicarse a la superficie en ignición casi inmediatamente después de su mezcla con agua. Las soluciones de este tipo no pueden bombearse a grandes distancias porque sus tiempos de recorrido (el tiempo necesario para que las soluciones de espuma recorran la distancia desde el generador hasta el orificio de descarga) antes de que se produzca la espuma, son cortos. Si superaran este tiempo serian ineficaces. Los agentes espumantes tipo alcohol se dividen en tres categorías generales:

1.- Concentrados a base de proteína que contienen pasta de metales pesados hechos solubles gracias a soluciones disolventes o amoniacales. Las espumas producidas con estos agentes requieren una aplicación muy suave sobre la superficie en ignición y tienen limitaciones respecto al plazo de recorrido.

2.- Consiste en dos componentes concentrados. Uno a base de un polímero, y otro a base de un catalizador, que vuelve a polimerizarse para conferir a la espuma así formada estabilidad frente a disolventes. Este tipo puede emplearse con aparatos que no tienen que aplicar la espuma necesariamente con suavidad sobre la superficie en ignición y no tiene limitaciones de plazo de recorrido.

3.- Concentrados de base sintética en un sistema de componente único, que producen espumas para aplicación sobre líquidos inflamables ordinarios o sobre disolventes de tipo polar por medio de cualquier aparato generador de espuma.

Los agentes de este tipo no tienen limitaciones de plazo de recorrido. Las temperaturas de uso normal para cualquiera de los agentes tipo alcohol van de 2 hasta 49°C.

Un ejemplo de este tipo de concentrados son los AFFF/ATC que sirven para atacar fuegos de tipo polar dosificando el concentrado al 6% en volumen con 94% de agua. El AFFF/ATC está formado por surfactantes fluorados formando una película acuosa y también contiene un polímero que forma a su vez una película que ayuda a prevenir la reignición y evitar la salida de vapores a la superficie, además si no existiera la película polimérica, la película acuosa se disolvería en el solvente

polar, es importante aclarar que primero se forma la película polimérica y posteriormente la película acuosa, todo esto sobre la superficie del líquido.

CAPITULO VI

DISEÑO DE SISTEMAS DE COMBATE
DE INCENDIOS EN TANQUES DE
ALMACENAMIENTO

CAPITULO VI

"DISEÑO DE SISTEMAS DE COMBATE DE INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO A BASE DE ESPUMAS MECANICAS"

6.1 Introducción

La espuma puede ser utilizada como un agente de extinción, control o prevención de incendios para peligros producidos por líquidos combustibles. La espuma para este tipo de peligros puede ser suministrada por sistemas fijos a base de tubería o por generadores de espuma portátiles. La espuma puede ser aplicada por salidas de descarga de espuma, las cuales permiten una aplicación suave sobre la superficie del combustible inflamado. La espuma también puede ser aplicada por medio de mangueras con boquillas para espuma, torres portátiles o monitores con boquillas de gran capacidad.

La espuma para protección de instalaciones peligrosas que involucren grandes posibilidades de fuga de líquidos inflamables cerca a equipos de gran valor, o en una gran área, puede ser suministrada por equipos fijos de tubería.

La aplicación de espuma para este tipo de riesgos es en la forma de lluvia o de una densa "tormenta de nieve". Las partículas de espuma se juntan o unen sobre la superficie del líquido en combustión después de caer desde las salidas de las boquillas para la aplicación de espuma, adecuadamente espaciadas para así cubrir toda el área con una densidad uniforme.

Los grandes incendios en derrames de líquidos inflamables pueden ser combatidos con equipo móvil, tal como un camión de bomberos o un camión industrial de espuma equipado con agente y equipo adecuado y capaz de generar grandes volúmenes de espuma a muy altos rangos. La espuma para este tipo de riesgos puede aplicarse como un chorro macizo o como un patrón disperso.

6.2 GENERALIDADES

Este capítulo no cubre los requisitos para sistemas de espuma de mediana o alta expansión. La razón es que las espumas de mediana y alta expansión están diseñadas para atacar fuegos en áreas confinadas o cerradas como por ejemplo: bodegas, almacenes, etc..

Este tipo de espumas están formadas de la misma forma que las de baja expansión, solo que en su interior almacenan más aire. aproximadamente 500 a 1000 veces más que las de baja expansión, por lo tanto esto hace que las burbujas sean de gran tamaño y muy ligeras y si se quisiera atacar un incendio en un tanque de almacenamiento (al aire libre) se corre el riesgo de que se la lleve el viento, por otro lado, la pared de las burbujas es muy débil debido a lo grande de esta y eso hace que sean poco resistentes al calor.

Unidades.

En esta sección, las medidas del sistema métrico están de acuerdo con el sistema métrico modernizado llamado Sistema Internacional de Unidades (SI). La unidad litro (l), que esta fuera de este sistema pero a su vez reconocida por el SI, es

comunemente utilizada en el lenguaje de la protección contra incendios.

6.3 Definiciones

"Aprobado"

Que es aceptado por la autoridad competente.

"Autoridad Competente"

La "Autoridad Competente" es la organización, oficina o individuo responsable de aprobar un equipo, una instalación o un procedimiento.

"Concentración"

El porcentaje de concentrado de espuma contenido en una solución de espuma. El tipo de concentrado de espuma utilizado determina el porcentaje de concentración requerido. Un concentrado de espuma al 3 % es mezclado en un rango de 97 partes de agua a 3 partes de concentrado de espuma, para hacer una buena solución. Un concentrado al 6 % es mezclado con 94 partes de agua y 6 partes de concentrado de espuma.

"Concentrado de espuma"

Concentrado de espuma es un líquido concentrado de agente espumógeno, tal como viene del fabricante.

"Dispositivo de Descarga"

Un dispositivo fijo, semifijo o portátil el cual dirige el flujo de la espuma al fuego o a la superficie del líquido en combustión.

"Inductor"(Proporcionador)

Un dispositivo que utiliza el principio del venturi para introducir una cantidad proporcionada de espuma (concentrado) dentro del flujo de agua. La presión en la garganta es menor que la presión atmosférica succionando así el líquido de un almacenamiento atmosférico.

"Métodos de producción de espumas"

Los métodos más comunes, reconocidos por este capítulo, para la producción de espuma son los siguientes:

"Boquillas de espuma o productores fijos de espuma"

Una boquilla para manguera especialmente diseñada, o un productor de espuma fijo diseñado para aspirar aire, es conectado a un suministro de solución de espuma. Estos equipos son construidos de tal forma, que uno o más chorros de solución de espuma descargan en un espacio con libre acceso de aire. Parte de la energía del líquido es utilizada para aspirar aire dentro del chorro y la turbulencia originada en este punto crea una espuma estable capaz de ser dirigida hacia determinado punto del sitio protegido. Varios tipos de dispositivos pueden ser instalados a la salida de la boquilla para así causar un patrón de niebla o en su defecto un chorro directo.

"Productor de espuma a presión" (Generador de alta contrapresión)

Un productor de espuma que utiliza el principio del venturi para la aspiración de aire dentro del chorro de solución de espuma, formando así una espuma bajo presión. En este

dispositivo se conserva suficiente energía de velocidad de tal forma, que la espuma producida puede ser conducida por medio de tubería fija, hacia el peligro o riesgo a proteger.

"Métodos de proporcionamiento para sistemas de espuma a base de aire"

Los métodos de proporcionamiento adecuados para suministrar la solución ideal de espuma y agua, reconocidos por este capítulo son:

"Bomba a motor para agua, en pareja"

Una bomba de desplazamiento positivo adecuadamente diseñada en la línea de suministro de agua, es acoplada con una segunda, pero más pequeña, bomba de desplazamiento positivo para el concentrado de espuma, para así hacer labor de desplazamiento. Boquilla inductora de espuma.

Un venturi adecuadamente diseñado con su correspondiente manguera de succión, es incluido dentro de la construcción de la boquilla de tal forma que, el concentrado de espuma es transportado por medio de la manguera desde el depósito de concentrado hasta la boquilla. El concentrado es entonces mezclado automáticamente con el agua en proporciones adecuadas.

"Inductor en línea"

Se localiza un inductor tipo venturi en la línea de conducción del suministro de agua al productor de espuma. Este es conectado por líneas simples o múltiples a la fuente de concentrado de espuma. Este es precalibrado y además puede ser ajustable.

"Proporcionamiento por medición"

Una bomba para el concentrado de espuma es utilizada para inyectar concentrado de espuma al torrente de agua. Orificios, venturis o ambos, controlan la proporción de agua y de concentrado de espuma. Se puede utilizar ajustadores manuales o automáticos en la inyección del concentrado de espuma por medio de controles de presión o de flujo. Otro tipo de proporcionamiento utiliza una bomba o un tanque de diafragma para así balancear la presión del agua y del concentrado (ver figura 25). Orificios de proporcionamiento variables proporcionan automáticamente para dar así una gran variedad de soluciones.

"Tanque de proporcionamiento a Presión"

Un método adecuado es el de movilizar el concentrado de espuma contenido en un tanque cerrado, por medio de flujos de agua a través de orificios tipo venturi. El tanque podrá ser con o sin diafragma separador.

"Proporcionador de Bomba" (Proporcionador alrededor de la Bomba)

La caída de presión entre el lado de succión y de descarga de la bomba de agua de un sistema es utilizada para inducir el concentrado de espuma dentro del agua, por medio de orificios variables o fijos conectados a un inductor tipo venturi, el cual está ubicado en un desvío entre la succión y la descarga de la bomba. (ver figura 26)

"Proporcionamiento"

Proporcionamiento es la introducción continua de concentrado

TANQUE PROPORCIONADOR DE DIAFRAGMA A PRESION

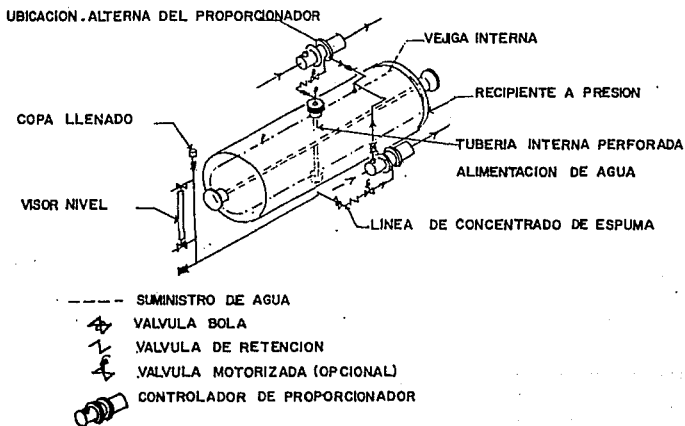
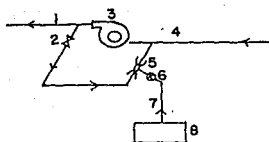


FIG.25



- 1 LINEA DE DESCARGA DE SOLUCION
- 2 VALVULA DE CIERRE EN DESVIO
- 3 BOMBA
- 4 LINEA DE SUCCION DE AGUA
- 5 INDUCTOR
- 6 VALVULA DE MEDICION
- 7 RECOGEDOR DE CONCENTRADO DE ESPUMA
- 8 DEPOSITO DE CONCENTRADO DE ESPUMA

PROPORCIONADOR ALREDEDOR DE LA BOMBA.

FIG.26

de espuma en el porcentaje recomendado dentro del chorro de agua, para así formar una solución de espuma.

"Solución de Espuma"

Solución de espuma es una mezcla homogénea de agua y concentrado de espuma en una proporción adecuada.

"Solución de Espuma Premezclada"

Una solución premezclada es una solución producida introduciendo una cantidad determinada de concentrado de espuma dentro de una cantidad de agua dada de un recipiente de almacenamiento.

6.4 Sistemas de Espuma. (Tipos y Requerimientos).

Descripción del Sistema. Un sistema consiste de un suministro o fuente de agua adecuado, una fuente de concentrado de espuma, un equipo de proporcionamiento adecuado, un apropiado sistema de tubería, productores de espuma y dispositivos de descarga diseñados para distribuir adecuadamente la espuma sobre el riesgo. Algunos sistemas podrán incluir dispositivos de detección.

Estos sistemas son del tipo de salida abierta los cuales descargan espuma desde todas las salidas y al mismo tiempo, cubriendo así el área completamente dentro de los límites del sistema.

Los sistemas autocontenidos son aquellos en los cuales todos sus componentes e ingredientes, incluyendo el agua, son contenidos dentro del sistema. Este tipo de sistemas generalmente tienen un suministro de agua o un tanque de suministro de solución premezclada, presurizado por aire o por un gas inerte. La liberación de esta presión pondrá el sistema en operación.

Existen cuatro (4) tipos básicos de sistemas:

- a) Fijo
- b) Semifijo
- c) Móvil
- d) Portátil

a) Sistemas fijos.

Son instalaciones completas a base de tuberías desde una estación central de espuma, descargando esta por salidas fijas hacia el riesgo a proteger. Cualquier bomba que se requiera estará permanentemente instalada.

b) Sistemas semifijos.

1) Sistemas en los cuales el riesgo en sí, está equipado con salidas de descarga fijas conectadas a un sistema de tubería el cual va hasta una distancia segura. La instalación de tubería fija puede o no incluir un productor de espuma. Los equipos productores de espuma necesarios serán transportados a

la escena después de que el incendio se inicie y posteriormente serán conectados a la tubería.

2) Sistemas en los cuales la solución de espuma es conducida por tubería a través de toda el área desde una estación central de espuma. La espuma es liberada a través de mangueras, productores de espuma portátiles, tales como monitores, torres de espuma, mangueras, etc..

c) Sistemas Móviles.

Este tipo de sistemas incluye cualquier tipo de equipo productor de espuma montado sobre ruedas, el cual puede ser remolcado o de auto-propulsión. Estas unidades pueden ser conectadas a una fuente adecuada de suministro de agua o a una fuente de solución premezclada.

d) Sistemas Portátiles.

Sistemas en los cuales todo el equipo productor de espuma, tales como mangueras, y demás materiales, son transportados manualmente.

Suministro de Agua.

Fuentes de agua, incluyendo solución premezclada .

Calidad.

El agua suministrada a equipos de espuma puede ser suave o dura, fresca o salada, pero debe ser de una calidad adecuada tal, que no permita que se presenten efectos adversos sobre la formación de la espuma o estabilidad de la misma. No debe tener ningún inhibidor de corrosión, ningún químico de emulsión o ningún otro aditivo, a menos de que se consulte al fabricante del concentrado de espuma.

Cantidad.

El suministro de agua debe ser en cantidad suficiente para alimentar todas las salidas que puedan ser utilizadas al mismo tiempo. Esto incluye no solamente el suministro de agua requerido por el aparato de espuma sino que también incluye el volumen de agua que pueda ser requerido para otras operaciones de ataque de incendios.

Los sistemas de solución premezclada no necesitan tener un suministro de agua continuo.

Presión.

La presión existente a la entrada del equipo de espuma (generador de espuma, productor de espuma, etc.) bajo condiciones requeridas de flujo, debe ser al menos, la presión mínima para la cual el sistema ha sido diseñado.

Temperatura.

La óptima producción de espuma se obtiene utilizando agua a temperaturas entre los 40°F (4°C) y los 100°F (37.8°C). El agua a temperaturas mayores o menores puede reducir la eficiencia de la espuma.

Diseño.

El sistema de agua debe ser diseñado e instalado de acuerdo a la norma NFPA 24 (National Fire Protection Association).

Si existe la posibilidad de que cuerpos sólidos o de suficiente

tamaño puedan obstruir las entradas o dañar los equipos de espuma, se debe utilizar coladores adecuados. Los hidrantes encargados del suministro de agua para los sistemas de espuma deben estar localizados y en cantidad suficiente tal como lo requiere la autoridad competente.

Almacenamiento.

Los suministros de agua o las soluciones pre-mezcladas deben protegerse adecuadamente contra las acciones congelantes del clima, también los tanques de almacenamiento de concentrado y de soluciones pre-mezcladas se deben proteger con recubrimientos tales como resinas epóxicas, etc. o bien, que los tanques sean de fibra de vidrio, si no se toman en cuenta estas medidas, es probable que los residuos producto de la corrosión del tanque tape las tuberías ocasionando un problema mayor.

Bombas de agua.

Quando se requieren bombas de agua para la operación de sistemas de espuma estas deben ser diseñadas e instaladas de acuerdo con la norma NFPA 20.

6.5 CONCENTRADOS DE ESPUMA. SUMINISTROS Y BOMBAS

ALMACENAMIENTO.

Instalaciones de Almacenamiento.

El almacenamiento del concentrado de espuma y los equipos deben estar en una ubicación accesible y no expuesta al peligro que se protege. Si están en una caseta, ésta debe ser de material no combustible. Para sistemas exteriores no automáticos, la autoridad competente podrá permitir el almacenamiento de concentrado de espuma fuera de las instalaciones, siempre y cuando haya disponibilidad en todo momento. Debe proveerse facilidades de manejo, transporte y carga adecuados.

Los suministros provenientes de fuera deben ser del tipo adecuado para ser utilizados en sistemas de una instalación dada. En el caso de un incendio, estos suministros deben acumularse en suficiente cantidad, antes de iniciar la operación de los equipos, para así asegurar un suministro sin interrupción de espuma al rango adecuado de diseño por el tiempo requerido.

Cantidad.

La cantidad de concentrado debe ser al menos la suficiente para proteger el riesgo simple más grande, o para proteger un grupo de riesgos simultáneamente, por ejemplo:

1) Lo primero que se toma en cuenta es el área a proteger.
a) NFPA recomienda 1.5 veces el diámetro del tanque más grande y con mayor riesgo entre tanque y tanque, siempre y cuando estén separados por un dique, si no se cumple esta condición, el área que se tomará en cuenta para el cálculo será la que ocupen todos los tanques que se encuentren en la granja.

b) Si se cumple dicha condición, entonces se tomará el área de cada tanque; por ejemplo: Si el diámetro del tanque son 20 m., por fórmula es: $\pi (3.1416) * r^2 = 3.1416 * (10)^2 = 314.16 \text{ m.}$

2) Lo segundo en tomarse en cuenta es el rango de aplicación;

esté dato es proporcionado por NFPA según las propiedades del líquido (flash point, miscibilidad en agua, etc.), por ejemplo si se trata de un líquido no miscible en agua y con un flash point de -44°C (gasolina) entonces el rango de aplicación será de 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²). Este rango va de 4.1 a 9.8 lpm/m².

3) El tercer dato importante para el cálculo es el tiempo mínimo de aplicación, también proporcionado por NFPA; este dato va desde 20 hasta 65 minutos dependiendo el equipo de aplicación, el diámetro del tanque y las propiedades antes mencionadas del líquido. En este caso será de 50 minutos (sistema portátil, diámetro antes mencionado al igual que las propiedades del líquido).

4) El cuarto dato es la dosificación del concentrado de espuma. Cuando se trata de líquidos derivados de hidrocarburos no miscibles en agua (gasolina, diesel, combustóleo, heptano, etc.) se dosifica al 3 % y cuando se trata de líquidos polares (alcoholes, cetonas, ésters, etc.) se dosifica al 6 %, en nuestro ejemplo se dosifica al 3 %.

Ahora bien, si multiplicamos el área, por el rango de aplicación, por el tiempo de aplicación y por la dosificación; obtenemos la cantidad total de concentrado que necesitamos almacenar para cualquier emergencia.

Área * Rango de Aplic. * Tiempo de Aplic. * Dosificación =
Concentrado

$314.16 \text{ m}^2 * 4.1 \text{ lpm/m}^2 * 50 \text{ min.} * 3 \% = 1932.084 \text{ l. de concentrado.}$

Si se quiere saber que cantidad de agua se va a utilizar, entonces se hace el siguiente cálculo:

Área * Rango de Aplic. * Tiempo de Aplic. = Cantidad de agua a utilizar.

$314.16 \text{ m}^2 * 4.1 \text{ lpm/m}^2 * 50 \text{ min.} = 64.402.8 \text{ lts. de agua}$

Si se quiere saber la capacidad de las bombas que se deben instalar, se hace lo siguiente:

Área * Rango de Aplicación = Capacidad de las bombas

$314.16 \text{ m}^2 * 4.1 \text{ lpm/m}^2 = 1288.056 \text{ lpm}$ si lo pasamos a GPM será:

$1288.056 / 3.785 = 340.30 \text{ GPM.}$

NOTA: Este cálculo se hizo para un líquido no miscible en agua, aplicado con un sistema portátil y un tanque de 20 m. de diámetro.

Condiciones de Almacenamiento.

Para asegurar la correcta operación de cualquier sistema productor de espuma, debe tenerse en cuenta las características tanto físicas como químicas de todos los materiales utilizados en el diseño del sistema. Debido a que estos sistemas pueden no

ser utilizados durante mucho tiempo después de su instalación, la escogencia adecuada de las condiciones de almacenamiento y mantenimiento pueden determinar la confiabilidad y el grado de excelencia en la operación del sistema, cuando éste es operado. Los concentrados de espuma están sujetos a la congelación y a su deterioro durante largos períodos de almacenamiento a altas temperaturas, por lo tanto debe almacenarse dentro de las limitaciones de tiempo estipuladas. Estos concentrados pueden ser almacenados en compartimientos para su transporte, y en tanques de almacenamiento, dependiendo el tipo de sistema. La ubicación de estos contenedores requiere especial atención para así protegerlos contra el deterioro exterior debido al polvo y a otras causas. Los tanques de almacenamiento también requieren especial atención para así minimizar la superficie del líquido en contacto con el aire y evitar la evaporación de los concentrados y/o sus ingredientes. Los tanques de almacenamiento y los contenedores para transporte deben estar claramente marcados para identificar el tipo de concentrado y la concentración adecuada de solución.

Suministro de Reserva.

Suministro de reserva de concentrado de espuma. Debe existir suficiente cantidad de materiales productores de espuma en reserva para así garantizar la puesta en servicio del sistema, después de haber sido utilizado. Este suministro adicional podrá estar en tanques separados o en compartimientos, en barriles, o disponibles de una fuente exterior dentro de las siguientes 21 horas. Se recomienda almacenar un 10 % de la cantidad recomendada en el cálculo.

Suministros Auxiliares.

Otros equipos o materiales que puedan ser necesarios para el aislamiento del sistema, como extintores de dióxido de Carbono, deben estar disponibles en suficiente cantidad.

Bombas de Concentrado de Espuma.

Diseño. El diseño y los materiales de construcción deben ser los adecuados para el uso con el tipo de concentrado de espuma para así minimizar la corrosión, el deterioro y el daño. Debe tenerse especial atención con el tipo de empaques y sellos utilizados.

Capacidad y Presión.

Las bombas deben tener una capacidad adecuada para llenar los requisitos máximos de operación de un determinado sistema. Para asegurar una inyección positiva, el rango de presión de descarga, en el punto de inyección de concentrado, a la capacidad de descarga del diseño, debe ser la suficiente por encima de la presión máxima del agua bajo cualquier condición que se presente.

Alivio de Presión.

Debe suministrarse bombas de desplazamiento positivo con medios adecuados de alivio de presión sobre el lado de descarga del circuito al lado de suministro del mismo, para evitar así, una excesiva presión y temperatura. Bombas centrífugas podrán requerir un medio de alivio de presión, dependiendo el tipo de presión de impulso y apagado.

Lavado.

Las bombas deben tener medios adecuados para un correcto lavado del sistema con agua limpia. Estas deben suministrarse con sus correspondientes válvulas de drenaje.

Controladores.

Los controladores que manejan las bombas de concentrado deben ser del tipo aprobado por la autoridad competente. Cuando el equipo de control recomendado o listado no está disponible o no se consigue, se podrá utilizar un equipo de control tipo industrial con suficiente capacidad de interrupción, tal como lo estipula NFPA 20.

Diseño del Sistema de Tubería.

Materiales de Tubería. La tubería a utilizar dentro del área de peligro debe ser de acero o de algún otro tipo de aleación adecuada para la presión y temperatura involucrada pero nunca podrá ser menor que la de peso normal de acuerdo a la actual norma americana. La tubería con especificaciones normales para uso con agua podrá ser utilizada fuera del área o perímetro de peligro. Cuando la tubería esta expuesta a las influencias de la corrosión, ésta debe estar protegida adecuadamente.

Tubería liviana.

La tubería liviana podrá ser utilizada en áreas donde la exposición al fuego sea improbable [calibre 10 en tamaño nominal de hasta 5"; 0.134" (3.4 mm.) de espesor de pared para 6"; y 0.188" (4.78 mm) de espesor de pared para 6" y 10"]. La selección del espesor de la pared de la tubería debe estar basada en conceptos tales como presión interna, corrosión tanto interna como externa, y requisitos de dobleces y curvas mecánicas.

Válvulas.

Todas las válvulas a utilizar deben ser de tipo (tal como OS & Y o indicadora de poste) y deben estar aprobadas. Para los puntos bajos de la tubería sobre o debajo de la tierra, deben suministrarse válvulas de drenaje fácilmente accesibles. Las válvulas de especificaciones de uso normal de agua se podrán utilizar fuera del área de peligro o fuera del dique. Dentro del área de peligro deben utilizarse válvulas automáticas o aisladoras en acero u otra aleación capaz de resistir la exposición al fuego y a la temperatura esperada.

Accesorios.

a) Todos los accesorios de tubería deben ser de norma americana para la clase y presión involucrada, pero nunca menor a la de peso normal. En las secciones secas de la tubería expuesta al fuego se podrá utilizar accesorios de acero o hierro maleable. En sistemas auto-soportantes, todos los accesorios deben ser de acero o hierro maleable.

b) Accesorios de caucho o de empaques elásticos no se deben utilizar en las áreas expuestas al fuego, a menos que el sistema sea activado automáticamente.

c) Las roscas de la tubería deben estar de acuerdo a la norma B 2.1 del Instituto Nacional de Normas Americanas. Roscas de tubería. Las dimensiones del las ranuras cortadas o

rebordeadas, y de los diámetros exteriores de la tubería deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y con las certificaciones de laboratorios aprobados.

d) Es preferible usar soldadura, siempre y cuando este proceso no cree riesgos de incendios. Debe ponerse especial atención para verificar que las rebabas sean cortadas y para que la tubería quede interiormente libre de obstrucciones.

Coladores.

Cuando exista la posibilidad de tener sólidos de suficiente tamaño para obstruir las líneas del equipo de espuma, debe utilizarse coladores o filtros aprobados por la autoridad competente. El colador debe tener una relación entre el área abierta de la canastilla al área interna de la tubería de por lo menos 10 a 1.

Ganchos, Soportes y Protección de la tubería.

a) Cuando la tubería esta normalmente llena de líquido, debe protegerse contra el congelamiento (si es necesario).

b) Toda la tubería de distribución debe estar arreglada para un drenaje adecuado y debe tener un grado de inclinación de 1/2" por cada 10' de tubería (4 mm. por metro).

c) Cuando el área a proteger presenta posibilidades de explosión, la tubería debe tener una ruta específica para así asegurar una mejor protección contra eventuales daños. La tubería de suministro a las salidas de espuma para proteger un riesgo en una determinada área, no deben pasar sobre otro peligro o riesgo en la misma área peligrosa.

d) Todos los soportes o ganchos deben ser del tipo aprobado. No se permita taladrar o roscar miembros estructurales, cuando esto constituya un debilitamiento inaceptable a la estructura. Se podrán hacer acondicionamientos a las estructuras de acero o concreto existentes y a los soportes del equipo. Cuando los métodos convencionales para soportar tubería con propósitos de protección no se pueden utilizar en un sistema, la tubería se debe soportar de tal manera que produzca un esfuerzo equivalente al producido por el método convencional.

Diseño Hidráulico de Sistemas de Tubería.

Tamaños de la Tubería.

Puesto que una protección efectiva depende de un adecuado volumen de agua (o solución) a la presión adecuada para los dispositivos productores de espuma, cada sistema requiere consideraciones individuales con respecto a la selección del tamaño de la tubería a utilizar. El tamaño de la tubería se tiene que seleccionar de acuerdo, para producir el rango de descarga adecuado a la presión adecuada.

Los sistemas de tubería se deben calcular y dimensionar hidráulicamente para así obtener una distribución razonablemente uniforme de espuma y para permitir pérdidas razonables en la línea de suministro de agua. Los ajustes en el tamaño de la tubería para lograr un suministro uniforme, deben estar basados en un porcentaje de variación máxima del 15 % de la descarga promedio asumida por cada dispositivo de descarga.

pero considerando que la descarga total del sistema del rango de descarga diseñado.

El cálculo de la red contra incendio se verá posteriormente.

Lavado Después de Uso.

Debe preverse en el diseño del sistema, medios adecuados para lavar el concentrado o la solución de espuma de la tubería, con agua limpia.

Operación y Control de los Sistemas.

a) Métodos de Activación.

Los sistemas deben clasificarse de acuerdo a su forma de activación, en manuales o automáticos. Un sistema automático es aquel que es activado por un equipo de detección automático. Este tipo de sistemas también puede activarse manualmente.

b) La operación del sistema debe controlarse por medios neumáticos, eléctricos, mecánicos o hidráulicos listados y/o aprobados. Cuando la operación es automática, debe utilizarse una fuente confiable y adecuada de energía. La necesidad de un suministro alternativo de energía debe determinarse por la autoridad competente.

Sistemas Activados Manualmente.

Los controles para este tipo de sistemas deben estar en un sitio accesible lo suficiente separado del área de peligro para así permitir que estos sean operados durante una emergencia, y lo suficientemente cerca para que el operador aprécie las condiciones reales del fuego. La ubicación y propósitos de estos controles debe estar claramente indicados y relacionados en las instrucciones de operación.

Sistemas Activados Automáticamente.

Todos los dispositivos de operación deben ser adecuados para las condiciones que se espera encontrar. Estos no deben dañarse fácilmente, ni deben ser susceptibles a activaciones intempestivas a causa de factores climáticos, como altas y bajas temperaturas, a humedad atmosférica, o a condiciones marinas.

Se pueden utilizar varios tipos de sistemas de detección de gases inflamables y de incendios. Estos detectores usualmente activan el sistema, operando la válvula de control de agua u operan algún otro dispositivo de activación. Todos los otros equipos deben estar interconectados para que al ser activado el sistema, suministren la solución de espuma mezclada adecuadamente a los generadores de espuma y la distribuyan sobre el riesgo.

Un equipo de detección automático, sea éste hidráulico, neumático o eléctrico, debe estar incorporado con una supervisión tal, que una falla en el equipo o una pérdida de la presión de aire supervisadora, resulte en una notificación positiva de la condición anormal.

El equipo de detección automático del tipo eléctrico o cualquier sistema eléctrico adicional, instalados en áreas peligrosas, debe estar expresamente diseñado para ser utilizado en este tipo de áreas.

En algunos casos es deseable tener un sistema que se apague automáticamente después de un tiempo de operación predeterminado. Este dispositivo o sistema debe tener la

aprobación de la autoridad competente.

El sistema de detección debe activar un alarma local como una alarma en una central constantemente atendida. Estas alarmas también serán actuadas cuando el sistema sea de tipo manual.

Aprobación de Planos.

Los planos deben ser entregados a la autoridad competente para su respectiva aceptación y aprobación.

Especificaciones.

Se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) La especificación debe asignar y designar la autoridad competente, y debe indicar cuando es necesario una aprobación de planos.

b) Las especificaciones deben establecer que la instalación si esta de acuerdo a la presente norma y que cuenta con la aprobación de la autoridad competente.

c) Las especificaciones deben incluir todas las pruebas requeridas para la autoridad competente para otorgar su aprobación y también debe indicar como será costeadado el valor de las pruebas.

Planos.

Los planos deben contener la siguiente información:

- a) Detalles físicos del riego incluyendo ubicación, disposición y materiales peligrosos involucrados.
- b) Tipo y porcentaje de concentrado de espuma.
- c) Rango de aplicación de solución requerida.
- d) Necesidades de agua.
- e) Cálculos que muestren la cantidad de concentrado necesario.
- f) Cálculos hidráulicos.
- g) Identificación y capacidad de todos los equipos y dispositivos.
- h) Localización de toda la tubería, de dispositivos de detección, de dispositivos de operación, de generadores, de bocas de descarga , y equipo auxiliar.
- i) Diagrama esquemático de sistema de cableado.
- j) Explicación y aclaración de cualquier situación especial.

En estos sistemas, solamente se podrá utilizar equipos, dispositivos y concentrados aprobados o listados por laboratorios o instituciones correspondientes.

Todos los planos completos y toda la información referente a las bombas, conductores, propulsores, concentrados, controladores, suministros de energía, accesorios, conexiones

de succión y descarga y otros aspectos deben ser sometidos a la aprobación de la autoridad competente antes de su instalación. El contratista debe suministrar tablas de curvas de presión, de capacidad de entrega, de eficiencia y de potencia para las bombas utilizadas en el sistema.

6.6 SISTEMAS DE ESPUMA - CRITERIOS DE DISEÑO.

Monitores de Espuma y Líneas Manuales.

Aplicaciones.

Esta sección se refiere a sistemas de espuma en los ésta es aplicada por medio de monitores fijos, portátiles o líneas de manguera manuales. Estos son adecuados para ser utilizados en la extinción de incendios en derrames, incendios en diques, e incendios de tanques verticales de techo fijo. Estos también son recomendados como una protección auxiliar en conjunción con otros sistemas fijos. Las líneas de manguera portátiles son adecuadas para la extinción de incendios en el borde de tanques de techo flotante.

Definiciones.

Chorro de Espuma de Monitores.

Un chorro de espuma de gran capacidad proveniente de una boquilla la cuál está montada en posición que puede ser variada por una sola persona.

Chorro de Espuma de Manguera.

Un chorro de espuma proveniente de una manguera manual.

Línea Manual.

Una manguera y una boquilla que pueden ser controladas y dirigidas manualmente. Generalmente la reacción en la boquilla limita el flujo de solución a aproximadamente 300 gpm (1135 l/min.).

Monitor Fijo.

Dispositivo que descarga un gran chorro de espuma, el cuál está montado en un soporte estacionario, a nivel o elevado. El monitor puede ser alimentado de solución por tubería o por manguera.

Monitor Portátil.

Un dispositivo el cuál descarga un chorro de espuma por un monitor, el cuál está montado sobre un soporte movable o sobre ruedas para que sea fácilmente transportado a la escena del fuego.

El Uso de Monitores y Líneas Manuales de Espuma.

Limitaciones.

Los monitores con boquilla no deben considerarse como medio primordial para la protección de tanques de techo fijo con diámetros mayores de 18 mts.. Las líneas manuales de espuma no deben considerarse como medio principal para la protección de tanques de techo fijo mayores de 9 mts. de diámetro ni mayores

de 6 mts. de alto.

Nota: Los incendios en tanques de más de 39 mts. de diámetro han sido extinguidos con monitores de gran capacidad. Dependiendo de la intensidad del fuego y del tipo de tanque de techo fijo, el fuego ascendente debido al efecto de chimenea puede evitar la formación del manto de espuma sobre la superficie del líquido. La espuma debe ser aplicada pareja y continuamente. Preferiblemente, ésta debe ser aplicada sobre la pared interior del tanque, para que la espuma fluya suavemente sobre la superficie del líquido, evitando así el fenómeno de la sumersión. Esto puede ser difícil de lograr a causa de los vientos adversos, dependiendo de su velocidad y dirección, ya que estos reducen la efectividad del chorro de espuma. Usualmente los monitores localizados a nivel no son recomendados para extinguir incendios en los bordes de tanques de techo flotante, debido a la dificultad para ubicar el chorro de espuma en el espacio anular. Los incendios de tanques de techo fijo, cuando éste se encuentra roto o desgarrado no son fáciles de extinguir debido al acceso limitado para la espuma proveniente de los monitores a nivel de tierra. Los monitores fijos de espuma pueden ser utilizados para proteger áreas de almacenamiento de tanques, tambores y contenedores de combustible.

Rangos de Aplicación de Espuma.

El rango de descarga mínimo para lograr una protección primaria basada en la suposición de que toda la espuma llega al área protegida, debe ser tal como se describe a continuación. Al determinar los requerimientos totales de flujo, debe tenerse en cuenta las pérdidas potenciales debido al viento y a otras causas.

Tanques que Contienen Hidrocarburos Líquidos.

El rango de descarga de solución de espuma debe ser al menos de 0.16 gpm/pie² [6.5 (l/min.)/m²] de área de superficie del líquido del tanque a ser protegido.

Nota 1: Se incluye en esta sección gasolina-alcohol y gasolinas sin plomo que no contengan más de 10 % de alcohol en volumen. Cuando el contenido de alcohol es superior al 10 % en volumen, la protección debe estar de acuerdo a la siguiente sección.

Nota 2: Los líquidos inflamables que tengan un punto de ebullición menor de 37.8 °C pueden requerir mayores rangos de aplicación. Los rangos de aplicación podrán ser determinados por medio de pruebas. Los líquidos inflamables con un amplio rango de puntos de ebullición pueden desarrollar una onda descendente de calor después de un largo tiempo de combustión, y por lo tanto podrá requerir rangos de aplicación de 0.2 gpm [(8.1 l/min/m²)] o más.

Nota 3: Se debe tener especial cuidado al aplicar chorros portátiles de espuma a materiales de alta viscosidad, calentados por encima de los 93.3 °C. Debe tenerse un buen juicio al aplicar espuma a tanques que contengan aceites calientes, asfaltos en llamas, o líquidos que tengan puntos de ebullición mayores que el del agua. Aunque el contenido relativamente bajo de agua en la espuma puede enfriar

satisfactoriamente estos líquidos cuando es aplicada en rangos lentos, ésta también puede causar un violento rebosamiento o un desbordamiento espumoso del contenido del tanque.

Tanques que contienen otros líquidos combustibles e inflamables que requieren una espuma especial. Líquidos solubles en agua, ciertos líquidos combustibles e inflamables, y algunos solventes polares que destruyen la espuma convencional, requieren un tipo de espuma resistente a los alcoholes. En general, los tipos de espuma resistente a los alcoholes pueden ser aplicadas efectivamente por monitores y mangueras manuales a derrames, cuando la profundidad de estos líquidos no excede de 1' (25 mm.) Para líquidos con mayores profundidades, los monitores y mangueras deben utilizarse con espumas resistentes al alcohol especialmente diseñadas para ello. En todos los casos, el productor del concentrado de espuma y del equipo productor de espuma deben ser consultados con respecto a las limitaciones y recomendaciones basadas en las listas y en fuegos de prueba específicos. La siguiente tabla son los rangos de aplicación mínimos recomendados:

Tipo de Líquido	Rango de Aplicación	
	gpm/pie ²	(l./min.)/m ²
Alcohol Etilico y Metilico	0.16	6.5
Acrilo Nitrilo	0.16	6.5
Acetato Etilico	0.16	6.5
Metil Etil Cetona	0.16	6.5
Acetona	0.24	9.8
Alcohol Butilico	0.24	9.8
Eter Isopropilico	0.24	9.8

Los productos tales como el alcohol isopropilico, metil isobutil cetona, monómeros de metil metacrilato y mezcla de solventes polares podrán requerir rangos de aplicación mayores. La protección de productos tales como las aminas y los anhídridos, los cuales son particularmente destructivos de las espumas, requieren especial atención.

Cuando se utilicen espumas resistentes al alcohol, debe tenerse en cuenta el tiempo de tránsito de la solución. El tiempo de aplicación es el tiempo entre la inyección del concentrado de espuma al agua y la inducción de aire y puede estar limitado, dependiendo de las características del concentrado de espuma, de la temperatura del agua y de la naturaleza del riesgo protegido. El tiempo máximo de tránsito de solución para cada instalación específica debe estar dentro de los límites establecidos por el fabricante.

Si la aplicación de la espuma resulta en una sumersión de la misma, la operación de la espuma resistente al alcohol usualmente se deteriora significativamente, especialmente cuando el líquido está depositado en capas profundas. El grado de deterioro de la operación de la espuma depende del grado de solubilidad en agua del líquido, es decir, entre más soluble, mayor será el deterioro.

Duración de la Descarga

El equipo debe ser capaz de operar para suministrar una protección primaria a los rangos de descarga especificados anteriormente, por los siguientes períodos de tiempo:

a) Tanques que contengan hidrocarburos líquidos:

Con puntos de llama entre 37.8°C a 93°C.

50 min.

Con puntos de llama por debajo de los 37.8 °C o líquidos calentados por encima de su punto de llama.

65 min.

Petróleo Crudo.

65 min.

b) Tanques que contienen otros líquidos combustibles e inflamables que requieren una espuma especial. Las espumas resistentes a los alcoholes requieren procedimientos diferentes tal como fué discutido anteriormente. El tiempo de operación debe ser de 65 min. al rango de aplicación especificado, a menos que el productor haya establecido un menor tiempo en pruebas de fuegos.

Quando el propósito principal del sistema es el de suministrar protección primaria a incendios de derrames, el tiempo mínimo de descarga para el equipo fijo debe ser de 10 min.. Para equipo portátil debe ser de 15 minutos.

Protección de fuegos en Derrames de Hidrocarburos.

El mínimo rango de descarga de solución de espuma para la protección del área potencial debe ser de 0.16 gpm/pie² (6.1 lpm/m²) se utiliza concentrado protéico o fluorprotéico. Cuando se utiliza concentrado AFFF el rango mínimo de descarga debe ser de 0.1 gpm/pie² (4.1 lpm/m²).

Protección del área dentro del dique.

Generalmente, los monitores portátiles, o las mangueras han sido útiles en el combate de incendios en derrames o de incendios en el área del dique. Para obtener mayor flexibilidad en el estanque, debido al desconocimiento de la ubicación y magnitud de un posible fuego, es muy recomendable el uso de remolques o de monitores sobre ruedas. El procedimiento para combatir fuegos en el área del dique, es el de extinguir una área y luego proceder a las otras secciones involucradas dentro del dique. Se debe continuar con esta técnica hasta haber extinguido toda el área.

Fuentes de Concentrado de Espuma.

Rangos de consumo de concentrado de espuma, los rangos de consumo deben estar basados en el porcentaje del concentrado utilizado en el diseño del sistema (es decir 3 %, 6 %, o algún otro porcentaje aprobado por la autoridad competente).

Para determinar los volúmenes de espuma requeridos para la protección de los tanques, la cantidad debe basarse en los requerimientos para el tanque más grande.

Requisitos para Llenar la Tubería.

Debe contarse con suficiente concentrado de espuma para producir solución de espuma o espuma para llenar las líneas de alimentación instaladas entre la fuente de espuma y el riesgo

mas lejano protegido por esa línea. Cuando el flujo de agua continúa después que el suministro de espuma es interrumpido, y éste empuja la solución de espuma desde las líneas hasta el riesgo, no será necesario una cantidad adicional de concentrado para esta sección.

Requerimientos de Mangueras.

No se deben utilizar mangueras de lona con equipos de espuma.

Sistemas Fijos y Semifijos para Tanques Exteriores de Almacenamiento.

Aplicaciones.

Esta sección contiene requisitos para la protección de tanques de almacenamiento verticales exteriores de líquidos combustibles e inflamables, por medio de equipo fijo de descarga de espuma. El diseño del sistema debe estar basado en la protección del tanque que requiera mayor flujo de solución, incluyendo el uso adicional de mangueras.

Nota: Los tanques que contienen líquidos combustibles de la clase III (con puntos de llama en o por encima de los 60°C no requiere, en general, protección de base de espuma. La protección a base de espuma para líquidos combustibles es deseable cuando existen situaciones especiales o anormales, tal como en el caso de productos de alto valor o almacenamiento de líquidos calentados por encima de sus puntos de llama.

Definiciones.

Boca fija de Descarga de Espuma (Cámara de Espuma).

Un dispositivo permanente montado al tanque, por medio del cuál la espuma es aplicada al interior del tanque.

Inyección de Espuma por la Base.

Descarga de espuma dentro de un tanque de almacenamiento desde una salida o boca ubicada en la parte inferior del mismo.

Inyección de Espuma Semi-subsuperficial.

Descarga de espuma en la superficie del líquido de un tanque de almacenamiento desde una manguera flotante proveniente de una tubería ubicada cerca de la parte inferior del tanque.

Salida de Descarga del Tipo I.

Una boca de descarga aprobada la cual conduce y deposita la espuma suavemente sobre la superficie del líquido sin ocasionar la sumersión de ésta o la agitación indeseable del líquido.

Salida de Descarga del Tipo II.

Una boca de descarga aprobada que no deposita la espuma suavemente sobre la superficie, pero está diseñada para disminuir las posibilidades de sumergir la espuma y la agitación de la superficie.

Torre de Espuma portátil.

Un dispositivo que es llevado a la escena del fuego, levantado y puesto en operación, descargando espuma sobre la superficie del líquido en combustión después de que el fuego ha comenzado. Las torres portátiles de espuma están equipadas con

salidas de descarga de tipo I o de tipo II, especialmente diseñadas para aplicar espuma al interior del tanque.

Nota: Dentro del cubrimiento de ésta norma, las boquillas de monitores montadas sobre escaleras aéreas no son consideradas torres de espuma. Debido a los rangos de aplicación mayores requeridos por estas boquillas.

Limitaciones.

a) Los requisitos dados en esta sección están basados en extrapolaciones de experiencias de pruebas y de listados apropiados, y reflejan las limitaciones conocidas hasta la fecha.

b) La espuma puede fallar en el sello contra las paredes del tanque debido a un prolongado calentamiento previo a la descarga de la espuma. Si existen adecuados suministros de agua, se deben aplicar enfriamientos de la lámina para tener mejores resultados.

c) Las descargas fijas no son recomendadas para la descarga de la espuma en tanques horizontales o presurizados.

Tiempos Mínimos de Descarga.

El sistema debe ser capaz de operar en el rango de descarga especificada a continuación:

Si se trata de hidrocarburos líquidos, el rango de descarga de eolución debe ser al menos 0.1 gpm/pie² (4.1 Lpm/m²) del área de la superficie del líquido del tanque a ser protegido. El rango máximo será de 0.2 gpm/pie². (8.1 Lpm/m²), para el tanque a ser protegido, por los siguientes períodos mínimos de tiempo. Si el equipo disponible tiene un rango de descarga mayor a 0.1 gpm/pie² puede hacerse una reducción proporcional a la figura de tiempo, siempre y cuando el tiempo no sea menor al 70 % del tiempo mínimo de descarga mostrado a continuación:

Tanques que contienen Hidrocarburos Líquidos	Salida de Descarga de Tipo I	Salida de Descarga de Tipo II
Puntos de llama entre los 37.8°C a 93.3°C.	20 minutos	30 minutos
Puntos de llama por debajo de los 37.8°C o líquidos calentados por encima de su punto de llama.	30 minutos	55 minutos
Petróleo Crudo Sistemas de Almacenamiento de Techo Fijo.	30 minutos Aplicación Superficial	55 minutos para Tanques de
Rangos de Aplicación de Espuma para tanques que contienen hidrocarburos líquidos.		

Como en el caso anterior; el rango de descarga de solución de espuma debe ser mínimo de 0.1 gpm/pie² (4.1 Lpm/m²) del área de la superficie del líquido del tanque a ser protegido.

Cuando el contenido del alcohol es superior al 10 % en volumen, entonces se basa en la siguiente tabla:

Tipo de Líquido	Rango de Solución	
	gpm/pie ²	Lpm/m ²
Gascholes que contienen más de 10 % de alcohol en volumen	0.1	4.1
Alcohol metílico y Etilico	0.1	4.1
Acrilonitrilo	0.1	4.1
Etil Acetato	0.1	4.1
Metil Etil Cetona	0.1	4.1
Acetona	0.15	6.5
Alcohol Butílico	0.15	6.5
Eter Isopropílico	0.15	6.5

Los productos tales como el alcohol isopropílico, la metil isobutil cetona, los monómeros de metil metacrilato y la mezcla de solventes polares podrán requerir mayores rangos de aplicación.

Bocas de Descarga de Espuma (Cámaras de Espuma).

Para la protección de líquidos inflamables contenidos en tanques de almacenamiento, atmosféricos, verticales, de techo fijo, las salidas, cámaras o bocas de descarga de espuma deben estar incorporadas al tanque (ver figura 27). Cuando se requieren dos o más bocas de descarga, las bocas deben estar igualmente espaciadas alrededor de la periferia del tanque y cada salida debe estar calculada para descargar aproximadamente el mismo rango. Las bocas de salida fijas deben estar sujetas de una manera segura a la parte superior de la pared y localizadas de tal forma, que eviten la posibilidad que el contenido del tanque se derrame dentro o sobre las líneas de espuma. Estas deben estar aseguradas de tal forma que el desprendimiento del techo no ocasione daños serios al sistema.

a) Los tanques deben estar provistos de cámaras o bocas de descarga, tal como se describe a continuación:

Diámetro del Tanque (o área equivalente)	Cantidad Mínima de Bocas de Descarga	
	Pies	Metros

Hasta 80	24	1
De 80 a 120	24 a 36	2
De 120 a 140	36 a 42	3
De 140 a 160	42 a 48	4
De 160 a 180	48 a 54	5
De 180 a 200	54 a 60	6

Nota: Se sugiere para tanques con diámetros mayores a 200 pies (61 mts) utilizar una cámara adicional por cada 5000 pies cuadrados (465 m²) de superficie de líquido. Debido a la limitada experiencia con aplicación de espuma a incendios de tanques de techo fijo de diámetros superiores a 140 pies (42 mts.), los requisitos para la protección de estos tanques a base de espuma, han sido basados en la extrapolación de datos de extinciones exitosas de incendios en tanques más pequeños. Las pruebas han demostrado que la espuma viaja efectivamente al menos una distancia de 100 pies (30 mts) sobre la superficie en llamas. Para tanques con diámetros mayores a los 200 pies (61 mts.), se sugiere la inyección sub-superficial para así minimizar las distancias de recorrido de la espuma.

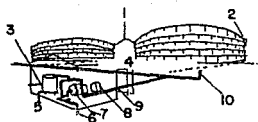
b) Las bocas de descarga fija (cámaras) deben estar provistas de un sello duradero y efectivo, frágil a bajas presiones, para evitar la entrada de vapores dentro de las bocas y tuberías de aplicación de espuma. Las bocas fijas deben estar provistas de una inspección adecuada para así suministrar un mantenimiento apropiado.

Aplicación por la Base para Tanques de Almacenamiento de Techo Fijo conteniendo Hidrocarburos Líquidos (Inyección Sub-superficial).

Generalidades.

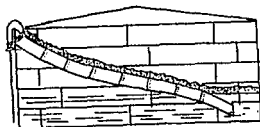
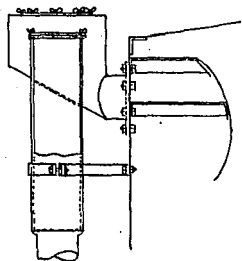
Los sistemas de inyección de espuma por la base son adecuados para la protección de hidrocarburos líquidos almacenados en tanques atmosféricos y verticales de techo fijo. La experiencia en el combate de incendios de tanques de almacenamiento de combustibles ha mostrado que los principales problemas que se presentan, están en el campo operativo, es decir, dificultad en descargar o colocar la espuma en forma relativamente suave sobre la superficie del combustible al rango adecuado para lograr una efectiva extinción. Un sistema de inyección de espuma por la base, apropiadamente diseñado e instalado ofrece la ventaja potencial de tener menos oportunidad de daño del equipo formador de espuma, como resultado de una explosión inicial del tanque de almacenamiento, o la presencia de fuego alrededor del tanque. Adicionalmente, son más claras las oportunidades para establecer y mantener un suministro adecuado de concentrado de espuma.

109



- 1 ESPUMA SE FORMA EN LA CAMARA
- 2 CAMARA DE ESPUMA
- 3 ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADO
- 4 BOMBA PROPORCIONADORA
- 5 DRENAJE
- 6 SUMINISTRO DE AGUA
- 7 BOMBA
- 8 MOTOR
- 9 SOLUCION
- 10 HIDRANTE DE SOLUCIO DE ESPUMA

ARREGLO ESQUEMATICO DE PROTECCION POR ESPUMA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO



CANALETA DE ESPUMA

CAMARA DE ESPUMA CON BOCA DE DESCARGA DE TIPO II

FIG.27

Se recomiendan las siguientes guías para el combate de incendios.

Después de efectuar las conexiones necesarias a las líneas de suministro de agua y de conectar los productores de espuma a las líneas de solución de espuma, se deben iniciar las operaciones de bombeo, simultáneamente con la apertura de las válvulas de bloqueo que permitan el paso del flujo de espuma a los tanques. La presión de la solución debe elevarse y mantenerse a la presión de diseño correspondiente.

Cuando la espuma alcanza por primera vez la superficie ardiente del líquido puede presentarse un incremento momentáneo en la intensidad del fuego causada por la acción mecánica de formación de vapor cuando la espuma contacta el calor producido por el fuego.

La reducción inicial de la llama y la reducción de calor es entonces bastante rápida y se presentará una reducción gradual de la altura de la llama y de su intensidad en la medida que la espuma se cierre contra las paredes del tanque y sobre los puntos turbulentos causados por la inyección de la espuma. Si se cuenta con suficiente suministro de agua, es aconsejable enfriar las paredes del tanque en y por encima del nivel del líquido. Se debe tener cuidado de no dirigir el chorro de agua dentro del tanque ya que ello rompería el manto de espuma ya formada.

Cuando el fuego haya sido sustancialmente reducido por la acción de la espuma, algunas veces el fuego permanece en los puntos de inyección. En los líquidos de clase IB y IC con puntos de llama por debajo de los 37.8°C, el fuego sobre el área turbulenta permanece hasta que haya sido cubierto, de manera apropiada, con espuma. En los casos de la gasolina u otros líquidos equivalentes cuando el fuego permanece solo en el punto de inyección, se debe inyectar espuma de manera intermitente para así permitir que la espuma cubra este punto cuando dicha inyección sea interrumpida de manera temporal. Dependiendo de las circunstancias de las instalaciones, puede ser posible la extinción de cualquier punto de fuego residual con equipos portátiles, en vez de continuar la aplicación de la espuma a un rango relativamente alto.

Si el tanque está lleno de líquido en combustión, el cuál forma una onda calorífica, se podrá presentar un desbordamiento, debido a aplicación superficial o inyección sub-superficial de espuma, especialmente si el tanque ha estado ardiendo por más de 10 minutos. El desbordamiento puede ser controlado por una inyección intermitente de espuma o una reducción en la presión de entrada al generador de espuma, hasta que este cese. Una vez controlado el desbordamiento y en los líquidos que no forman olas de calor, el rango de bombeo podrá entonces continuarse.

Equipo y Materiales productores de Espuma.

Los rangos de expansión óptimos para la espuma fluoroprotéica y la AFFF para propósitos de inyección sub-superficial son entre 2 y 4. El tiempo de drenado del 25 % para la espuma fluoroprotéica debe ser un mínimo de 90 seg. y no más del 75 % del agua debe drenar en un tiempo de 10 minutos cuando es

medida a la presión atmosférica, o de muestras tomadas en la línea de entrada de espuma al tanque, cuando son medidas por el procedimiento para tiempos de drenado en espumas fluoroprotéicas.

El tiempo de drenado del 25 % para la AFFF debe ser un mínimo de 6 minutos cuando ésta es medida por el ensayo o prueba de tiempo de drenado para la AFFF.

Limitaciones.

a) Los sistemas de inyección sub-superficial o semi-subsuperficiales no son adecuados para la protección de hidrocarburos líquidos de clase IA, ni para la protección de productos tales como el alcohol, gasoholes, éter, cetonas, aldehídos y anhídridos. Los hidrocarburos que contengan estos productos son destructivos de la espuma y por lo tanto requieren mayores rangos de aplicación.

Algunas espumas podrán fallar en la extinción de incendios de gasolina extra sin plomo, cuando es aplicada por sistema sub-superficial a los rangos de aplicación convencionales. Debe consultarse al fabricante del concentrado para recomendaciones.

b) Los sistemas de inyección sub-superficial o de inyección semi-subsuperficial no son aconsejables para la extinción de incendios en tanques de techo flotante abiertos o en tanques cubiertos con pantalla flotante, debido a la posibilidad de una distribución inapropiada de la espuma sobre la superficie del líquido en combustión.

Bocas de Descarga de Espuma.

La boca de descarga dentro de un tanque podrá ser la terminación de la línea de tubería de suministro de espuma o de la línea del producto. El tamaño de las salidas debe estar de acuerdo con la presión de descarga del generador de espuma y con las limitaciones de velocidad. La velocidad de la espuma, en el punto de descarga sobre el contenido del tanque, no debe exceder los 10 pies por segundo (3m/s) para los líquidos de clase IB o los 20 pies por segundo (6m/s) para otros líquidos, a menos que las pruebas indiquen que velocidades mayores son más satisfactorias. Cuando se requieren dos o más salidas, estas deben estar localizadas de tal forma que la espuma no tenga que viajar más de 100 pies (30 m.) sobre la superficie del líquido. Cada salida debe dimensionarse para descargar aproximadamente el mismo rango de espuma. Para lograr una distribución uniforme de la espuma, las salidas deben estar conectadas a la pared, o alimentar la tubería una flauta en el interior del tanque a partir de una línea individual conectada al tanque. Las conexiones podrán ir en los hombre-huecos en vez de instalar boquillas adicionales al tanque.

a) Los tanques deben estar provistos con salidas de descarga tal como se explica a continuación en la siguiente tabla:

Diámetro del Tanque		Punto de Llama menores	Punto de llama de
piés	Metros	100°F. (37.8°C)	100°F. (37.8°C) o mayores
Hasta 80	24	1	1
De 80 a 120	24 a 36	2	1
De 120 a 140	36 a 42	3	2
De 140 a 160	42 a 48	4	2
De 160 a 180	48 a 54	5	2
De 180 a 200	54 a 61	6	3
Sobre 200' (61 m.) agregue una salida por cada adicionales		5000 piés ² (465 m ²)	7500 piés ² (697 m ²)

Nota 1: Los líquidos con puntos de llama por debajo de los 73°F (22.8 °C), combinados con puntos de ebullición por debajo de los 100°F (37.8 °C), requieren especial atención y manejo.

Nota 2: La tabla anterior está basada en la extrapolación de datos obtenidos en incendios de tanques con diámetros de 25, 93 y 115' (7.5, 27.9 y 34.5 m.) conteniendo gasolina, crudo y hexano respectivamente.

Nota 3: El combustible de más viscosidad que haya sido extinguido con sistemas de inyección sub-superficial almacenada a temperatura ambiente, tenía una viscosidad de 25 S.S.F. a 122 °F (50 °C) y un punto de derrame de 15°F (-9.4°C). Esto es similar al aceite combustible pesado que se conozca, no se han hecho pruebas sobre combustibles de mayor viscosidad.

Nota 4: Adicionalmente al control suministrado por el efecto de sofocamiento de la espuma y al efecto de enfriamiento del agua contenida en la espuma que alcanza la superficie del líquido, se podrá lograr una situación de control y extinción al empujar el producto frío del fondo hacia la superficie caliente.

Altura de la Bocas de Descarga de la Espuma.

Las bocas de descarga de espuma deben estar localizadas de tal forma que ésta no sea descargada dentro de la porción inferior del tanque con agua. Esto puede lograrse instalando las descargas por encima del nivel de agua más alto, o drenando el agua, antes de iniciar la aplicación de la espuma.

Si esto no es llevado a cabo, la eficiencia de la espuma se ve disminuida debido a la disolución de la misma, prolongando así la extinción del incendio.

Equipo y Concentrado de Espuma.

El equipo utilizado, así como el concentrado de espuma, deben estar listos para éste propósito. Solamente las espumas AFFF y la fluoroprotéica tienen las tolerancias necesarias para la contaminación de los combustibles hidrocarbonados requeridos cuando la aplicación es por medio de inyección sub-superficial. Las espumas protéicas no deben ser utilizadas.

Rangos de Aplicación de la Espuma.

Para tanques que contengan líquidos hidrocarburos, el rango de descarga de solución de espuma debe ser al menos de 0.1 gpm/pié² (4.1 lpm/m²) del área de la superficie del tanque a proteger. El rango máximo será de 0.2 gpm/pié² (8.1 lpm/m²).

Nota 1: Los líquidos inflamables que tengan puntos de llama por debajo de los 73 °F (22.8°C) y puntos de ebullición menores a los 100 °F (37.8 °C) podrán requerir mayores rangos de aplicación. Los rangos de aplicación adecuados deben ser determinados por medio de pruebas.

Nota 2: Es recomendable aplicar inicialmente bajos rangos de aplicación a líquidos de alta viscosidad calentados por encima de los 200 °F (93.3°C) para así minimizar el rebozamiento del líquido almacenado. Debe tenerse un buen juicio al aplicar espuma a tanques que contengan aceites calientes, asfaltos en llamas, o líquidos que tengan puntos de ebullición mayores que el del agua. Aunque el contenido relativamente bajo de agua en la espuma puede enfriar satisfactoriamente estos líquidos cuando es aplicada en rangos bajos, ésta también puede causar un rebozamiento o una espumación.

Tiempos Mínimos de Descarga.

El sistema debe ser capaz de operar al rango de descarga especificado anteriormente, para el tanque a ser protegido por el mínimo período de tiempo especificado a continuación: (Es el mismo que se toma para bocas de descarga tipo II).

Tanques que contienen Hidrocarburos líquidos	Tiempo mínimo de descarga (min.)
Puntos de llama entre los 100°F y los 200°F (37.8 a 93.3°C)	30
Puntos de llama por debajo de los 100°F (37.8°C) o líquidos calentados por encima de su punto de llama	55
Petróleo Crudo	55

Tanques de Techo Fijo que contengan otros Líquidos Inflamables y Combustibles que requieren Espumas Especiales.
Los líquidos solubles en agua y cierto tipo de líquidos

inflamables y combustibles y los solventes polares, los cuales son destructivos de la espuma convencional, requieren el uso de espumas resistentes al alcohol. Los sistemas que utilizan estos tipos de espumas requieren consideraciones especiales de ingeniería. Condiciones diferentes a las de rutina pueden requerir el uso de los rangos máximos de aplicación. En todos los casos el fabricante del concentrado de espuma y del equipo productor de espuma se deben consultar con respecto a las limitaciones y recomendaciones basadas en los listados o en las pruebas específicas de fuegos. Los siguientes son los rangos mínimos de aplicación recomendados:

Tipo de Líquido	Rango de Solución	
	gpm/pié ²	Lpm/m ²
Gasoholes que contienen más de 10 % de alcohol en volumen	0.1	4.1
Alcohol Metílico y Etilico	0.1	4.1
Acrilonitrilo	0.1	4.1
Etil Acetato	0.1	4.1
Metil Etil Cetona	0.1	4.1
Acetona	0.15	6.5
Alcohol Butílico	0.15	6.5
Eter Isopropílico	0.15	6.5

Los productos tales como el alcohol isopropílico, la metil isobutil cetona, los monómeros de metil metacrilato y la mezcla de solventes polares podrán requerir mayores rangos de aplicación. La protección de productos tales como las aminas y los anhídridos, los cuales son particularmente destructivos de la espuma, requieren consideraciones especiales.

Cuando se utilicen espumas resistentes al alcohol, debe tenerse en cuenta el tiempo de tránsito de la solución. El tiempo de tránsito de la solución, es el tiempo entre la inyección del concentrado de espuma al agua (formación de la solución) y la inducción de aire (formación de la espuma), y puede estar limitado por las características del concentrado de espuma, por la temperatura del agua y por la naturaleza del riesgo protegido. El tiempo máximo de tránsito de la solución para cada instalación específica debe estar dentro de los límites establecidos por el fabricante.

Nota: La solubilidad y la resistencia al fuego de las espumas resistentes al alcohol puede ser adversamente afectada por factores tales como un excesivo tiempo de tránsito de la solución. el uso de equipos no especialmente diseñados para ser usados con este tipo de espumas, la presión de operación, descuido en mantener el proporcionamiento dentro de los límites recomendados, por el método de aplicación y por las características del solvente sobre el cual la espuma va a ser depositada.

Nota 2: Para la protección de líquidos combustibles e inflamables de alta toxicidad, son deseables rangos de aplicación altos para tratar de reducir los riesgos respiratorios del personal de combate, existe otro método para atacar estos riesgos. Es por medio de un doble ductor que succiona concentrado tipo alcohol y un estabilizador de espuma, los dos al 6 %, posteriormente se forma la solución en el equipo teniendo como salida una manguera que usa una boquilla de mediana expansión (con rejilla), se descarga la solución sobre el líquido a una distancia aproximada de 4 m., la solución al contacto con el aire se polimeriza y controla la salida de vapores tóxicos, se deben usar respiradores contra vapores orgánicos cuando se ataque el derrame.

Las espumas resistentes al alcohol requieren una aplicación suave y pareja por medio de dispositivos de descarga del tipo I, a menos que el concentrado esté aprobado para una aplicación con dispositivos de descarga del tipo II. El tiempo de operación será de 30 minutos al rango de aplicación especificado para los dispositivos de descarga del tipo I; y de 55 minutos para los dispositivos de descarga del tipo II.

Protección Suplementaria.

Protección Suplementaria.

Es deseable que se suministre al menos una torre portátil o un monitor portátil como equipo suplementario, en el caso de que una de las descargas fijas esté fuera de uso. Cuando se utilicen torres portátiles como elemento de protección primaria, se debe tomar en cuenta lo siguiente.

Sistemas de Torres Portátiles para la Protección de Tanques Exteriores de Almacenamiento.

Generalidades.

Esta sección se refiere a aquellos en los cuales la espuma es aplicada mediante torres portátiles aprobadas, las cuales son colocadas en posición después que el fuego se haya iniciado.

Nota: Generalmente, se entiende que las torres portátiles tienen una utilización muy limitada. Los sistemas de torres portátiles requieren accesibilidad a los tanques, un adecuado número de personal calificado para iniciar el sistema y mantenerlo en operación; y en algunos casos, se requiere unidades especiales de carga para el transporte del equipo al sitio en donde se requieren. La determinación de si el sistema de torres portátiles es adecuado, además de la autorización de la autoridad competente, está sujeto a la cantidad de equipo y personal disponible para extinguir un determinado incendio. Para tanques con diámetros mayores de 200 pies (60 m.), la utilización de torres portátiles de espuma podrá no ser práctico, debido a la cantidad de equipo y de personal que se requiere para llenar los requisitos necesarios para lograr la máxima efectividad.

Nota: Como regla general, no se requiere que los tanques que

contienen líquidos combustibles con puntos de llama en o por encima de los 140 °F (60 °C), sean protegidos con espuma. La protección a base de espuma para líquidos combustibles puede ser deseable cuando existan circunstancias anormales o especiales, tal como es el caso del almacenamiento de productos de muy elevado costo, o del almacenamiento de productos calentados por encima de sus puntos de llama. La utilización de torres portátiles para aplicar espuma a tanques que contienen aceites calientes, asfaltos en combustión u otros líquidos con puntos de ebullición menores al del agua, pueden representar un peligro latente al personal de combate ubicado dentro del área de diques.

Definiciones.

Instalaciones Portátiles.

El tipo en el cual los aparatos de espuma, los materiales productores de espuma, las mangueras, etc., son transportados a la escena del fuego después de que éste se ha iniciado, la espuma que es descargada sobre el tanque por las torres portátiles.

Rangos de Aplicación de la Espuma.

El rango de descarga de solución de espuma debe ser cuando menos de 0.1 gpm/pié² (4.1 Lpm/m²) del área de superficie del líquido del tanque a ser protegido.

Chorros de Espuma Suplementarios y Requisitos de bocas para mangueras. Se debe suministrar un equipo aprobado de manguera para espuma, adicional a las instalaciones de espuma para los tanques, para contar con una protección adicional y suplementaria para pequeños incendios en derrames. La cantidad mínima de mangueras fijas o portátiles requerida, será determinada de acuerdo a la siguiente tabla, y debe estar disponible para suministrar protección al área. Para los propósitos de esta sección, el equipo para la producción de cada chorro de manguera debe tener un rango de aplicación no menor a los 50 gpm (189 Lpm) con el mínimo número de chorros de manguera mostrados a continuación:

Diámetro del Tanque más Grande	Cantidad mínima de mangueras requerida
Hasta 65 piés (19.5 m.)	1
De 65 piés a 120 piés (19.5 a 36m)	2
De 120 piés(36 m.) en adelante	3

Duración de la Descarga.

Tiempo mínimo de la descarga.

El sistema debe ser capaz de operar al rango de descarga especificado con anterioridad, por los siguientes períodos mínimos de tiempo. Si el aparato y equipo disponible tiene un rango de descarga mayor o más alta que aquella especificada anteriormente, se deben hacer reducciones proporcionales en los tiempos de aplicación, excepto que estas no deben ser menores que el 70 % del tiempo mínimo de descarga mostrado a

continuación:

Tanques conteniendo Hidrocarburos Líquidos	Tipo de Torre Portátil de Espuma	
	Tipo I	Tipo II
Puntos de llama entre 100°F a 200 °F (37.8 a 93.3 °C) min.	30 min.	50
Gasolina, nafta, Bencol y Líquidos similares con puntos de llama por debajo de los 100 F (37.8°C), o líquidos calentados por encima de sus puntos de llama min.	55 min.	65
Petróleo Crudo min.	55 min.	65

Se debe contar con agentes espumantes adicionales para utilizarlos en la operación simultánea del equipo de mangueras y de las instalaciones de los tanques y especificadas para uso durante el tiempo descrito en la siguiente tabla:

Diámetro del Tanque más Grande	Tiempo mínimo de Operación
Hasta 35 pies (10.5 m)	10 minutos
De 35 pies a 95 pies (10.5 a 28.5 m.)	20 minutos
De 95 pies (28.5 m.) en adelante	30 minutos

Basado en la operación simultánea de la cantidad mínima de chorros de manguera de 50 gpm (189 Lpm), se podrán hacer ajustes cuando se suministren chorros de mayor capacidad.

Nota 1: En el caso de espumas resistentes al alcohol, las limitaciones del tiempo de tránsito de la solución pueden requerir el uso de líneas separadas de agua y concentrado de espuma, y que la introducción del concentrado de espuma sea llevada a cabo cerca a la boquilla de descarga, en vez de hacerlo a la mitad de la línea.

Las espumas resistentes al alcohol requieren aplicaciones suaves con aplicadores del tipo I, a menos que esté lista como adecuada para ser descargada con dispositivos de descarga del tipo II. El tiempo de operación debe ser de 55 min. al rango de aplicación especificado a menos que el productor del concentrado de espuma haya establecido mediante pruebas de fuego, que se puede utilizar en períodos de tiempo mas cortos.

Agentes Concentrados productores de Espuma.

Rangos de consumo de concentrado de espuma.

El rango de consumo debe estar basado en el porcentaje de

concentrado utilizado en el diseño del sistema (por ejemplo, 3 %, 5 % u otro si está listado u aprobado por la autoridad competente.

Requisitos para los Tanques.

La cantidad de agente productor de espuma debe ser determinada multiplicando el rango de consumo en gpm, (lpm) para cada tanque por el tiempo apropiado dado anteriormente. El mayor valor resultante deberá determinar la cantidad necesaria.

Requisitos para mangueras suplementarias.

Agentes concentrados productores de espuma se deberán suministrar, en forma adicional para permitir la operación de equipo de manguera simultáneamente con las instalaciones fijas de espuma ubicadas en los tanques.

Requerimientos para llenar la Tubería.

Debe contarse con el suficiente concentrado de espuma para producir solución de espuma o espuma para llenar las líneas de alimentación instaladas entre la fuente de espuma y el riesgo más lejano protegido por esa línea. Cuando el flujo de agua continúa después de que el suministro de espuma es interrumpido, y éste empuja la solución de espuma desde las líneas hasta el riesgo, no será necesario una cantidad adicional de concentrado para esta sección.

Métodos de Inyección Semi-subsuperficial.

El arreglo de estos métodos y dispositivos pueden tener gran variedad de formas. Las figuras referentes a estos métodos han sido desarrollados y utilizados principalmente en Suecia.

Este equipo consiste de un contenedor sumergido con una manguera en la base de una longitud igual a la del contenedor y con una manguera principal de una longitud igual a la altura del tanque. La manguera sin poros para la espuma es fabricada en una tela de nylon revestida sintéticamente, liviana y flexible y resistente al aceite. Esta es empacada dentro del contenedor de manera especial para así facilitar la eyección de la manguera.

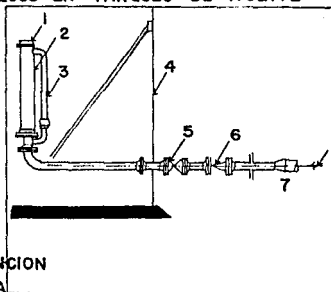
El contenedor está provisto de una tapa con sello para así excluir el aceite del contenedor con la manguera y de la tubería de espuma. Entre la parte de la entrada y la parte superior del contenedor de la manguera hay una línea de desviación para golpe de aire (amortiguador).

Cuando la espuma es forzada por la tubería de entrada, el aire comprimido contenido en la tubería pasa a la parte exterior del contenedor a través de la tubería de desviación, entra luego bajo la tapa y la sopla hacia afuera (empujada). Luego la espuma llega al contenedor llena la manguera base y luego la manguera principal; la flotabilidad de la espuma causa que la manguera se levante hacia la superficie y así permite que la espuma fluya sobre la superficie del líquido en combustión. (ver figura 2B).

Las bocas de descarga serán suministradas en tal tamaño, número y ubicación que satisfagan los requerimientos de descargas y distribución necesarios para la protección del

EXTINCION DE FUEGOS EN TANQUES DE ACEITE

- 1 CUBIERTA
- 2 RECIPIENTE PARA MANGUERA
- 3 TUBO DE AMORTIGUACION AIRE
- 4 PARED TANQUE
- 5 VALVULA DE BLOQUEO
- 6 VALVULA DE RETENCION
- 7 ENTRADA ESPUMA



EXTINCION DE FUEGOS EN TANQUES DE ACEITE

- 1 CAPA DE ESPUMA
- 2 MANGUERA SALIDA DE ESPUMA
- 3 LIQUIDO
- 4 BASE MANGUERA
- 6 TUBO AMORTIGUADOR AIRE
- 7 VALVULA BLOQUEO
- 8 VALVULA RETENCION
- 9 ENTRADA ESPUMA

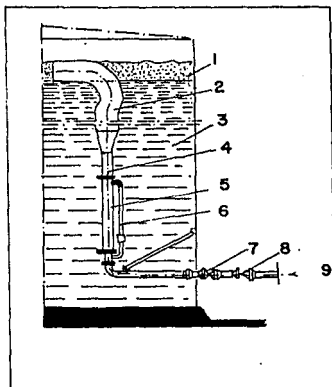


FIG.28

peligro en cuestión.

La selección del tamaño de conjuntos individuales de descarga debe estar de acuerdo con los rangos del fabricante y sus recomendaciones y sujeto por supuesto, a la aprobación de la autoridad competente.

La utilización de generadores de espuma de alta contrapresión es requerida para la inyección semi-subsuperficial.

Cuando se está utilizando una presión de agua de 150 psi (10.6 Kg/cm²) a la entrada de los generadores de espuma, el sistema típico funcionará con tanques con alturas hasta de 60 pies (18 m.). La presión del suministro de agua debe ser determinada para cada instalación en particular y depende básicamente de los requerimientos de cada generador de espuma, de cada dispositivo de inyección y de cada altura de cada tanque.

Sistemas de Ataque a Base de Monitores Portátiles.

Generalidades.

Este sistema básicamente es usado para incendios en tanques de techo fijo. En la última década, los incendios en tanques de techo fijo han sido extinguidos por medio de este sistema.

Cuando ocurre un incendio en un tanque, normalmente producto de la explosión, sale proyectado el techo (soldadura ligera) hacia los lados del tanque, y en ocasiones los equipos fijos tales como; cámaras de espuma, etc. se llegan a dañar quedando impedidos de su función.

Cuando suceden estas situaciones, se debe contar con un medio de protección secundario convirtiéndose en primario; es por eso que se usan los monitores portátiles.

Equipo.

Existen en el mercado monitores portátiles que manejan diferentes gastos. los monitores que se usan para extinguir incendios en los tanques normalmente se les denomina monitores de "Alto Gasto", ya que manejan gastos desde 250 hasta 4000 gpm.

El equipo necesario para atacar un incendio en un tanque de almacenamiento de techo fijo es el siguiente:

- a) Monitor portátil
- b) Hidrantes (normalmente de 2 1/2")
- c) Mangueras de contra-incendio
- d) Concentrado de espuma suficiente (antes calculado)
- e) Suministro constante de agua
- f) Bombas que suministren un mínimo de 100 psi a la descarga
- g) Doble eductor (equipo opcional)
- h) Boquillas auto-educadoras y auto-aereadoras

i) Manguera succionadora de la boquilla Monitor Portátil.

Existen en el mercado monitores de alto gasto desde 500 gpm hasta de 4000 gpm. Para saber cual es el monitor que se debe usar en el riesgo se tiene que hacer el cálculo de la cantidad de espuma necesaria y saber que gasto de agua se requiere. solo así podemos saber de que capacidad va a ser el monitor.

Hidrantes.

Como los monitores van conectados a los hidrantes (proveedores de agua) éstos deben estar en perfecto estado. es decir, sin incrustaciones de corrosión en la cuerda. bien engrasados, etc..

Normalmente las entradas del monitor son de 2 1/2", por lo tanto las salidas de los hidrantes deben ser preferencialmente de 2 1/2".

Mangueras de Contra-Incendio.

Los monitores dependiendo el gasto tienen mínimo dos entradas (500 gpm), los de 1000 gpm tienen tres entradas. los monitores que manejan gastos muy altos (2000.4000 gpm) tienen entradas de mayor diámetro (5").

Por lo tanto, usan una manguera por entrada. éstas mangueras deben ser preferencialmente de cuerda NSHT ya que es la cuerda estandar de los monitores. si no se contara con éste tipo de cuerda. existen convertidores de cuerda IPT a NSHT. Las mangueras también deben estar en perfectas condiciones; es decir: con la cuerda en perfectas condiciones y sin agujeros a lo largo de la manguera. Pueden usarse mangueras de 15 m. o de 30 m. dependiendo de la distancia que exista entre el monitor y los hidrantes.

Concentrado de Espuma Suficiente.

Como se ha visto con anterioridad, éste dato se obtiene multiplicando el área de mayor riesgo por el rango de aplicación por el tiempo de aplicación y por la dosificación del concentrado obteniéndose así la cantidad de concentrado necesario para proteger el tanque con mayor riesgo.

Suministro de Agua.

Este dato lo arroja el cálculo de la red contra incendio que se verá posteriormente. o bien lo podemos sacar de la fórmula para calcular el concentrado, sólo que sin multiplicar por la dosificación de éste; es decir:

Área de mayor riesgo * Rango de aplicación * Tiempo de aplicación =

Cantidad de agua necesaria para atacar el incendio en el tanque con mayor riesgo.

Bombas.

Se necesitan bombas que suministren una presión mínima de 100 psi a la descarga ya que es la presión óptima a la que trabajan los monitores portátiles. Si no se cuenta con la presión necesaria es posible que no se esté obteniendo el rango de aplicación necesario y por lo tanto se va a llevar más tiempo en apagar el incendio. También es importante recalcar que si no se tiene ésta presión. el chorro de espuma no va a alcanzar la distancia esperada y se va a ver en la

necesidad de acercarse más al tanque y con mayor exposición a la radiación.

Doble Eductor.

Este equipo es una pieza importante en este sistema, ya que nos permite manejar una "estación remota de espuma"; esto es, succionar concentrado de espuma desde una distancia lejana (aprox. 100 m.) y no estaría succionando al lado del monitor ya que puede interrumpir las maniobras del personal que maneja el chorro del monitor.

Este equipo es conectado a un hidrante de 1 1/2 " normalmente y por un lado succiona agua y por otro lado succiona concentrado en la debida proporción.

Este equipo debe ser instalado de la capacidad de acuerdo a la capacidad de la boquilla del monitor para así no tener problemas de contrapresión.

Nota: Cuando es de diferente capacidad el eductor y la boquilla es muy probable que se presenten problemas de contrapresión, esto es que no se succiona concentrado. Como regla general, el eductor siempre debe ser de la misma capacidad de la boquilla espumadora.

Por último este equipo a la salida debe llevar conectada otra manguera del mismo diámetro que va a conducir la solución de espuma directamente a la boquilla, una ventaja importante que presenta este equipo es que casi no tiene caídas de presión.

Boquillas Auto-educadoras y Auto-aereadoras.

Estas boquillas son el último avance tecnológico para este tipo de sistemas portátiles. Van colocadas en la salida del monitor y hacen la función de succionar concentrado de espuma al rango para el cual están diseñadas y se autoaerean. La misma turbulencia que causa la solución al entrar en una pequeña cámara con la que cuentan en su interior estas boquillas hace que inyecte aire automáticamente a la solución, generando con esto la espuma. La ventaja principal de estas boquillas es la mínima caída de presión (máximo de un 10 %) y que tienen un chorro de alcance bastante aceptable, por ejemplo; una boquilla de 500 gpm tiene un alcance de 46 m. a 30 grados de horizontal a una presión de 100 psi (usadas para tanques de más de 19 m. de diámetro) y una boquilla de 1000 gpm a la misma presión tiene un alcance de 70 m. a la misma horizontal y son usadas para tanques de 27 m. de diámetro o más.

Manguera succionadora de la boquilla.

Esta manguera se usa cuando no es necesario usar el doble eductor y se quiere succionar concentrado al lado del monitor. Va conectada de un lado a la boquilla espumadora y por el otro lado a un tubo, este tubo se introduce en el tambor de concentrado de espuma (aprox. 200 lts.)

Instalación.

En el siguiente ejemplo se toma una conexión de un monitor de 1000 gpm. Se conecta el monitor portátil de 1000 gpm a tres hidrantes de 2 1/2 mediante tres mangueras de 2 1/2 "(suministro de agua). Posteriormente se coloca en la boquilla espumadora con capacidad de 1000 gpm una manguera de 1 1/2" que va conectada

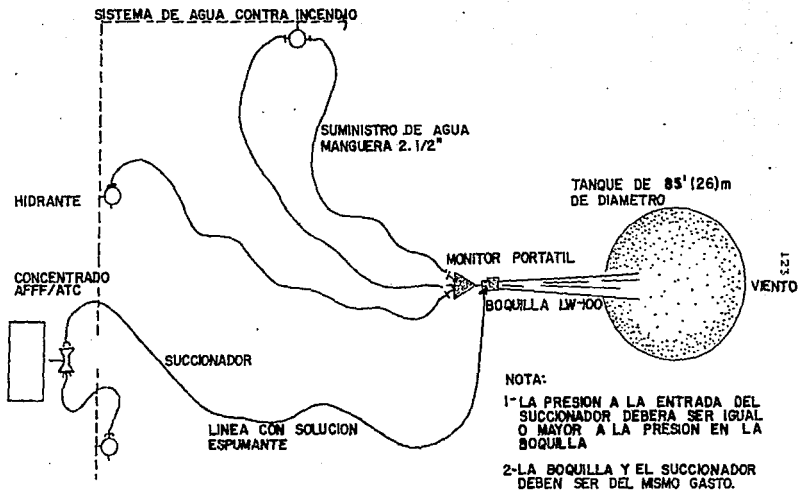


FIG. 29

al doble eductor, en una salida del doble eductor se conecta otra línea que es conectada directamente a un hidrante de 1 1/2". (ver figura 29).

Este tipo de monitores, una vez que se fija la dirección del chorro se puede dejar funcionando sin que el personal esté presente; es decir; que la presión de operación (100 psi) no mueve el monitor, esto presenta la ventaja de que el personal no esté expuesto a la radiación.

Estos equipos se utilizan normalmente para tanques de 20 m. de diámetro o más.

En este caso también la boquilla y el eductor deben ser del mismo gasto para evitar problemas de contrapresión.

Ver figura de instalación.

Recomendaciones de Ataque.

Si se tiene dos o más monitores en ataque, se recomienda que los chorros estén dirigidos a un solo punto (huella), esto con el fin de hacer una huella en la superficie del combustible tan compacta como sea posible.

En pruebas de fuego se ha demostrado que se gasta menos concentrado de espuma cuando se aplica de esta forma, también es recomendable hacerlo de ésta forma ya que ayuda a la expansión de la espuma sobre la superficie del líquido, de otra manera es probable que las corrientes de espuma choquen y tarden más en cubrir la superficie. (Ver figura 30).

Tanques de Almacenamiento de Techo Flotante.

Tanques abiertos de almacenamiento con techo flotante. Usualmente este tipo de tanques, no requieren descargas fijas. El diseño de estos tanques fué hecho con el propósito de prevenir incendios, como también el de conservar el producto. Usualmente, es perfectamente posible utilizar personal entrenado para tratar de extinguir un incendio en el anillo anular utilizando equipo de extinción portátil. Sin embargo, existen algunas instalaciones en las que sería deseable tener equipo fijo debido al costo del material almacenado, a la lejanía de la instalación, o a la carencia del personal calificado en extinción de incendios.

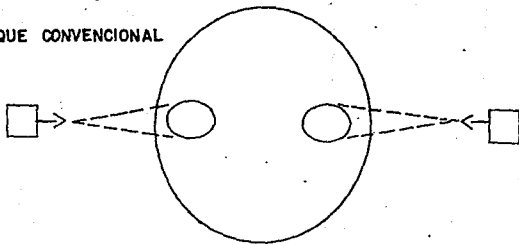
Dentro los cubrimientos de esta sección, un tanque de techo flotante abierto es un tanque sin techo fijo con una doble cubierta o techo flotante tipo pontón, que está construido de acuerdo a NFPA 30.

El anillo de sello puede ser de tipo de zapato mecánico o de tipo de tubo. El sello de tipo tubo puede estar equipado con una placa protectora contra las inclemencias del clima. También se podrán instalar sellos secundarios de materiales combustibles o no combustibles. (ver figura 31).

En esta definición no se incluyen las mantas plásticas, ni los diafragmas flotantes ya que éstos son fácilmente sumergibles. Los tanques equipados de esta forma deben ser tratados como tanques de techo fijo.

Comunmente se utilizan dos diseños característicos para la aplicación de la espuma desde bocas de descarga fijas. Uno de

ATAQUE CONVENCIONAL



ATAQUE RECOMENDADO

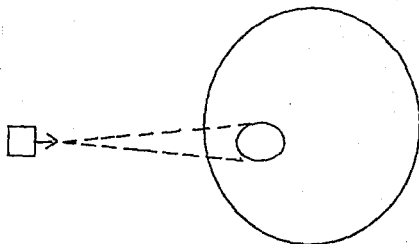


FIG. 30.

SISTEMA DE DOBLE SELLO PARA TECHOS FLOTANTES UTILIZANDO
UN MANTO PLASTICO (SELLO SECUNDARIO)

FIG.XI

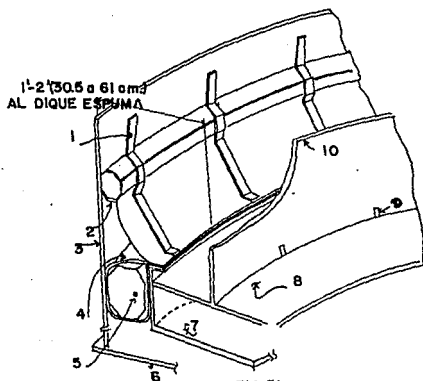


FIG.3I

- 1 PUNTA ACERO INOXIDABLE
- 2 SELLO SECUNDARIO DE ESPUMA PLASTICA
- 3 CASCO TANQUE
- 4 CUBIERTA SELLO PRIMARIO
- 5 ESPUMA RESILIENTE
- 6 PLACA BASE DEL TANQUE
- 7 CUBIERTA INFERIOR DEL TECHO FLOTANTE
- 8 CUBIERTA SUPERIOR DEL TECHO FLOTANTE
- 9 RANURAS DRENAJE ALTO MAX 38" (.96m)
- 10 DIQUE ESPUMA CALIBRE 10 DE 2" (.61m) DE ALTO
SOBRE SELLO SECUNDARIO

estos métodos descarga espuma sobre el sello mecánico, sobre la placa protectora de intemperie o sobre el sello secundario. El otro método descarga espuma por debajo del sello mecánico directamente sobre la superficie del líquido combustible, o por detrás de la placa protectora de intemperie directamente sobre el tubo sellador, o por detrás del sello secundario sobre el sello primario.

La operación de los equipos de combate de incendios a base de espuma puede ser manual o automática. Se requieren instalaciones fijas para las operaciones automáticas; sin embargo, los sistemas manuales pueden ser fijos o semifijos. Deben tomarse las precauciones necesarias con cualquier diseño de sistemas fijos de espuma para evitar las interferencias de tipo mecánico en las operaciones de techo flotante, en los sistemas de sello y de las escaleras.

a) Aplicación sobre el sello.

Para suministrar la descarga de espuma sobre el sello mecánico, sobre el tubo sellador, sobre la placa protectora de intemperie, o sobre el sello secundario, debe utilizarse el siguiente diseño:

1) Instalar un dique para espuma.

2) El número de puntos de descarga de espuma debe ser determinado de acuerdo a la circunferencia del tanque. La distancia máxima entre puntos de descarga debe ser de 40 pies (12.2 m.) de la circunferencia del tanque utilizando un dique de 12 " de alto (305 mm.) y de 80 pies (24.4 m) de la circunferencia del tanque cuando se utiliza un dique de 24 " (610 mm.) de alto. Para la protección del sello secundario, podrá necesitarse un mayor tiempo de drenaje de la espuma para así asegurar el apilamiento de la espuma bajo el sello.

3) Cuando los dispositivos de descarga están montados por encima de las paredes del tanque, puede ser necesario la instalación de un tablero para salpicar o estrellar la espuma. (ver figura 32).

4) Calcule el rango de aplicación de solución de espuma utilizando el área del anillo anular entre el dique de espuma y la pared del tanque. El mínimo rango de aplicación de solución de espuma debe ser de 0.30 gpm/pié² (12.2 l/min/m²). El suministro de concentrado de espuma debe ser suficiente para operar el sistema durante un período de 20 minutos.

b) Aplicación por debajo del sello primario o de la cubierta.

Para suministrar la descarga de espuma por debajo del sello mecánico, o por debajo de la placa protectora, o por debajo del sello secundario, se debe utilizar el siguiente diseño.

1) Instale un dique para espuma cuando la distancia entre la parte superior del tubo sellador y la parte superior de la cubierta pontón sea menor de 6" (152 mm.)

2) Los puntos de descarga de espuma deben ser como siguen a continuación:

Tipo de Sello	Máximo espacio entre puntos de descarga
Sello mecánico	130 piés (39 m) - No se requiere dique para espuma.
Tubo sellador con más de 6" (152 mm.) entre tubo y parte superior del pontón.	60 piés (18 m.) - No se requiere dique para espuma.
Tubo sellador con menos de 6" entre tubo y parte superior del pontón.	60 piés (18m.) - Se requiere dique para espuma.

Nota: Un sello secundario de metal es equivalente a un dique para espuma.

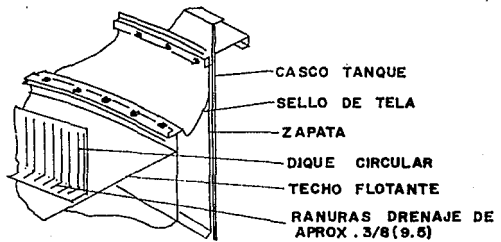
a) Cuando no se ha instalado un dique para espuma, utilice el área del anillo circular o anular entre la pared del tanque y el borde del techo flotante. El rango mínimo de solución debe ser de 0.5 gpm/pié² (20.4 l/min/m²) de área.

El suministro de concentrado de espuma debe ser suficiente para operar el sistema por un período de 10 minutos.

b) Diseño del dique para espuma. El dique para espuma debe ser de forma circular y debe estar construido en lámina de acero al menos calibre No. 10 (US Standard Gauge Thickness) [0.134" (3.4 mm.)]. El dique debe estar soldado o asegurado de manera firme y permanente al techo flotante. El dique de espuma es diseñado para retener la espuma en el área del sello, en cantidad suficiente para cubrir totalmente ésta área mientras la espuma fluya lateralmente hacia el punto de ruptura del sello. La altura del dique debe ser al menos de 12" (305 mm.). El dique se deb extender al menos 2" (51 mm.) sobre el sello secundario metálico o sobre el sello secundario combustible utilizando un manto plástico. La altura del dique debe ser al menos de 2" (51 mm.) más alto que cualquier panel de combustión en los sellos metálicos secundarios. Los diques para espuma deberán estar al menos a una distancia de 1 pié (0.3 m.) no más de 2 piés (0.6 m.) del borde del techo. Para permitir el drenaje de agua de lluvia, deben abrirse pequeñas nervaduras o aberturas en la base del dique dimensionado sobre la base de 0.04 piés de área abierta por pié² (278 mm²/m²) de área de dique, restringiendo las aberturas a una altura de 3/8" (9.5 mm.). Deben evitarse cantidades excesivas de aberturas, ya que la espuma podría perderse a través de éstas aberturas de drenaje. (Ver figura 33).

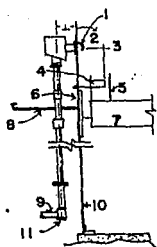
Tanques de Techo cubierto y pantalla flotante.

Dentro del cubrimiento de ésta sección los tanques cubiertos con pantalla flotante, cubiertos por un techo fijo son tanques de techo fijo abierto para ventilación, diseñados con techos flotantes de acuerdo a los requerimientos especificados en la norma NFPA 30. (Ver figura 34).

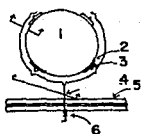


**DEPOSITO TIPICO DE ESPUMA PARA
PROTECCION DE TANQUES CON
TECHO FLOTANTE**

FIG.33



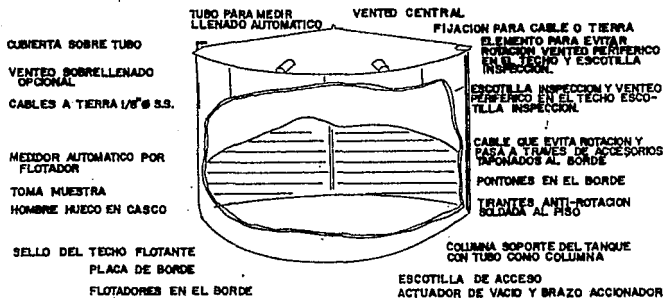
- 1 DEFLECTOR
- 2 MIN 12" (60.5 cm.)
- 3 ALTURA DE ABERTURA DE LA CAMARA ARRIBA DE LA PARTE ALTA DEL TANQUE (USE DISTANCIA MINIMA NECESARIA PARA SOBREPASAR LA MAXIMA POSICION DEL TECHO)
- 4 Min 12" (305 m)
- 5 DIQUE ESPUMA
- 6 SELLO
- 7 TECHO
- 8 CORTA VIENTOS
- 9 PENDIENTE AL DRENAJE
- 10 PARED TANQUE
- 11 TAPON



- 1 TANQUE TECHO FLOTANTE
- 2 PLACA SALPIQUE
- 3 CAMARA
- 4 TUBERIA ALIMENTACION DE SOLUCION
- 5 MURO DIQUE
- 6 VALVULA DESCARGA SOLUCION ESPUMA

DISPOSICION TIPICA DE CAMARAS Y TUBERIA PARA SOLUCION
FIG. X2

FIG.32



TANQUE TIPICO DE TECHO FLOTANTE CUBIERTO

FIG.X3-

FIG.34

a) Cuando se desea protección de espuma para tanques cubiertos con pantalla flotante, debe proveerse una protección tal, que cubra totalmente la superficie del líquido en combustión, en el caso de que el techo flotante se hunda o sea destruido. En los casos especiales cuando el techo flotante puede fijarse a la parte superior del tanque, y se desea protección a base de espuma por debajo de esta pantalla, las bocas de descarga deben estar ubicadas de tal forma que el tanque pueda protegerse cuando ésta pantalla está en posición fija al tanque.

No se recomienda métodos de inyección sub-superficial o semi-subsuperficial debido a la posibilidad de una distribución inadecuada de espuma.

b) No se conoce ninguna experiencia de incendios en tanques de techo flotante de doble cubierta o de tipo pontón con techos fijos y ventilación de acuerdo a NFPA 30.

En vista de la estabilidad y excelente flotabilidad de éste tipo de techos, cuando se desea protección, debe proveerse un sistema de espuma para extinción de tipo fijo, para la extinción de incendios en los sellos y anillos anulares.

c) Cuando se desea protección a base de espuma para tanques de techo fijo con cubiertas flotantes interiores fabricadas de materiales diferentes al acero, como es el caso del aluminio o plástico, la protección debe estar diseñada para cubrir totalmente la superficie del líquido tal como se vio anteriormente.

Los hidrantes para espuma instalados de manera permanente, cuando éstos son utilizados, deben estar localizados en la proximidades del peligro protegido y en ubicaciones seguras y accesibles al personal de combate de emergencias. Las localizaciones deben ser de tal forma que no requieran excesiva longitud de las mangueras. Las limitaciones con respecto a la longitud de las mangueras depende de los requisitos de presión de la boquilla de espuma.

Tubería de Sistema de Espuma.

Requerimientos Generales.

a) Toda la tubería dentro de los diques y toda la tubería a 50 pies (15m) de los tanques sin dique debe estar enterrada al menos 1 pie (0.3 m) bajo tierra, o si está sobre la superficie, debe protegerse adecuadamente contra posibles daños mecánicos.

b) Toda la tubería que está normalmente llena de líquido, tal como sucede con las líneas de succión, debe estar debidamente protegida contra el congelamiento.

c) Para aplicación por encima, la tubería desde el dique hasta la descarga de espuma dentro del tanque debe estar diseñada para absorber la fuerza ejercida hacia arriba y los choques debido a la ruptura del techo del tanque. Preferiblemente, debe utilizarse tubería de acero y toda la construcción debe ser soldada. Puede utilizarse uno de los siguientes diseños:

1) Cuando la tubería está enterrada, debe suministrarse una unión giratoria u otro método aceptable en la base del tallo o montante en cada tanque. Esta unión debe consistir de acero de peso normal aprobado.

2) Cuando la tubería está sobre la superficie, ésta no debe tener soportes a menos de 50 piés (15 m) de la pared del tanque para así darle mayor flexibilidad en dirección hacia arriba en forma que no sea necesaria una unión de tipo giratoria. Si dentro de esta distancia se utilizan uniones o conexiones roscadas, estas deben ser reforzadas con soldadura.

3) Cuando los tallos de los tanques son de tubería de 4 " o mayor, éstos pueden ser soldados a los tanques por medio de abrazaderas metálicas localizadas perpendicularmente al tanque y centrados con respecto al tallo. Debe utilizarse una abrazadera por cada sección de la pared. Este diseño puede ser utilizado en conjunción con uniones de tipo giratorio o con tubería sobre la superficie.

4) Debe suministrarse una brida o una unión de junta en cada tallo en una posición conveniente, preferiblemente inmediatamente debajo del generador de espuma, para así permitir las pruebas hidrostáticas al sistema de tubería. Con una construcción con uniones completamente soldadas, ésta será la única junta que podrá ser abierta.

d) En los sistemas con equipos semi-fijos en tanques de techo fijo, las derivaciones de solución de espuma a cada generador de espuma deben terminar en conexiones ubicadas a una distancia segura de los tanques: afuera de los diques y a no menos de 50 piés (15m.) de tanques de 50 piés (15m.) de diámetro, y a una distancia equivalente a un diámetro del tanque si éste es más grande. Las entradas a la tubería deben estar adecuadamente protegidas con accesorios metálicos tratados con acabados anticorrosivos.

e) Limitaciones de presión en la inyección sub-superficial. El tamaño y las longitudes de las tuberías o líneas de descarga utilizadas a partir del generador de espuma, y las profundidades máximas y mínimas del combustible a proteger deben ser tales que la contra-presión originada esté dentro del rango de presiones bajo las cuales el dispositivo fué probado y listado por laboratorios de pruebas.

Pérdidas por Fricción de Espuma en la Tubería.

La contrapresión consiste de la cabeza estática más la pérdida por fricción de la tubería entre el productor de la espuma y la entrada de espuma al tanque. Las curvas de pérdidas por fricción dadas en las siguientes gráficas están basadas en una espuma de 4 de expansión, el cual es el valor a utilizar para hacer cálculos de velocidad de entrada y pérdidas por efectos de fricción. (Ver figuras 35 y 35 "a").

f) Válvulas en el Sistema

Las derivaciones acometidas a cada cámara de espuma en los tanques de techo fijo deben tener cada una válvulas independientes fuera del dique en las instalaciones fijas. Las válvulas de corte para dirigir la espuma o la solución hacia el tanque apropiado deben estar en la estación central de espuma, o pueden estar en el punto en los cuales las

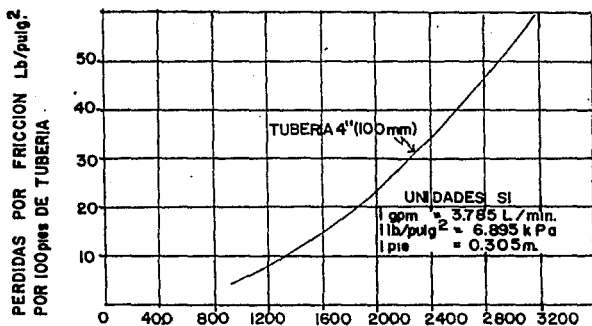
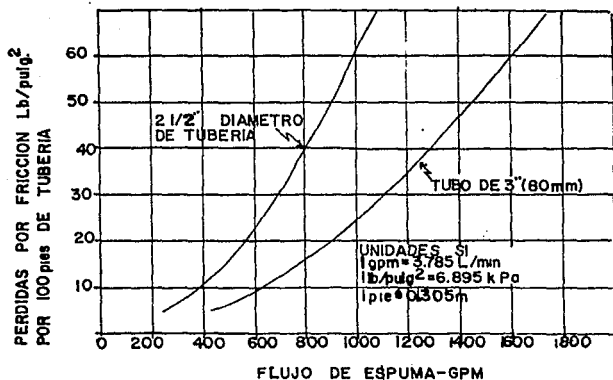


FIG. 35

FLUJO DE ESPUMA-GPM

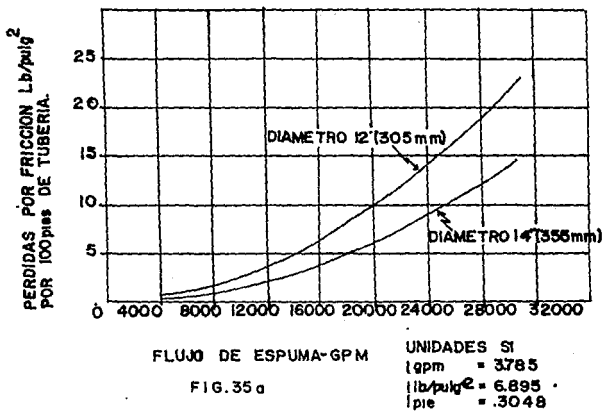
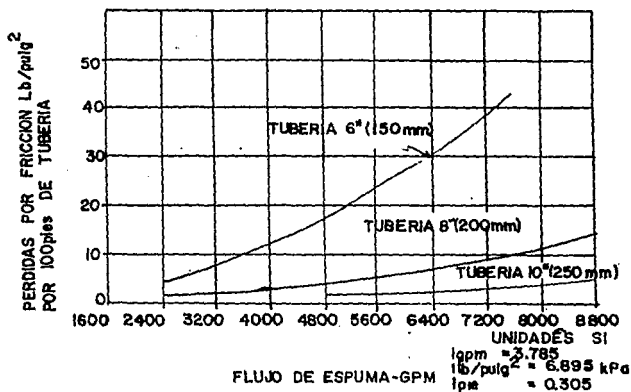


FIG. 35 a

derivaciones salen de la línea principal. Las válvulas de cierre deben estar localizadas fuera de los diques y a una distancia, de la pared al tanque que protegen no menor a las anotadas a continuación: 50 piés (15 m.) para tanques de diámetros menores a 50 piés (15 m.); a una distancia de un diámetro para tanques de más de 50 piés (15 m.) de diámetro, excepto en los casos que apruebe la autoridad competente cuando estas válvulas estén adecuadamente protegidas. Cuando dos o más productores de espuma son instalados en paralelo descargando dentro del mismo cabezal o flauta, deben instalarse válvulas entre la salida de cada dispositivo y el cabezal. La línea de entrada de agua a cada proporcionador debe tener su válvula correspondiente por separado.

Para aplicaciones sub-superficiales, cada línea de suministro de espuma debe estar provista de una válvula de retención a menos que esta sea parte integral del generador de espuma de alta contra-presión o del generador de presión que va a ser conectado en el momento necesario. Cuando las líneas del producto son utilizadas para la aplicación de la espuma, deben instalarse las válvulas correspondientes para asegurar que la espuma solo entre al tanque que necesita protección.

g) Salidas de Manguera para Espuma.

Se debe prever un sistema de tubería fujo y centralizado para el uso de salidas de mangueras de gabinetes para ser utilizados como recurso suplementario en incendios de derrames, alimentando torres portátiles, etc. Para las salidas de la espuma (o de la solución), debe suministrarse hidrantes de agua y proporcionadores portátiles aprobados por la autoridad competente correspondiente. El mínimo número de tomas para espuma y de hidrantes deben estar localizados a una distancia entre 50 piés y 250 piés (15 a 75 m.) de las paredes del tanque protegido, tal como se especifica en la tabla a continuación:

Diámetro del Tanque	Cantidad Mínima de Salidas Requeridas	
Piés	Metros	
Hasta 65	19.5	1
De 65 en adelante	19.5 o mayor	2

Sistemas Fijos de Aplicación de Espuma por Lluvia.

Aplicaciones.

Esta sección es aplicable a sistemas que han sido diseñados para descargar espuma por aspersión, y cuyo propósito es proveer protección de primer grado para riesgos específicos. Estos riesgos pueden estar localizados interior o exteriormente.

Los sistemas de aspersión o riego pueden ser utilizados en y alrededor de equipo y estructuras de procesos, tanques horizontales, cuartos de bombas, y tanques enterrados.

Nota: El aplicar espuma por aspersión, externamente a tanques y depósitos tienen la gran ventaja de enfriar y aislar los tanques y depósitos, mientras que se extingue el incendio de derrames. Sistemas de tubería elevada para aplicaciones por arriba no deben interponerse a las operaciones normales, ni

deben agregar una carga adicional a la estructura del techo. Aunque la espuma no se considere un agente efectivo para la extinción de incendios de líquidos inflamables de tres dimensiones, ésta puede controlar el fuego en la piscina debajo del líquido en movimiento, permitiendo así el control por otros medios.

Estos sistemas también pueden ser utilizados para proteger tanques abiertos pequeños con una superficie de líquido no mayor a 200 pies² (18.6 m²).

Definiciones.

Dispositivos de descarga, aspiradores de aire. Estos dispositivos especiales diseñados para aspirar y mezclar aire dentro de la solución de espuma para así generar espuma. Después, la espuma es descargada en un patrón de diseño específico.

Dispositivo de descarga no aspiradores de aire. Estos dispositivos son diseñados para proveer un patrón específico de descarga de agua. Cuando esta descargándose una solución de AFFF, ellos generan una AFFF efectiva con un patrón de descarga similar al patrón de descarga de agua.

Sistema fijos de Aplicación de Espuma por Aspersión. Un sistema de espuma diseñado para producir y distribuir espuma en un patrón de aspersión uniforme sobre el riesgo a ser protegido.

Diseño del Sistema.

Las características y limitaciones listadas a continuación deben ser consideradas cuando se seleccione una de las muchas variaciones para éste tipo de sistemas.

Limitaciones.

- a) La descarga de espuma puede ser llevada por el viento mas allá del área del combustible.
- b) Las boquillas de espuma pueden tener secciones muy reducidas y por lo tanto muy susceptibles a bloqueos.
- c) Los equipos fijos de espuma pueden ser obstruidos por equipo instalado de manera temporal.
- d) Los sistemas de tubería elevados para aplicaciones elevadas no deben obstruir las operaciones normales, ni imponer una sobrecarga a la estructura del techo.
- e) Las aplicaciones sobre cabeza pueden necesitar una aplicación suplementaria a bajo nivel para así lograr un cubrimiento bajo las grandes estructuras, tal como es el caso de los aviones en los hangares.
- f) Los sistemas de tuberías bajo esas superficies pueden ser demasiado susceptibles a daños por explosiones.
- g) Generalmente éstos sistemas no son adecuados para ser utilizados en líquidos solubles en agua que excedan de 1" (25

mm.) de profundidad.

Salidas de descarga de Espuma.

Cantidad y Ubicación.

Debe haber al menos una boca de descarga por cada 100 piés² (9.3 m.²) de área protegida, a menos que la lista de los dispositivos de descarga indique que un mayor rango es permitido. Estas salidas deben estar ubicadas de tal forma que suministren una buena distribución a través de toda el área. Sin embargo, se lograría una mayor ventaja si se ubican los equipos para que envuelvan el equipo dentro del área protegida. Por lo tanto, las salidas de descarga pueden estar concentradas en tanques cercanos en vez de estar igualmente espaciadas a través de toda el área. Por consiguiente estas salidas se ubican sobre el plano y la elevación de tal forma que suministren la protección más efectiva y adecuada para cada riesgo en particular.

Rangos de Aplicación de Espuma.

Para la protección de hidrocarburos líquidos.

El rango mínimo para la aplicación de solución de espuma debe ser de 0.16 gpm/piés² (6.5 lpm/m²) para espuma protéica y fluoroprotéica, y de 0.10 gpm/piés² (4.1 lpm/m²) para AFFF, basadas en el área máxima potencial de incendio.

Para la protección de líquidos destructivos de la espuma y solubles en agua.

El rango de aplicación de espuma para estos líquidos debe ser y estar basadas en las listas, o en las recomendaciones del productor de acuerdo a sus pruebas específicas para cada tipo de incendio.

Tiempos Mínimos de Descarga.

a) Para protección del área, la duración de la descarga de la espuma debe ser como mínimo de 10 minutos al rango especificado anteriormente. Si el sistema descarga en un rango superior al mínimo, el tiempo mínimo de descarga podrá ser entonces reducido proporcionalmente, pero nunca ser menor que 7 minutos.

b) Para tanques interiores con una superficie de líquido menor de 400 piés² (37.2 m.²), la duración de la descarga de espuma debe ser como mínimo de 5 minutos.

c) Para tanques interiores de 400 piés² (37.8 m.²) o más de área de superficie de líquido, aplique los tiempos de operación utilizados para la protección de tanque exterior.

Nota: Para tanques de cubierta abierta, deben tomarse las provisiones correspondientes para lograr un flujo constante para obtener un colchón de espuma no menor de 6" (150 m.)

Requisitos para el Llenado de la Tubería.

Deberá proveerse suficiente concentrado de espuma para producir una solución de espuma o espuma para llenar las líneas de alimentación instaladas entre la fuente de espuma y el riesgo más lejano protegido por esa línea. Cuando el flujo de agua continua después de que el suministro de espuma es interrumpido, y éste empuja la solución de espuma desde las líneas hasta el riesgo, no es necesario una cantidad adicional de concentrado para esta sección.

Sistemas de Agentes Combinados. Criterios de Diseño.

Sistemas de Agentes Combinados.

Aplicaciones.

Esta sección se refiere a sistemas en los cuales la espuma es aplicada a un riesgo determinado simultáneamente o secuencialmente con polvo químico seco. Los sistemas de este tipo combinan las rápidas capacidades de extinción del polvo químico seco (como también su habilidad de extinguir incendios de tres dimensiones), con las capacidades de sellamiento y aseguramiento de la espuma. Estos sistemas son de vital importancia en la protección de riesgos inflamables de hidrocarburos líquidos.

Definiciones.

Sistemas de Agentes combinados.

Estos sistemas pueden ser autocontenidos, y la aplicación de cada agente es controlada por separado para que de esa forma los agentes puedan ser utilizados individualmente, simultáneamente o secuencialmente de acuerdo a como lo requiera la situación.

Limitaciones.

Los productores del polvo químico seco y de la espuma concentrada utilizados en el sistema deberán ser consultados con respecto a la compatibilidad de sus productos, y con respecto a si son satisfactorios para el uso en este tipo de sistemas.

Las limitaciones impuestas a alguno de los agentes utilizados en el sistema cuando son utilizados por sí solos, son también aplicables a los sistemas de los agentes combinados.

Rangos de aplicación

Los rangos de descarga mínimos para la protección de un riesgo determinado, basados en la suposición de que todo el agente descargado llega a su objetivo, debe ser como sigue:

a) La solución de AFFF debe ser descargada a un rango de 0.10 gpm/pié² (4.1 Lpm/m²) de área protegida.

b) La relación con el rango de descarga del polvo químico seco a la de AFFF [lb.(Kg.)de polvo químico seco por segundo/lb.(Kg.) de solución de AFFF por segundo] debe estar en el rango de 0.6 : 1 a 5 : 1 .

Nota : Otros tipos de espuma pueden ser utilizados con polvo químico seco. Los rangos de aplicación, las relaciones de rangos de descarga, y compatibilidad deben determinarse por medio de pruebas hechas en laboratorios independientes.

Tiempos mínimos de Descarga.

El equipo debe ser capaz de operar por un período de tiempo no menor a 30 seg. por cada agente, utilizado en los rangos de descarga especificados anteriormente.

Suministro de Agentes.

Concentrado de Espuma.

El suministro del concentrado de espuma y de gas expelente debe ser suficiente para descargar espuma por el tiempo y rangos mencionados anteriormente.

Polvo Químico.

El suministro de polvo químico y de gas expelente debe ser suficiente para ser descargado por el tiempo y rangos mencionados anteriormente. Adicionalmente, el suministro de gas expelente debe ser suficiente para soplar las mangueras y dejarlas limpias de polvo químico seco después de su uso.

Suministro de reserva de concentrado de espuma.

Debe existir una cantidad suficiente de reserva de concentrado de espuma que llene los requisitos de diseño para poner el sistema otra vez en operación. Este suministro debe estar en tanque o compartimientos separados, o tambores dentro de las instalaciones, o disponibles de una fuente exterior dentro de las próximas 24 horas.

Suministro de reserva de polvo químico.

Debe existir una reserva de polvo químico seco y de gas expelente dentro de las instalaciones, o disponibles de una fuente exterior aprobada dentro de las 24 horas siguientes. Dicha reserva debe ser suficiente para poner el sistema otra vez en funcionamiento de acuerdo a los requerimientos de diseño. Esta reserva de polvo químico debe estar constantemente almacenada en un área seca y por lo tanto debe estar contenido en tambores metálicos u otro tipo de contenedores que eviten la entrada de humedad. Anterior a la carga del tanque de polvo químico, éste se debe revisar para determinar si está en óptimas condiciones (polvo de libre movimiento), y la presión o peso del contenedor de gas expelente debe ser verificada tal como lo estipula el productor para determinar que está sobre los requisitos mínimos.

6.7 CALCULO DE LA RED CONTRA INCENDIO.

Se puede concluir que el agua es el agente extintor más extensamente usado, dado las características que presenta, como son su asequibilidad debida a lo ampliamente difundida que se encuentra en la naturaleza, teniendo como consecuencia su bajo costo.

Para romper los enlaces de la molécula de agua se requiere proporcionarle 57.820 calorías por cada 18 gramos de agua. De lo anterior podemos concluir que la substancia llamada agua puede soportar temperaturas superiores a 3500°C sin presentar más que una ligera tendencia a la disociación.

Además el agua tiene la propiedad de absorber una gran cantidad de calor . cada litro de agua a temperatura ambiente (20°C) requiere 8.000 calorías para llegar a la temperatura de ebullición (100 °C) y 536,000 calorías más para cambiar del estado líquido al estado gaseoso a la misma temperatura.

Por todas estas propiedades, el agua resulta un magnifico agente extintor.

Antes de iniciar propiamente el cálculo de rdes contra incendio, es necesario tomar en cuenta varios aspectos relacionados con el diseño inicial de la planta.

Cuando se elige el lugar para construir una planta y durante el diseño se debe tener presente lo siguiente:

- a) Naturaleza del proyecto
- b) Substancias que se van a manejar (materias primas, productos intermedios, productos finales).
- c) Fuente o fuentes de abastecimiento de agua.
- d) Tipos de estructura o edificios que van a construirse.
- e) Auxilio externo para el combate de incendios, incluyendo los equipos acequibles.

Bases del Diseño.

El diseño de redes hidráulicas para la industria que maneja hidrocarburos requiere consideraciones de varios factores importantes. Los requerimientos del sistema hidráulico y también la selección de bombas, distribución de la red deben ser establecidos.

Una planta para proceso de hidrocarburos consiste en grupos de unidades de proceso cercanas y áreas adyacentes de almacenamiento de tanques para la materia prima, los productos intermedios y los finales.

Muchos incendios son resultado de explosiones dentro de las unidades de proceso. De estas explosiones, los despojos que proyectan, frecuentemente causan fuegos secundarios en los tanques de almacenamiento adyacentes.

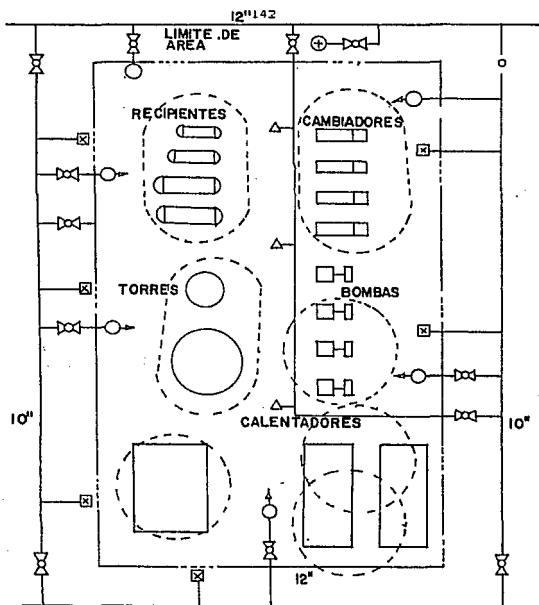







FIG. 36

-  VALVULA DE SECCIONAMIENTO
-  MONITOR
-  HIDRANTE
-  CARRETE CON MANGUERA
-  SISTEMA FIJO DE ASPERORES

Cálculo de Requerimientos de Agua.

La amplia variedad e intensidad de los posibles incendios en este tipo de industrias, obligan a que se necesita calcular en forma precisa, los requerimientos de agua, lo cual lo convierte en una ciencia exacta. La experiencia es un factor de principal importancia en el diseño. Cuando sea posible, se deben conseguir datos de requerimientos de agua de empresas similares como un medio de comprobar los cálculos.

Hat factores comunes para varios componentes de una planta en cuanto a un requerimiento de agua. Además se debe proceder a continuación, a calcular los requerimientos para cada planta de una industria. Es razonable suponer que un incendio ocurrirá en una unidad solamente y que las posibilidades de incendios simultáneos en varias plantas es muy remota.

Una unidad de proceso típica se deberá de proteger por medio de aspersores fijos y monitores, además de carretes de mangueras e hidrantes como refuerzo. (Ver figura 36). Los requerimientos de agua para sistemas de aspersores difieren dependiendo el sistema que se vaya a proteger, en la siguiente forma:

Recipientes.

Se debe aplicar un gasto de agua de 0.25 gpm por cada pié cuadrado de superficie expuesto. Este gasto se puede reducir hasta 0.20 gpm por pié cuadrado, si el sistema está muy bien diseñado, eliminando el factor de gasto de 0.05 gpm por pié cuadrado. Para asegurar la cobertura adecuada deben ser colocados los aspersores, de tal forma que se traslapen sus patrones, aunque esto se mostrará mas adelante con un ejemplo. Lo que si es conveniente tener en cuenta es que la distancia vertical máxima entre el aspersor y el recipiente a proteger es de 4 m. para evitar arrastre por viento.

Estructuras.

Los miembros horizontales de estructuras de acero deben de protegerse con un gasto mínimo de 0.10 gpm por pié cuadrado de área mojada, entendiéndose por área mojada, la superficie de los dos lados de un perfil estructural mas la de uno de los patines de apoyo. Los miembros verticales de estructuras de acero requieren no menos de 0.10 gpm por pié cuadrado de área mojada. En ambos casos la distancia entre aspersores no debe de ser mayor de 3 m. entre sus centros.

Tuberías Aereas.

Para proteger a los tubos se requieren gastos de 0.10 gpm por pié cuadrado de superficie de tubo. Sin embargo en aquellos racks donde hay varios niveles de tuberías, el total de agua empleado no debe exceder de 0.50 gpm. Los materiales de la tubería se muestran en la tabla 1. (Referencia Crane, McGraw-Hill "Flujo de Fluidos").

Transformadores.

Requieren gastos de agua de 0.25 gpm por pié cuadrado de superficie de equipo. Las distancias de los aspersores al equipo energizado lo determina las características de cada

aspersor.

No es necesario que todo el equipo este protegido con aspersores. Como ejemplo de estas condiciones tenemos; recipientes que pueden despresionarse a control remoto, estructuras, tuberías y recipientes que tienen recubrimiento aislante. Sobre éste último punto, conviene hacer una evaluación económica como una solución alterna.

Después de los sistemas de aspersores, se procede a evaluar las necesidades de agua para monitores. Los monitores son boquillas que pueden dirigirse hacia un riesgo en particular. Es muy común emplearlo para proteger equipos específicos y pueden proporcionar densidades de agua similares a la de los aspersores. Los monitores tienen gastos aproximados de 500 gpm a 100 lb/pulg².

Cabe hacer la pregunta cuando se deben seleccionar sistemas de aspersores y cuando usar monitores?. Los sistemas de aspersores se emplean cuando los riesgos de incendio son tan elevados que requieren una aplicación inmediata de agua, sin depender de la reacción humana, como son acumuladores de Hidrocarburos volátiles, etc..

Sin embargo los hidrantes y mangueras son también indispensables como respaldo en combate de un incendio. Los hidrantes deben localizarse rodeando la planta y a una distancia no mayor de 50 m. de tal forma que una emergencia, en cualquier lugar de la planta, pueda ser combatido cuando menos por dos direcciones distintas. Los gastos por cada manguera de contraincendio de 2 1/2" de diámetro es aproximadamente de 250 gpm a 100 lb/pulg².

Un segundo riesgo que hay que evaluar en el combate de incendios es la posibilidad de fuegos simultáneos en los tanques de almacenamiento, después de una explosión en una unidad de proceso. Esto presenta una alta posibilidad de ocurrencia si los tanques se encuentran a menos de 270 m. de distancia de la unidad. Los gastos necesarios para combatir estas emergencias en los tanques, si tienen sistemas de protección fija de espuma, es de 1 gpm por 10 pies cuadrados de superficie de líquido en el tanque. Se requiere una evaluación extra para determinar las necesidades para proteger de la radiación a los tanques vecinos. Antes de decidir en definitiva los requerimientos de agua contra incendio, es conveniente consultar a las autoridades locales, estatales, federales y compañías aseguradoras, a fin de conseguir la aprobación del proyecto.

Sistema de Abastecimiento de Agua.

Este aspecto lo determina la localización de la unidad, el lugar geográfico definirá la fuente de abastecimiento de agua. Lo principal del abastecimiento de agua radica en que garantice suministrar una cantidad de agua apropiada a los riesgos a combatir.

Normalmente se denomina "fuente primaria de abastecimiento de agua" al lugar donde se toma el agua (pozo, rios, lagos,

sistema municipal, etc.) y "fuente secundaria de abastecimiento de agua" el almacenamiento de agua dentro de la industria.

El sistema ideal es contar con fuentes primarias y secundarias de abastecimiento, siempre y cuando reúnan las siguientes características:

La fuente primaria debe tener capacidad suficiente para asegurar un suministro continuo. Por esta razón es recomendable que en instalaciones de proceso dicha fuente sea capaz de suministrar 15 % del gasto total necesario para satisfacer la instalación mayor durante un período de 8 horas mínimo.

La fuente secundaria debe ser capaz de mantener el gasto necesario en caso de incendio. En el caso de instalaciones para proceso de hidrocarburos, el almacenamiento debe ser suficiente para que la bomba o bombas operen durante 5 horas con el gasto máximo provisible. Puede emplearse agua de las torres de enfriamiento o de las plantas de tratamiento de agua, etc., pero este volumen no debe considerarse como almacenamiento de la fuente secundaria.

Bombas contra Incendio.

Para alimentar la red de agua contra incendio se instalarán bombas cuyo impulsor tenga una característica tal que cuando el gasto sea cero, la presión desarrollada debe ser del 12 % de la carga total requerida, tratándose de bombas horizontales. Para bombas de turbina vertical la presión desarrollada debe ser del 14 %.

La presión de descarga de las bombas deberá ser la necesaria en la red, pero en ningún caso será menor que lo indicado en las normas de seguridad, según sea el tipo de instalación. Cuando la bomba proporcione el 15 % del gasto normal, la presión a la descarga deberá ser 65 % de la carga total, desarrollada por la bomba con el 100 % de gasto, siendo esta la mínima necesaria para cubrir las necesidades de la red.

Cuando las bombas estén accionadas por motores eléctricos, estos serán trifásicos, de corriente alterna, de tipo jaula de ardilla y con clasificación eléctrica de acuerdo con su localización.

Cuando se utilice motor de combustión interna para mover las bombas, este debe tener una potencia por lo menos 20 % mayor que la máxima potencia requerida por la bomba a la velocidad de régimen. La selección del motor se debe basar en el análisis cuidadoso de los requisitos que deban llenarse para tener un equipo confiable en su arranque y operación dependiendo estos factores en gran parte de la peligrosidad del área protegida. Si la bomba es accionada por turbina de vapor, ésta deberá tener características de operación tales que con una presión de vapor de alimentación de 75 % de la especificada, proporcione la potencia requerida por la bomba y en ningún caso estarán diseñadas para operar a más de 3500 rpm. La capacidad de las bombas deberán ser tal que permitan tener los gastos y presiones necesarias incluso en el caso de que se tengan abiertos los hidrantes adecuados para sofocar el incendio mas grande, de acuerdo con los riesgos existentes.

TABLA "I"

MATERIALES PARA TUBERIA AEREA DE ULDES DE GONTHA-INCLINDO

	PARTIDA	DIAM	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	
TUBO	Extremos Roscados y Cople	1 1/2" y menores	Sin costura, Céd. 80	Acero al carbono	
	Extremos Biselados	2" a 10"	Sin costura, Céd. 80	AS131 A-120, mínimo	
	Extremos Biselados	12" y mayores	Con costura, Céd. STD		
	Niples	2 1/4" y menores	5/cost. Céd. 80 (ambos extremos roscados) 5/cost. Céd. 80 (un extremo roscado)	Acero al carbono AS131 A-120, mínimo	
VALVULAS	ROSCADAS	Compuerta (cuña sólida)	1 1/2" y menores	150 # SWP, RS15, UB	B02
		Compuerta (cuña sólida)	2 1/2" (nota # 1)	150 # SWP, RS15, UB	B02
		Compuerta (doble disco)	1 1/4" y 2 1/2"	300 # RS15, UB, Rosca hembra NPT y rosca macho NSHT (con tapón, caclucha y cadena)	B02
	Retención (tipo pistón)	1 1/2" y menores	150 # tapa roscada	B02, interiores de bronce con níquel	
	BRIDADAS	Compuerta (cuña sólida)	2" y mayores	125 # FF, OS&V, BB	A126 IBBM
Retención (columpio)	2" y mayores	125 # FF, BC	A126 IBBM		
Macho (lubricadas)	2" a 4" (Nota 2)	150 # RF	A216 Grado WCB		
Macho (lubricadas)	2" a 4" (Nota 2)	200 # FF	A216 Clase B		
BRIDAS	CUELLO SOLDABLE		2" y mayores 2" y mayores	150 # RF (unión entre bridas) 150 # FF (unión c/val)	A181 GR 1
	CONEX.	ROSCADAS	1 1/2" y menores	2000 ±, fuerza unión con asiento de acero contra bronce	A195 GR 11
COPLES ROSCADOS		1 1/2" y menores	300# ±		
SOLDARLES A TOPE		2" y mayores	Céd. de acuerdo con la del tubo	A251 GR WPB	
JUNTAS		TOBOS	Adheso comprimido de 1.5 mm (1/16") de espesor	B-1170	
TORNILLERIA		TOBOS	Tornillos máquina de cabeza cuadrada con caras hexagonales.	A307 A194 GR 2H	
PUNONES	MANTENIMIENTO		1 1/2" y menores 2" y mayores	Fuerza unión Brida	
	NORMAL		1 1/2" y menores 2" y mayores	Coples Subalibles a tope	

NOTAS:

- 1) Para usarse exclusivamente en Hidrantes.
- 2) Para usarse únicamente en Montitores.
- 3) Tuberia solda se puede proteger con una pintura anti-rust y pintura toja.
- 4) Límites de operación: 19.3 kg/cm² o sea 28 C.
- 5) Abreviaturas:
 - SWP Presión de operación con vapor (Steam Working Pressure)
 - RS15 Vintago saliente con rosca fina (Rising Stem Finch Screw)
 - UB Bontre de union con la el union bonntre
 - NPT Rosca estándar para tubería National Pipe Thread

- IBBM Cuerpo de fierro con interiores de bronce (Iron Body Bronze Mounted)
- NSHT Rosca estándar para conexiones de mangueras (National Standard Hog Thread)
- OS&V Vago con tusa exterior (Outside Screw and Yoke)
- BB Bontre atornillado (Bolted Bonnet)
- BC Papa atornillada (Bolted Cap)
- FF Capa plana - bridas (Flat Face)
- RI Caja tratada - bridas (Riveted Flange)

La capacidad de las bombas que se instalen pueden ser de 500, 750, 1000, 1250, 2000 o 2500 gpm. y deberán vencer una carga dinámica tal que en la toma de localización más desfavorable se tenga una presión mínima, de acuerdo con las necesidades que los riesgos existentes requieran.

Esta capacidad va a depender del número de hidrantes o tomas alimentados simultáneamente, como se indica a continuación:

Capacidad	gpm	500	750	1000	1250	1500	2000	2500
No.de tomas para mangueras de	2 1/2	2	3	4	5	6	6	8
	1 1/2	6	9	12	15	18	18	24

Tubería

En áreas fuera de instalaciones industriales, caminos de tránsito y en lugares donde el clima lo permite, la tubería se podrá instalar superficialmente o en trincheras poco profundas cubiertas con rejillas en áreas de instalaciones industriales, caminos o lugares donde la temperatura ambiente baje de 0 C. se enterrará a una profundidad mínima de 75 cm..

En las instalaciones de proceso y en sus áreas de almacenamiento, se debe procurar que la red de agua contra incendio forme anillos que contengan doce hidrantes como máximo, se deberán instalar válvulas de seccionamiento en lugares adecuados que permitan aislar secciones del sistema de tubería cuando haya necesidad de efectuar reparaciones o ampliaciones. Cuando existe una fuente de suministro se instalará válvula de seccionamiento en cada fuente.

Los materiales de tubería recomendados para la construcción de redes de agua contra incendio, se muestran en las dos tablas siguientes:

Para evitar daños de asentamiento, la tubería no debe pasar bajo construcciones o bodegas y cuando pase por vías de F.F.C.C. se enterrará a una profundidad de 1.30 m.. La profundidad debe ser medida de la parte superior del tubo al nivel de piso terminado.

Al colocar la tubería en las cepas o trincheras esta debe limpiarse por dentro y los extremos abiertos deben ser tapados provisionalmente, con los medios mas apropiados, hasta terminar la instalación para evitar que piedras o materiales extraños penetren a ella.

La tubería que se instale en cepas o trincheras deberá apoyarse adecuadamente en toda su longitud, para ello se pueden utilizar soportes de madera o de concreto reforzado de 10 cm. de ancho colocados en el fondo, espaciados convenientemente para evitar fuertes deflexiones de la tubería.

En terrenos cenagosos o pantanosos los soportes pueden apoyarse sobre pilotes o cualquier otro medio que asegure una buena instalación.

Las capas deben prepararse con un colchón de grava de arena bien compactados para evitar que la tubería sufra hundimientos. Estos materiales no deben tener cenizas ni otros materiales corrosivos.

Para evitar la corrosión galvánica en la tubería, debida a las condiciones del terreno o corrientes parásitas exteriores es necesario protegerla, ya sea mecánicamente o catódicamente, debiendo medirse la resistividad del terreno y el potencial conveniente, de acuerdo con las características de las instalaciones adyacentes.

Una vez terminada la instalación y antes de cubrir la tubería, se probará durante dos horas, como mínimo, a una presión 50 % mayor que la presión máxima permitida de trabajo.

Toda la tubería contra incendio que se tienda sin enterrar, deberá cubrirse con pintura anticorrosiva y de color rojo.

Es conveniente limpiar periódicamente la red de tuberías para agua de servicio contra incendio con el objeto de eliminar las incrustaciones y depósitos interiores.

La limpieza puede hacerse por medios mecánicos y químicos.

Limpieza mecánica. Consiste en raspar y cepillar los depósitos de óxido con herramientas especiales. El material aflojado puede expulsarse con agua a presión.

Los medios empleados para mover la herramienta de limpieza pueden ser:

I Accionamiento hidráulico. El procedimiento consiste en insertar la herramienta de limpieza en un extremo de la tubería; a continuación se hace circular el agua para que la presión de esta empuje al raspador a través de la tubería. Este método se usa para tuberías de 4" de diámetro y mayores.

II Accionamiento mecánico. Utilizando raspador rotatorio accionado con flecha flexible por un motor. Este procedimiento se usa cuando los depósitos dentro de la tubería son demasiados duros para removerlas con éxito por el método anterior. Se recomienda usarlo para limpiar longitudes de tubería hasta de 100 m.

Limpieza Química.

Las sustancias químicas más comunes para limpiar tuberías son HCL diluido u otras soluciones ácidas. Este proceso se recomienda usarlo donde la tubería tiene muchos cambios de dirección. El tipo y concentración del compuesto químico dependerá de la naturaleza de la incrustación.

La solución debe hacerse continuamente a través de la tubería o permanecer dentro de ésta hasta limpiarla. Para reducir la reacción con el tubo posteriormente a la aplicación del compuesto se debe usar algún tipo de inhibidor de corrosión. En aquellos casos donde sea factible, los inhibidores se agregarán al compuesto químico.

Válvulas.

Todas las válvulas pueden ser de compuerta con vástago saliente o de apertura rápida.

En el caso de las válvulas enterradas deberán estar equipadas con poste indicador que permita abrir o cerrar la válvula desde el exterior, al mismo tiempo que señale cuando esté abierta o cerrada. Este poste debe ser colocado de manera que la parte superior quede a una altura máxima 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, estos deben ser de tamaño adecuado y fácilmente accesibles para inspección, operación, prueba y mantenimiento. Dichos registros podrán construirse de concreto o tabique, cubiertos con tapas que eviten el paso de agua al interior, debiendo tener drenajes para eliminar los escurrimientos de agua.

Todas las válvulas de seccionamiento deberán tener claramente marcada la sección o porción de la red contra incendio que ponen fuera de servicio al estar cerradas. Esto se puede hacer utilizando un sistema práctico de identificación.

Las válvulas de seccionamiento se probarán abriéndolas y cerrándolas totalmente bajo presión; debiendo al mismo tiempo lubricarse.

Hidrantes

Los hidrantes, así como otras salidas para mangueras contra incendio deben tener sus conexiones en buen estado para permitir la conexión adecuada de las mismas. La válvulas de los hidrantes deben ser entregadas y mantenidas en buenas condiciones de operación.

Monitores Fijos

Los mecanismos que permiten el movimiento horizontal y vertical de los monitores se revisarán cuidadosamente poniendo especial atención a la lubricación de dichos mecanismos.

A las boquillas de los monitores se les harán pruebas y revisiones indicadas a continuación:

- 1) Que los empaques estén completos y en buen estado.
- 2) Que todos los mecanismos internos estén completos, en buen estado y operando libremente.
- 3) Que todas las roscas y tuercas estén en buen estado y con libre manipulación.
- 4) Que todas las partes y conexiones estén libres de corrosión o erosión.
- 5) A todas las boquillas se les harán las pruebas necesarias con objeto de comprobar el alcance de los chorros de agua y/o espuma.

Cálculos de Redes de Agua Contra Incendio.

Para calcular las redes de tuberías para agua para el servicio de contra incendio, se basa, como todo flujo de fluidos en el Teorema de Bernoulli que se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$z_1 + \frac{144 p_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{144 p_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

Donde:

- z_1 = Altura del punto 1 (pies)
- z_2 = Altura del punto 2 (pies)
- p_1 = Presión en el punto 1 (lb/pulg²)
- p_2 = Presión en el punto 2 (lb/pulg²)
- v_1 = Velocidad en el punto 1 (pies/seg)
- v_2 = Velocidad en el punto 2 (pies/seg)
- ρ_1 = Densidad del fluido en el punto 1 (lb/pié³)
- ρ_2 = Densidad del fluido en el punto 2 (lb/pié³)
- h_L = Pérdida de carga (pérdida de presión)

Esta ecuación es válida para todo fluido y h_L representa las pérdidas de carga que son debidas a la fricción entre el fluido y las paredes del tubo, fricción entre las partículas del fluido, pérdidas causadas por cambios de dirección y las pérdidas debidas a los cambios de diámetro de la tubería.

La ecuación que determina las pérdidas por fricción es la Ecuación de Fanning:

$$h = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h = Pérdida de carga por fricción (pies)
- L = Longitud de la tubería (pies)
- D = Diámetro de la tubería (pies)
- v = Velocidad media del fluido (pies/seg)
- f = Factor de Fanning o factor de fricción.

El factor de fricción "f" depende de un número adimensional que determina las características del flujo, se llama número de Reynolds (Re) y su fórmula es:

$$Re = 123.9 \frac{d v \rho}{\mu}$$

Donde:

d = Diámetro interno de tubo (pulg.)
 v = Velocidad media del fluido (pies/seg.)
 ρ = Densidad del fluido (lb/pié³)
 μ = Viscosidad absoluta (centipoises)

Si el Re es mayor de 4000 el flujo es turbulento y si el Re es menor de 2000 el flujo es laminar.

Para calcular el factor de fricción "f" se emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k}{3.7 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde es el factor de fricción de rugosidad del tubo. (Ver figs. 37, 38,39) Referencia Crane McGraw-Hill "Flujo de Fluidos".

Para facilitar el cálculo de "f" existen gráficas para obtenerlo conociendo el Re y la rugosidad del tubo o si éste es liso.

En el caso del agua se han desarrollado ecuaciones empíricas. Para el número de Reynolds:

$$Re \ 60^{\circ}F = 2010 \frac{G}{d}$$

$$Re \ 70^{\circ}F = 3225 \frac{G}{d}$$

Donde:

G = Gasto (gpm)
 d = Diámetro interno del tubo (pulg.)

$$Re \ 74^{\circ}F = 3410 \frac{G}{d}$$

$$Re \ 80^{\circ}F = 3670 \frac{G}{d}$$

Para determinar las caídas de presión existen, como en el caso anterior, una ecuación de Hazen y Williams que se puede escribir bajo las siguientes formas:

a) Para velocidad

$$v = C r^{0.63} \quad \text{e} \quad 0.54$$

Donde:

- v = Velocidad del fluido (piés/seg)
 C = Coeficiente de Hazen y Williams
 r = Radio hidráulico (d/4 tubos llenos)
 s = Pendiente.

b) Para caída de presión

$$P = \frac{4524 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Donde:

- P = Caída de Presión (lb/pulg²) por 1000 piés de tubería
 Q = Gasto (gpm)
 C = Coeficiente de Hazen y Williams
 d = Diámetro interno del tubo (pulg.)

c) Para Gasto

$$Q = \frac{C d^{2.63} P^{0.54}}{94.19}$$

Donde:

- Q = Gasto (gpm)
 C = Coeficiente de Hazen y Williams
 d = Diámetro interno del tubo (pulg.)
 P = Caída de presión (lb/pulg²) por cada 1000 piés de tubería

El valor del coeficiente de Hazen y Williams dependen del material, los daños de uso y el tipo de agua empleada.

VALOR DEL COEFICIENTE DE HAZEN Y WILLIAMS

Para cálculos a base de espuma:

Material del tubo	Coeficiente
Tubería Negra o tubería de hierro fundido	100
Tubería en Acero Galvanizado	120
Tubería de Asbesto-Cemento	140

Para cálculo a base de Agua:

Material del Tubo	Coeficiente	Factor
Tubo de acero nuevo	120	0.7
10 años de uso *	110	0.8
15 años de uso *	100	1.0
20 años de uso *	90	1.2

30 años de uso *	80	1.5
50 años de uso *	70	1.9
75 años de uso *	60	2.6
Tubo de acero recubierto de cemento	130	0.6
Tubo recubierto de pintura asfáltica	140	0.5
Tubo de asbesto cemento	140	0.5
Tubo de bronce, cobre o plomo	140	0.5
Sistemas para espuma mecánica	120	0.7

* Varía de acuerdo con la corrosividad del agua.

El factor de la tabla anterior sirve para que multiplicando por la caída de presión de la siguiente tabla proporcione la caída de presión real.

Hay que tener presente que la ecuación de Hazen y Williams para caída de presión esta desarrollada para tubos rectos y en posición horizontal. así que en todo problema que se desee resolver con ésta ecuación es necesario agregar la carga por diferencia de nivel a la carga por accesorios; esto último se realiza por medio de nomogramas, convirtiendo el accesorio en una longitud equivalente de tubo recto. (Ver tablas 2 y 3) Referencias Crane McGraw-Hill "Flujo de Fluidos".

TABLA "2"^{USA}

TESTING WATER SUPPLIES

Table 21-9. Friction Loss in Pipe (f_s) in Pounds per Square Inch per 1,000 ft of Pipe When Hazen-Williams $C = 100$

For other C values, the losses given in this table should be multiplied by the applicable factor in Table 21-10

Pipe	Diameter of pipe, in.										Gpm	
	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	14	16		
5						45.5	14.0	1.69	1.74	0.51	0.241	5
10	0.103					164	50.6	11.1	6.29	1.86	0.781	10
15	0.24	0.286				347	107	26.2	15.5	1.94	1.66	15
20	0.43	0.481	0.526			591	182	46.8	27.2	6.75	2.81	20
30	1.11	1.02	0.920	0.912		1186	386	107	68.0	14.2	5.76	30
40	1.91	1.74	0.921	0.928	6"	6"	618	171	91.7	24.7	10.2	40
50	2.83	2.61	1.47	0.94	0.104	104	162	121	10.6	11.2	11.2	50
60	3.91	3.61	0.06	0.94	0.105	105	160	121	11.2	11.2	11.2	60
70	5.11	4.90	2.74	0.923	0.100	100	487	210	6.8	1.28	2.7	70
80	6.4	6.18	1.50	1.18	0.486	486	624	284	87.2	16.7	6.8	80
90	7.74	7.81	4.35	1.47	0.604	604	778	366	108	108	43.4	90
100	9.1	9.48	3.29	1.78	0.715	715	881	445	131	131	51.5	100
120	13.0	13.5	7.41	2.50	1.03	1.03	8"	623	185	123	77.7	120
140	17.4	17.7	9.84	3.33	1.37	0.333	10"	879	246	101	140	140
160	22.6	22.6	12.4	4.26	1.75	0.431	10"	116	316	132	160	160
200	37.4	38.1	15.7	5.70	2.34	0.537	0.181	181	475	185	200	200
250	51.9	52.8	19.1	6.43	2.89	0.652	0.270	0.270	627	249	250	250
280	64	67.9	26.7	9.02	3.71	0.914	0.308	0.127	811	281	280	280
300	72.1	74.2	19.1	6.43	2.89	0.652	0.410	0.122	1.06	1.06	300	300
350	100	103	23.7	8.1	3.55	1.24	0.620	0.215	0.154	0.154	350	350
400	126	129	28.8	10.5	4.70	1.68	0.793	0.326	0.206	0.206	400	400
450	154	157	35.5	12.0	4.93	1.82	0.918	0.410	0.276	0.276	450	450
500	183	187	40.4	13.6	5.62	1.38	0.466	0.192	14"	14"	500	500
550	217	221	48.3	15.2	6.46	1.84	0.620	0.215	0.154	0.154	550	550
600	246	250	55.5	16.8	7.27	2.35	0.808	0.308	0.206	0.206	600	600
650	276	281	63.7	18.5	8.06	2.92	1.018	0.410	0.276	0.276	650	650
700	307	312	72.4	20.4	8.84	3.57	1.24	0.493	0.326	0.326	700	700
750	339	344	81.4	22.4	9.61	4.24	1.48	0.588	0.388	0.388	750	750
800	372	377	90.8	24.5	10.37	4.98	1.74	0.691	0.478	0.478	800	800
850	406	411	100.4	26.7	11.12	5.70	2.01	0.801	0.578	0.578	850	850
900	441	446	110.4	29.0	11.85	6.42	2.23	0.919	0.688	0.688	900	900
950	477	482	120.4	31.4	12.57	7.14	2.44	1.04	0.811	0.811	950	950
1,000	514	519	130.4	33.9	13.28	7.86	2.67	1.17	0.934	0.934	1,000	1,000
1,100	583	588	148	38.6	14.4	8.8	3.08	1.32	1.07	1.07	1,100	1,100
1,200	654	659	167	43.5	15.5	9.8	3.50	1.48	1.22	1.22	1,200	1,200
1,300	727	732	187	48.6	16.6	10.8	3.94	1.64	1.38	1.38	1,300	1,300
1,400	802	807	207	53.9	17.7	11.8	4.39	1.81	1.54	1.54	1,400	1,400
1,500	879	884	228	59.4	18.8	12.8	4.86	2.00	1.71	1.71	1,500	1,500
1,600	958	963	249	65.1	19.9	13.8	5.34	2.19	1.89	1.89	1,600	1,600
1,700	1,039	1,044	270	71.0	21.0	14.8	5.84	2.39	2.09	2.09	1,700	1,700
1,800	1,121	1,126	291	77.1	22.1	15.8	6.35	2.60	2.30	2.30	1,800	1,800
1,900	1,205	1,210	312	83.4	23.2	16.8	6.87	2.81	2.51	2.51	1,900	1,900
2,000	1,291	1,296	334	89.9	24.3	17.8	7.40	3.03	2.73	2.73	2,000	2,000
2,200	1,450	1,455	375	104	26.4	19.8	8.44	3.46	3.16	3.16	2,200	2,200
2,400	1,619	1,624	416	119	28.5	21.9	9.49	3.90	3.59	3.59	2,400	2,400
2,600	1,798	1,803	457	135	30.6	24.0	10.55	4.35	3.99	3.99	2,600	2,600
2,800	1,977	1,982	498	151	32.7	26.1	11.62	4.81	4.44	4.44	2,800	2,800
3,000	2,156	2,161	539	167	34.8	28.2	12.70	5.27	4.88	4.88	3,000	3,000
3,200	2,335	2,340	580	183	36.9	30.3	13.78	5.74	5.31	5.31	3,200	3,200
3,400	2,514	2,519	621	199	39.0	32.4	14.86	6.21	5.78	5.78	3,400	3,400
3,600	2,693	2,698	662	215	41.1	34.5	15.94	6.68	6.25	6.25	3,600	3,600
3,800	2,872	2,877	703	231	43.2	36.6	17.02	7.15	6.72	6.72	3,800	3,800
4,000	3,051	3,056	744	247	45.3	38.7	18.10	7.62	7.19	7.19	4,000	4,000
4,200	3,230	3,235	785	263	47.4	40.8	19.18	8.09	7.66	7.66	4,200	4,200
4,400	3,409	3,414	826	279	49.5	42.9	20.26	8.56	8.13	8.13	4,400	4,400
4,600	3,588	3,593	867	295	51.6	45.0	21.34	9.03	8.60	8.60	4,600	4,600
4,800	3,767	3,772	908	311	53.7	47.1	22.42	9.50	9.07	9.07	4,800	4,800
5,000	3,946	3,951	949	327	55.8	49.2	23.50	9.97	9.54	9.54	5,000	5,000

Table 21-10. C Factors for Use with Table 21-9

C	Factor	C	Factor	C	Factor
150	0.472	105	0.914	65	2.22
145	0.501	100	1.00	60	2.57
140	0.537	95	1.10	55	3.02
135	0.574	90	1.21	50	3.61
130	0.615	85	1.33	45	4.38
125	0.662	80	1.46	40	5.45
120	0.714	75	1.70	35	6.97
115	0.772	70	1.95	30	9.28
110	0.838				

where g = rate of flow, gpm
 C = Hazen-Williams pipe coefficient
 d = internal diameter of pipe, in.
 f_s = loss, psi/1,000 ft

Table 21-9 give values of f_s when $C = 100$ for different pipe sizes at various rates of flow. For values of C other than 100, multiply the tabular losses by the corresponding factor from Table 21-10. Conversely, the value of C for any rate of loss in psi/1,000 ft may be calculated by dividing the given loss per 1,000 ft by the loss from Table 21-9 and finding the corresponding C in Table 21-10.

The above procedure can be expressed by a simple formulation:

$$F_s = f_s \frac{L}{1,000} f_c \quad \text{or} \quad f_c = F_s \frac{1,000}{L} \frac{1}{f_s} \quad (13)$$

where F_s = friction loss in given length of pipe, psi
 f_c = conversion factor for C values other than 100 (Table 21-10)
 L = length of pipe, including actual length of fitting, ft
 f_s = friction loss per 1,000 ft (from Table 21-9) for given rate of flow and pipe size

FIGURA "37"

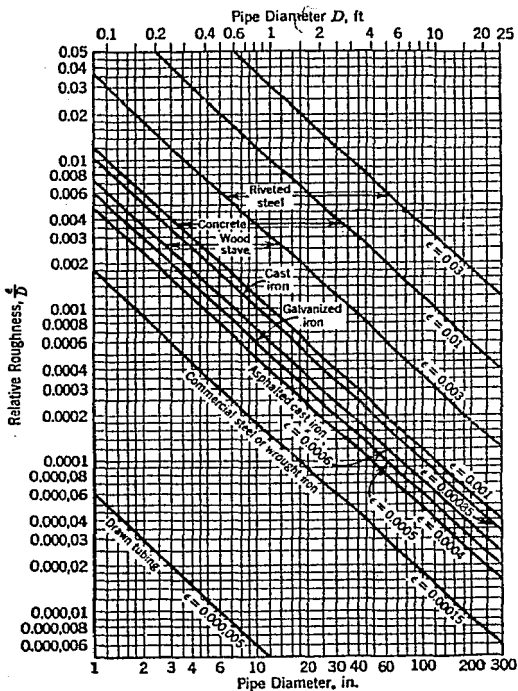
Relative roughness as a function of diameter for pipe of various materials.¹

FIGURA "38"

156

Friction Factors for Any Type of Commercial Pipe"

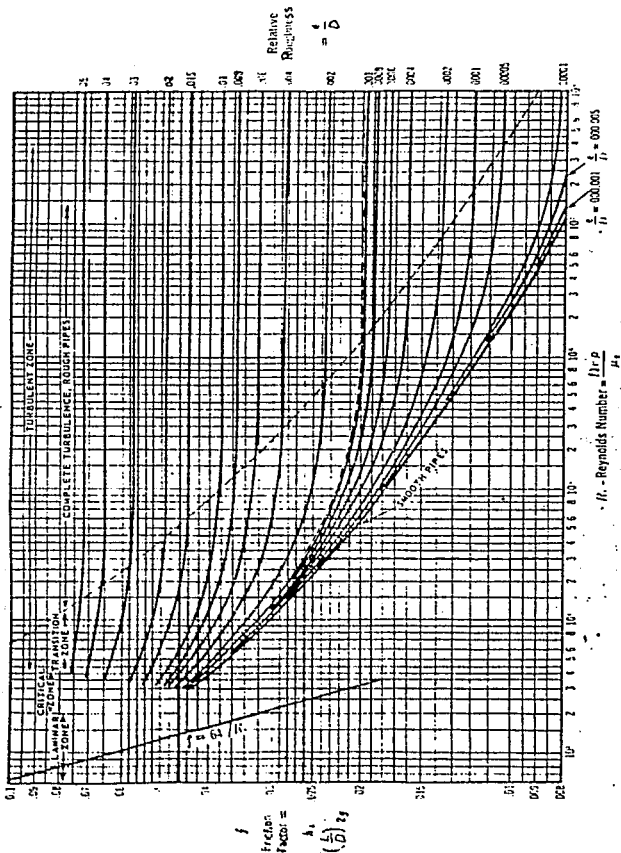
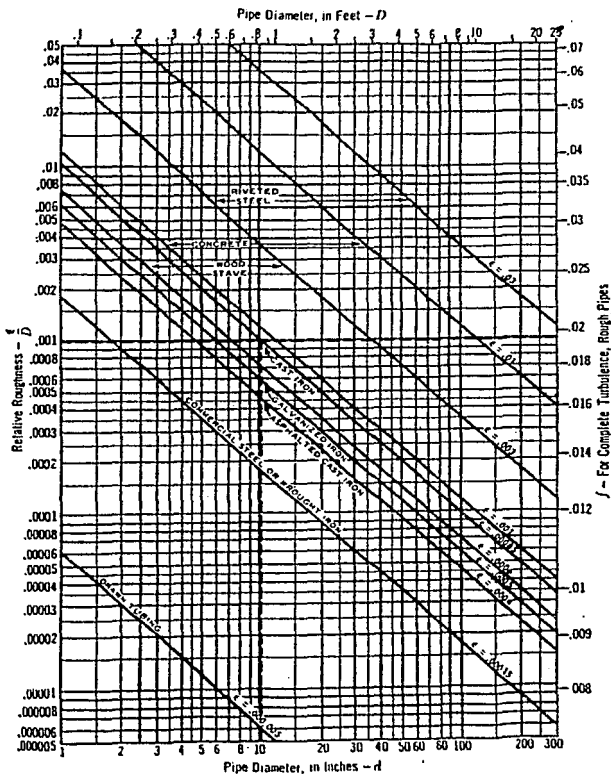


FIGURA "39"¹⁵⁷

Relative Roughness of Pipe Materials and Friction Factors
For Complete Turbulence^{1A}



Ahora bien, los criterios de cálculo para aplicar la fórmula de Hazen y Williams son:

- a) La presión disponible en la toma localizada en las condiciones más desfavorables, sea adecuada a los riesgos a proteger (100 lb/pulg²)
 - b) La velocidad del agua en la tubería no deberá ser mayor de 9 piés/seg. para evitar caídas excesivas de presión.
 - c) El gasto proporcionado deberá ser suficiente para alimentar los hidrantes y/o monitores que deban emplearse simultáneamente más un 30 % de exceso para absorber fugas o conexiones adicionales.
- Otro sistema de cálculos es emplear las ecuaciones desarrolladas para todo tipo de líquido, pero para facilitar más su uso existen graficadas en nomogramas como los que se reproducen a continuación junto con las tablas necesarias para emplearlos. Además se puede emplear un sistema de cálculo más, que es empleando las tablas. Para facilitar la explicación de los sistemas de cálculo, emplearemos tablas para calcular la caída de presión en el hidrante y los nomogramas para el circuito.

En el nomograma No. 1 se obtiene la velocidad o el diámetro del tubo con el gasto y la densidad.

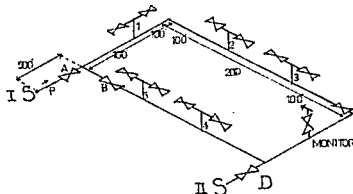
En el nomograma No. 2 con el gasto, densidad y viscosidad se obtiene el Reynolds y con este el factor de fricción "f".

En el nomograma No. 3 se determina la caída de presión en 100 ft. de tubería recta por medio del factor de fricción "f", la densidad, el gasto y el diámetro del tubo.

El sistema de cálculo que aquí se propone es muy simplificado, completamente práctico y sus resultados son lo bastante exactos para poderse aplicar a diseñar redes de agua contra incendio.

Nota: En los nomogramas 1, 2 y 3 son referencia Crane McGraw-Hill "Flujo de Fluidos".

Ejemplo: En una industria para procesar hidrocarburos se ha encontrado que la planta que requiere mayor cantidad de agua en caso de un incendio tiene un circuito de hidrantes como se muestra a continuación:



Este circuito está alimentado por la línea I y la línea II y está constituida por 5 hidrantes de dos bocas de 2 1/2 cada una y un monitor.

Supongamos que en caso de una emergencia en la planta que protege el circuito. se ha visto que en el mayor riesgo se tendría que emplear 3 y 4 y además el monitor.

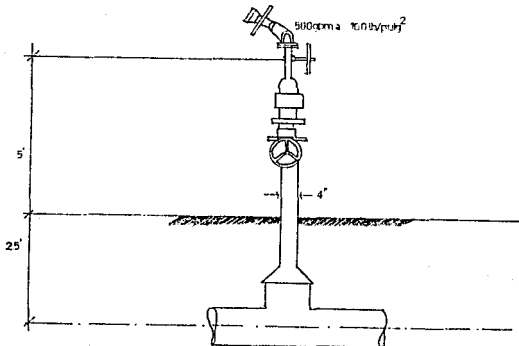
Para los fines de este ejemplo. calcularemos la presión necesaria en el punto "P". Como el cálculo del sistema se hace en las peores condiciones, pensemos que en este caso. solamente está operando la línea I y en la línea II se encuentra cerrada la válvula D.

El primer paso para el cálculo. consiste en determinar los gastos bajo condiciones de diseño tomando en cuenta el 30 % de exceso en la siguiente forma:

Hidrante 3 (dos válvulas abiertas)	= (500 gpm) + 30 % = 650 gpm
Hidrante 4 (dos válvulas abiertas)	= (500 gpm) + 30 % = 650 gpm
Monitor Boquilla de 500 gpm.	= (500 gpm) + 30 % = 650 gpm

TOTAL 1950 gpm

Si vemos el esquema del circuito. notaremos que bajo las circunstancias que supone el problema, el monitor es el que encontrará en las condiciones mas desfavorables y a partir de este punto se comienza a calcular la red.



El monitor va a necesitar una presión de 100 lb/pulg.² en la boquilla y un gasto de 650 gpm. Tenemos como datos:

De la figura 40 con la temperatura de 70 F (20 C) que es la temperatura del agua a condiciones ambiente obtenemos la densidad del agua:

$$Q = 650 \text{ gpm.}$$

$$62.27 \text{ lb/ft}^3$$

De la figura 41 obtenemos la viscosidad del agua a 70 F = 1.0 centipoise.

Así que tenemos como datos.

$$\begin{aligned} Q &= 650 \text{ gpm} \\ \rho &= 62.27 \text{ lb/ft}^3 \\ \mu &= 1.0 \text{ centipoise} \\ d &= 4" \text{ (ced.40)} \end{aligned}$$

Con estos datos. en el nomograma No.2 obtenemos $f = 0.017$

Con estos datos. en el nomograma No.3 obtenemos $100 = 6 \text{ lb/pulg.}^2$

La longitud del tubo de 4" es de 7.5 ft, pero además hay una válvula de compuerta y la longitud equivalente de ésta se calcula en por medio de (ver fig.42) de la siguiente forma:

Válvula de compuerta totalmente abierta $L/D = 13$

Diámetro tubo de 4" en ft = 0.3355

Long. Equiv. = $D (L/D) = 0.3355 * 13 = 4.36 \text{ ft.}$

Long. Total. = Long. Real + Long. Equivalente

Long. Total. = $7.5 + 4.36 = 11.86 \text{ ft} = 12 \text{ ft.}$

Caída de presión = $X \text{ Long. Real} = 6 * 12$
 $\frac{\text{-----}}{100} = \frac{\text{-----}}{100} = 0.72 \text{ lb/pulg.}^2$

Con la caída de presión en el monitor, podemos pasar a calcular el circuito. En primer lugar tenemos que la distribución de gastos es como se muestra en el esquema, ya que en este caso son simétricos los hidrantes que se operan. En caso de que no ocurra esto podemos seguir haciendo la misma consideración, ya que se efectúan los cálculos del lado de la mayor longitud y al tomar el mayor gasto se dá un margen de seguridad.

Nota: Las figuras 40, 41 y 42 son referencias Crane McGraw-Hill "Flujo de Fluidos".

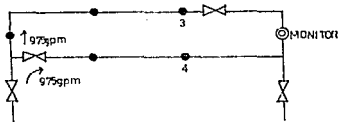


FIGURA "40"

161

Physical Properties of Water

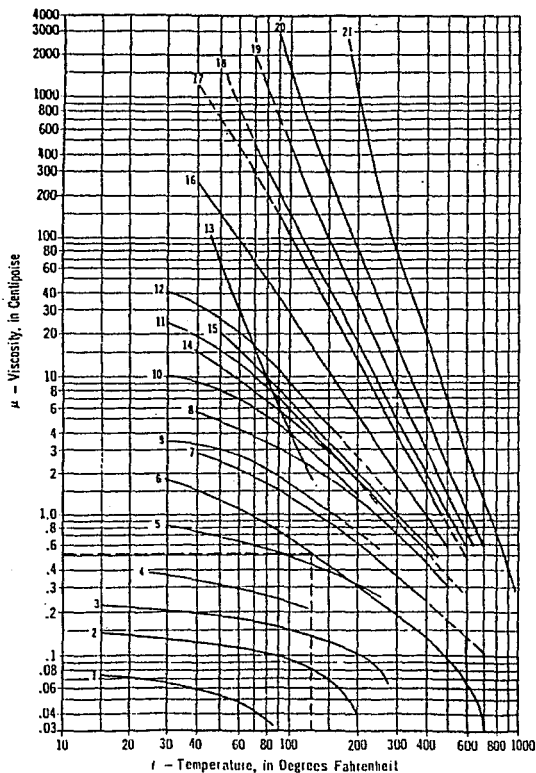
Temperature of Water <i>t</i>	Saturation Pressure <i>P^s</i>	Specific Volume \bar{V}	Weight Density ρ	Weight
Degrees Fahrenheit	Pounds per Square Inch Absolute	Cubic Feet Per Pound	Pounds per Cubic Foot	Pounds Per Gallon
32	.08854	.01602	62.42	8.345
40	.12170	.01602	62.42	8.345
50	.17811	.01603	61.38	8.340
60	.2563	.01604	62.34	8.334
70	.3631	.01606	62.27	8.325
80	.5069	.01608	62.19	8.314
90	.6982	.01610	62.11	8.303
100	.9492	.01613	62.00	8.289
110	1.2748	.01617	61.84	8.267
120	1.6924	.01620	61.73	8.253
130	2.2225	.01625	61.54	8.227
140	2.8886	.01629	61.39	8.207
150	3.718	.01634	61.20	8.182
160	4.741	.01639	61.01	8.156
170	5.992	.01645	60.79	8.127
180	7.510	.01651	60.57	8.098
190	9.339	.01657	60.35	8.068
200	11.526	.01663	60.13	8.039
210	14.123	.01670	59.88	8.005
212	14.696	.01672	59.81	7.996
220	17.186	.01677	59.63	7.972
240	24.969	.01692	59.10	7.901
260	35.429	.01709	58.51	7.822
280	49.203	.01726	57.94	7.746
300	67.013	.01745	57.31	7.662
350	134.63	.01799	55.59	7.432
400	247.31	.01864	53.65	7.172
450	422.6	.0194	51.55	6.892
500	680.8	.0204	49.02	6.553
550	1045.2	.0218	45.87	6.132
600	1542.9	.0236	42.37	5.664
700	3093.7	.0369	27.10	3.623

Specific gravity of water at 60 F = 1.00

Weight per gallon is based on 7.48 gallons per cubic foot.

FIGURA "41"

162
 Viscosity of Water and
 Liquid Petroleum Products^{8, 12, 23}



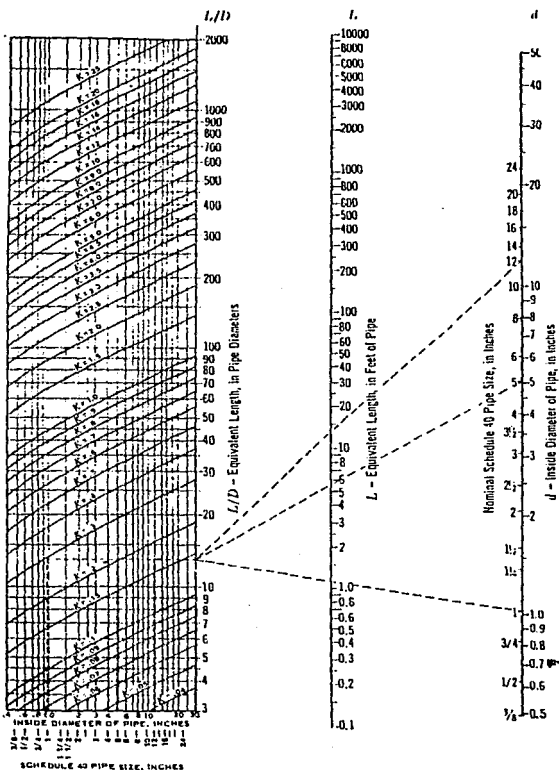
1. Ethane (C₂H₆)
2. Propane (C₃H₈)
3. Butane (C₄H₁₀)
4. Natural Gasoline
5. Gasoline
6. Water
7. Kerosene
8. Diesel
9. 48 Deg. API Crude
10. 40 Deg. API Crude
11. 35.6 Deg. API Crude
12. 32.6 Deg. API Crude
13. Salt Creek Crude
14. Fuel 3 (Max.)
15. Fuel 5 (Min.)
16. SAE 10 Lube (100 V.L.)
17. SAE 30 Lube (100 V.L.)
18. Fuel 5 (Max.) or Fuel 6 (Min.)
19. SAE 70 Lube (100 V.L.)
20. Bunker C Fuel (Max.) and M.C. Residuum
21. Asphalt

Data extracted in part
 by permission from the
 Oil and Gas Journal.

FIGURA "42"

163

*Equivalent Lengths L and L/D and Resistance Coefficient K



Para elegir el diámetro de tubería del circuito usamos el nomograma No.1 para determinar la velocidad con un gasto $Q = 795$ gpm, teniendo como datos $v = 10$ ft/seg. (criterio de cálculo).

Notaremos que hay dos posibilidades:

- a) Con 6" de diámetro la velocidad sería $v = 10$ ft/seg.
- b) Con 8" de diámetro la velocidad sería $v = 6$ ft/seg.

La elección en este caso debe estar orientada por el punto de vista económico, y para fines de este ejemplo seleccionaremos 6" ya que el circuito es pequeño, aún cuando estemos ligeramente fuera del criterio de cálculo.

El cálculo de caída de presión en el circuito lo haremos por el camino más largo que va a seguir el agua como se muestra en el dibujo.



La longitud real será: $L_r = 700$

Los accesorios que recorrerá será: 2 "T" con flujo y una válvula de compuerta totalmente abierta, por lo que la longitud equivalente será:

T	L/D = 60		2 T =	60 * 2 = 120
V	L/D = 13		1 V =	13 * 1 = 13
				133

133

Diámetro tubo 6" en ft = 0.5054 ft

Ver tabla (3) Referencia Crane McGraw-Hill "Flujo de Fluidos".

$$L E = (L/D) D = 133 * 0.5054 = 67.2 \text{ ft.}$$

$$\text{Long. Total} = L R + L E = 700 + 67.2 = 767 \text{ ft.}$$

Para calcular la caída de presión comenzamos por usar el nomograma No. 2 con los datos siguientes para el agua. (Se obtienen en las tablas como se hizo con el monitor).

TABLA "3"

165

Commercial Wrought Steel Pipe Data Schedule Wall Thickness—Per ASA B36.10-1950

Nominal Pipe Size	Outside Diameter	Thickness	Inside Diameter		Inside Diameter Functions (In Inches)			Transverse Internal Area			
			d	D	d ²	d ³	d ⁴	A	A		
			Inches	Feet				Sq In	Sq Ft		
Schedule 10	14	0.250	13.5	1.15	181.25	2460.4	33125	448400	143.14	0.994	
	16	0.250	15.5	1.291	240.25	3723.9	57720	894660	188.69	1.310	
	18	0.250	17.5	1.4583	306.25	5359.4	93789	1641309	240.53	1.670	
	20	0.250	19.5	1.625	380.25	7414.9	144590	2819500	298.65	2.074	
	24	0.250	23.5	1.958	552.25	12977	304980	7167030	433.74	3.011	
30	0.312	19.376	1.448	862.95	25350	744288	21864218	677.76	4.707		
Schedule 20	8	0.625	8.125	0.6771	66.07	536.38	4359.3	53409	51.65	0.3601	
	10	0.750	10.25	0.8542	105.06	1076.9	11038	113141	82.52	0.5731	
	12	0.750	12.25	1.021	150.06	1838.3	22518	275855	117.66	0.8185	
	14	0.312	13.376	1.111	178.92	2393.2	23012	428185	140.52	0.9758	
	16	0.312	15.376	1.281	236.42	3635.2	55894	859442	185.69	1.290	
Schedule 30	8	0.615	0.177	0.671	0.417	65.14	515.75	4143.2	34248	51.16	0.3553
	10	0.750	0.307	10.136	0.847	101.74	1041.4	10555	109887	80.69	0.5603
	12	0.750	0.330	12.09	1.0075	146.17	1767.2	21366	258304	114.80	0.7972
	14	0.375	13.25	1.1042	175.56	2316.2	30821	408394	137.88	0.9575	
	16	0.375	15.25	1.2708	232.56	3546.6	54084	874801	182.65	1.268	
Schedule 40	1/4	0.405	0.068	0.269	0.0724	0.0724	0.0195	0.005242	0.00141	0.057	0.00040
	1/2	0.540	0.088	0.364	0.0303	0.1325	0.0482	0.01756	0.00639	0.104	0.00072
	3/4	0.675	0.091	0.493	0.0411	0.2430	0.1198	0.05905	0.01911	0.191	0.00133
	1	0.840	0.109	0.622	0.0518	0.3869	0.2406	0.1497	0.09310	0.304	0.00211
	1 1/4	1.050	0.113	0.824	0.0687	0.679	0.5595	0.4610	0.3799	0.533	0.00371
Schedule 60	1	1.315	0.133	1.049	0.0874	1.009	1.154	1.210	1.270	0.864	0.06600
	1 1/4	1.660	0.140	1.380	0.1150	1.904	2.628	3.625	5.005	1.495	0.01040
	1 1/2	1.960	0.145	1.610	0.1342	2.597	4.173	6.718	10.82	2.036	0.01414
	2	2.375	0.154	2.067	0.1722	4.272	6.831	18.250	37.72	3.355	0.02330
	2 1/2	2.875	0.203	2.469	0.2057	6.09	15.051	37.161	71.75	4.788	0.0332
Schedule 80	3	3.500	0.216	3.068	0.2557	9.413	28.828	88.605	271.8	7.233	0.05130
	3 1/2	4.000	0.226	3.548	0.2957	12.59	44.663	158.51	561.2	9.886	0.06870
	4	4.500	0.237	4.026	0.3355	16.21	65.256	262.76	1058	12.730	0.08840
	5	5.563	0.258	5.047	0.4106	25.47	128.56	648.72	3275	20.006	0.1390
	6	6.625	0.280	6.065	0.5054	36.78	213.10	1352.8	8706	28.891	0.2006
Schedule 100	8	0.615	0.322	7.981	0.6651	63.70	508.36	4057.7	32380	50.027	0.3474
	10	0.750	0.365	10.02	0.8350	100.4	1006.0	10080	101000	78.855	0.5475
	12	0.750	0.406	11.938	0.9965	142.5	1701.7	20306	242470	111.93	0.7773
	14	0.438	13.124	1.0937	172.24	2260.5	29666	389340	135.28	0.9394	
	16	0.500	15.000	1.250	225.0	3375.0	50625	759375	176.72	1.2172	
Schedule 120	18	0.562	16.876	1.4063	284.8	4806.3	81111	1368820	223.68	1.5533	
	20	0.593	18.814	1.5678	354.0	6659.5	125320	2357244	278.00	1.9305	
	24	0.687	22.626	1.8855	511.9	11583	762040	5919784	402.07	2.7921	
	8	0.625	0.406	7.813	0.6511	61.04	476.93	3725.9	29113	47.94	0.3329
	10	0.750	0.500	9.750	0.8125	95.06	926.86	9036.4	88110	74.66	0.5185
Schedule 160	12	0.562	11.676	0.9688	135.16	1571.4	18268	213399	106.16	0.7372	
	14	0.593	12.814	1.0678	184.20	2104.0	26262	345480	128.96	0.8956	
	16	0.656	14.688	1.2240	215.74	3168.8	46544	683618	169.84	1.1766	
	18	0.750	16.500	1.3750	272.25	4492.1	74120	123292	213.83	1.4849	
	20	0.812	18.376	1.5313	337.68	6205.2	114028	2095342	265.21	1.8417	
Schedule 240	24	0.968	22.064	1.8387	486.82	10741	236994	5129036	382.35	2.6552	
	1/4	0.405	0.095	0.215	0.0179	0.0462	0.009944	0.002114	0.000459	0.036	0.00015
	1/2	0.540	0.119	0.302	0.0252	0.0912	0.02175	0.008317	0.001513	0.072	0.00050
	3/4	0.675	0.126	0.423	0.0353	0.1789	0.0757	0.03100	0.01354	0.141	0.00094
	1	0.840	0.147	0.546	0.0455	0.2981	0.1628	0.08886	0.04852	0.234	0.00163
Schedule 360	1 1/4	1.050	0.154	0.742	0.0618	0.5506	0.4085	0.3032	0.1249	0.483	0.00300
	1 1/2	1.315	0.179	0.957	0.0797	0.9158	0.8765	0.8387	0.8027	0.719	0.00499
	1 3/4	1.660	0.191	1.278	0.1065	1.633	2.087	2.6667	3.409	1.283	0.00691

$$Q = 975 \text{ gpm}$$

$$P = 62.27 \text{ lb/ft (3)} \quad \text{Obtenemos } f = 0.016$$

Pasamos al nomograma No. 3 con estos mismos datos y obtenemos :

$$P_{100} = 2.7$$

$$\text{La caída de presión (Pc) en el circuito} = \frac{\text{Long. Total} * P_{100}}{100}$$

$$Pc = \frac{767.2 * 2.7}{100} = 20.7 \text{ lb/pulg.}^2$$

La última parte del circuito que nos falta calcular es la línea de alimentación I (de la tabla T al punto "P").

El gasto será ahora de $Q = 975 * 2 = 1950 \text{ gpm}$.

Empleamos de nuevo el nomograma No.1 para determinar el nuevo diámetro usando el criterio de velocidad máxima $v = 9 \text{ ft/seg}$ y obtenemos:

$$d = 10'' \quad v = 8 \text{ ft/seg.}$$

$$\text{La longitud real } L_r = 500'$$

Los accesorios son una "T" y una válvula totalmente abierta, por lo que la longitud equivalente (L E) será:

T L/D = 60	1 T = 60 * 1 60 = 60
V L/D = 13	1 V = 13 * 1 = 13

	73

Diámetro de tubo 10" en ft = 0.8350 ft.

L E = (L/D) D = 73 * 0.8350 = 60.9 ft.

L T = L R + L E = 500 + 60.9

Long. Total = 560.9 ft.

Pasamos al nomograma No. 2 para iniciar el cálculo de la caída de presión, con los siguientes datos:

$$Q = 1950 \text{ gpm}$$

$$P = 62.27 \text{ lb/ft (3)} \quad \text{Obtenemos } f = 0.15$$

$$M = 1.0 \text{ centipoise}$$

$$d = 10'' \text{ (Diámetro nominal)}$$

Pasamos al nomograma No. 3 con estos mismos datos y obtenemos:

$$P_{100} = 0.9 \text{ lb/pulg.}^2$$

$$\text{Caída de presión en la línea } P_L = \frac{560.9 * 0.9}{100} = 5.0 \text{ lb/pulg.}^2$$

Por ultimo calcularemos la caída de presión total en el sistema:

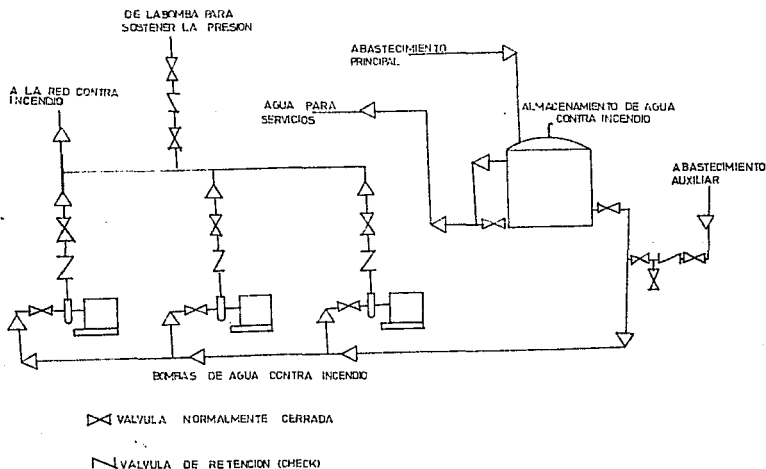
$$P_r = P_m + P_c + P = 1.0 + 20.7 + 5.0 = 26.7 \text{ lb/pulg.}^2$$

Ahora bien, con la P_r sabemos cuanta presión se pierde del punto "P" al monitor: si en la boquilla del monitor se requiere una presión (P) de 100 lb/pulg.², la presión en el punto "P" (P_p) será:

$$P = P + P_r = 100 + 26.7 = 126.7 \text{ lb/pulg.}^2$$

Si en el punto "P" instalásemos la bomba contra incendio, ésta deberá estar diseñada para dar 2000 gpm. a 130 lb/pulg.² o lo más cercano posible a estas condiciones que haya en el mercado.

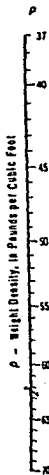
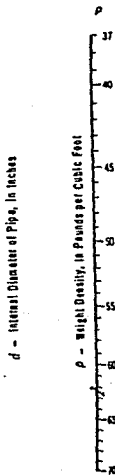
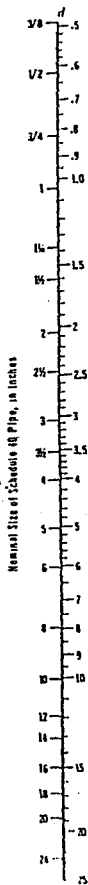
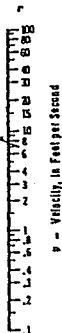
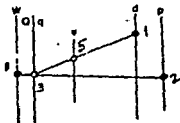
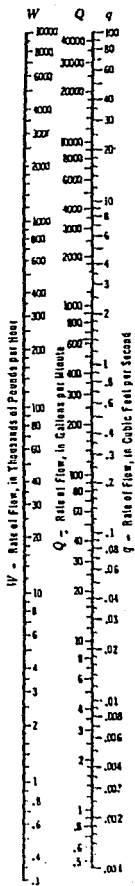
A continuación se muestra un sistema de bombeo, integrado por tres bombas y sistema de abastecimiento.



NOMOGRAMA "I"

168
Velocity of Liquids in Pipe

(continued)

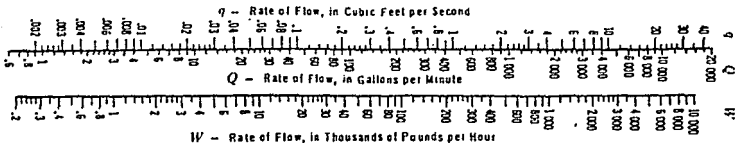


NOMOGRAMA "2"

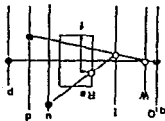
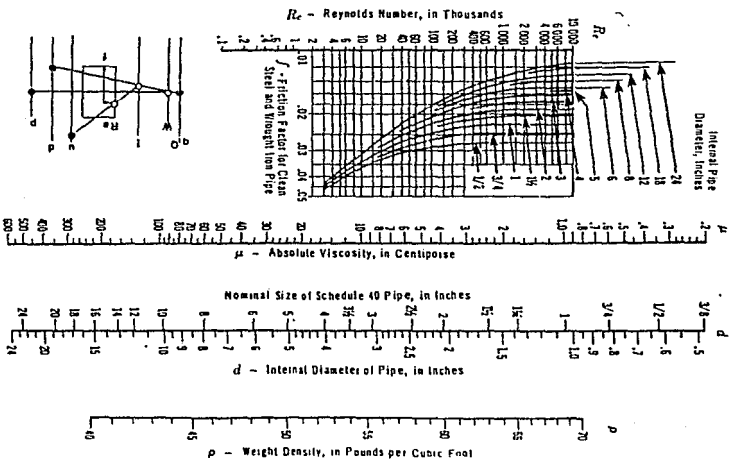
169

Reynolds Number for Liquid Flow Friction Factor for Clean Steel and Wrought Iron Pipe

(continued)



Index

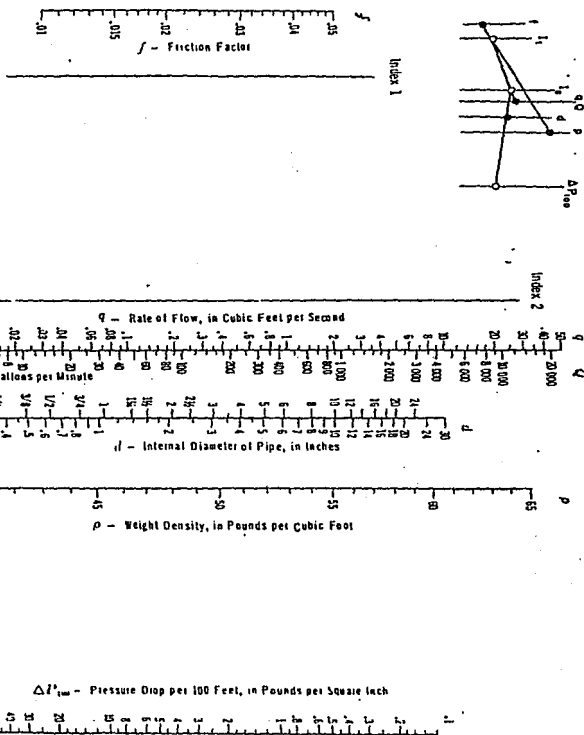


NOMOGRAMA "3"

170

Pressure Drop in Liquid Lines for Turbulent Flow

(continued)



CONCLUSIONES

Conclusiones

Agentes Espumógenos.

La espuma es el único método reconocido para extinguir y controlar fuegos en líquidos inflamables y combustibles.

Todas las espumas consisten en tres partes esenciales: Agua, Aire y Concentrado de espuma. La secuencia comienza cuando el agua y el concentrado de espuma son mezclados. Esto se conoce como proporcionamiento. La mezcla resultante es la solución de espuma.

La espuma se forma cuando la solución de espuma es aspirada con aire para producir expansión. La expansión varía dependiendo de la calidad de la espuma, de la temperatura y calidad del agua y de la eficiencia del formador de espuma. Los rangos de expansión son desde 4 a 20 veces para espuma de baja expansión, de 20 a 500 veces para expansión de media y para espumas de alta, la expansión es de 500 a 1000 veces en volumen.

Todas las espumas extinguen el fuego de cuatro maneras, a saber:

- 1) Enfrian la superficie del combustible y el metal adyacente.
- 2) Contienen los vapores inflamables emitidos por el combustible.
- 3) Ahoga el fuego evitando que el aire se mezcle con los vapores inflamables.
- 4) Separan las llamas de la superficie del combustible.

Los concentrados de espuma no extinguen el fuego. La solución de espuma es el vehículo que transporta el agua a la superficie del líquido inflamable y causa que esta flote sobre la superficie. Para que esto suceda la espuma debe reunir 6 características fundamentales:

- a) Debe retener suficiente cohesividad para formar una capa a prueba de vapores.
- b) Ser capaz de contener los vapores inflamables.
- c) Ser capaz de retener agua para cumplir su función de enfriamiento.
- d) Debe resistir el calor para evitar su destrucción.
- e) Debe ser capaz de fluir y entrar a cualquier obstrucción presente en el área del fuego.
- f) Debe resistir su contaminación con combustible. Si las burbujas se saturan o absorben combustible estas se quemarán. La saturación de las burbujas con combustible es un punto crítico en la aplicación de espumas por inyección sub-superficial.

Las espumas de película acuosa (AFFF) extinguen el fuego de

una manera diferente.

La solución de espuma AFFF produce una capa delgada de agua, resultante del drenaje parcial de la solución controlada de la capa de espuma. Esto es posible por el fenómeno conocido como "tensión superficial".

La ventaja principal de las espumas de película acuosa es su rápido abatimiento del fuego. La película acuosa se extiende rápidamente, adelantándose a la espuma, enfriando la superficie del combustible y apagando el fuego.

La capa de espuma actúa como un depósito que constantemente drena agua para alimentar a la película.

Las espumas AFFF tipo alcohol son efectivas tanto en hidrocarburos como en solventes polares. Cuando es aplicada en hidrocarburos en un 3 % de concentración, la tipo alcohol o ATC forma una película similar a la AFFF normal.

Cuando es aplicada en solventes polares o combustibles solubles en agua, la ATC suelta un polímero, el cual reacciona con el combustible formando una membrana química insoluble, entre la superficie del combustible y la burbuja de la espuma.

Esto evita que el agua contenida en la burbuja se mezcle con el solvente polar y destruya la capa de espuma.

Esta membrana no se forma en los hidrocarburos.

El uso exitoso de la espuma depende del rango de aplicación. Dos factores importantes deben tomarse en cuenta en el rango de aplicación. Primero el fuego tiende a destruir una cantidad de espuma y segundo, el combustible mismo destruye algo de espuma. Por esto, es necesario que la espuma sea aplicada en un rango adecuado para compensar estos dos factores y además extinguir el fuego.

Cada solvente polar debe ser examinado y probado para determinar el método y rango de su aplicación.

Análisis General de Concentrados

En conclusión, un rápido análisis de cada concentrado es el siguiente:

Concentrado: Protéico

Tiempo de Vida: 5 a 7 años máximo.

Aplicación: Derivados de hidrocarburos (no solubles en agua).

Compatibilidad con PQS.: No compatible

Formadas por: Proteínas hidrolizadas de origen animal, inhibidores de corrosión, espumantes.

Características de extinción: Desplazamiento lento sobre la superficie de los líquidos debido a que el colchón de espuma que se forma es muy denso; por lo tanto tarda más en extinguir el fuego.

Donde no se debe aplicar?: En solventes polares.

Concentrado: Fluoroprotéico.

Tiempo de Vida: 5 a 7 años máximo.

Aplicación: Derivados de hidrocarburos (no solubles en agua).

Compatibilidad con PQS: No compatibles.

Formadas por: Proteínas hidrolizadas de origen animal, surfactantes fluorados, inhibidores de corrosión, espumantes.

Características de extinción: Se pueden considerar como lentas sobre la superficie de los líquidos debido al colchón denso de espuma, aunque estas son más rápidas que las protéicas.

Donde no se debe aplicar: En solventes polares.

Concentrado: Sintético

Tiempo de Vida: Indefinido.

Compatibilidad con PQS.: No compatibles.

Formadas por: Detergentes sintéticos.

Características de extinción: Desplazamiento rápido sobre la superficie de los líquidos, poco resistentes al calor, poco resistentes a la reignición.

Donde no se debe aplicar?: En solventes polares.

Concentrado: AFFF (Espuma formadora de película acuosa).

Tiempo de Vida: Más de 20 años.

Aplicación: Derivados de hidrocarburos (no solubles en agua).

Compatibilidad con PQS.: Si son compatibles.

Formadas por: Surfactantes fluorados, solventes, inhibidores de corrosión, etc.

Características de extinción: Desplazamiento rápido sobre la superficie de los líquidos, forma película acuosa y son resistentes a la reignición.

Donde no se debe aplicar?: En solventes polares.

Concentrado: AFFF Tipo Alcohol (ATC).

Tiempo de Vida: Más de 15 años.

Aplicación: Derivados de hidrocarburos y solventes polares.

Compatibilidad con PQS.: Si son compatibles.

Formadas por: Surfactantes fluorados, solventes, polímeros, inhibidores de corrosión, etc..

Características de extinción: Rápido desplazamiento sobre la superficie de los líquidos, forma película acuosa, forma película polimérica, resistente a la reignición, controla además vapores peligrosos.

Donde no se debe aplicar: No tiene limitación.

Las limitaciones generales para todas las espumas son las siguientes:

1) No deben usarse en caso de fuegos de tipo "C" (eléctricos) o en fuegos de materiales que reaccionan violentamente con el agua, es decir fuegos de tipo "D".

No se recomiendan en fuegos de gases sujetos a presión, como el propano.

Debe ejercerse cuidado durante la aplicación de espumas a substancias como aceites calientes o asfaltos, que se encuentran a una temperatura más alta que el punto de ebullición del agua.

Algunas ventajas adicionales de las espumas AFFF se mencionan a continuación:

* No son tóxicos por vía oral.

* No son irritantes a la piel.

* Son biodegradables.

* Pueden ser tratados en sistemas de tratamiento biológico.

* Presentan baja toxicidad hacia organismos acuáticos.

- * Son efectivos con agua dulce, salada o salobre.
- * Pueden utilizarse para asegurar derrames tanto de hidrocarburos como de solventes polares.
- * Utilizados con todos los siguientes: Por la parte superior, por la base, con equipos portátiles, con rociadores, etc.

Sistemas de Aplicación

Para poder enseñar un sistema de espuma, se necesita la siguiente información:

Primero, el tipo de líquido inflamable, lo cual determinará el tipo de espuma que se usará.

Segundo, el tipo de riesgo, que determinará el método y el rango de aplicación. Finalmente, se necesita saber en tamaño del riesgo, lo cual determinará la cantidad de agua y concentrado de espuma requerida.

El primer componente de cualquier sistema de espuma es el sistema de proporcionamiento. El proporcionador es el lugar donde el concentrado de espuma se mezcla con el agua para formar la solución. El método usado más frecuentemente y más versátil para el proporcionamiento de concentrado de espuma en la corriente de agua, es por medio de un sistema de proporcionamiento de presión balanceada.

METODO DE PROTECCION A TANQUES

TIPO

Techo cónico

METODO

Sobre superficie:

Cámaras

Torres portátiles
Monitores

Líneas manuales

Bajo superficie:

Formador de espuma

a) Línea de producto
b) Línea dedicada

Techo Flotante

Sobre superficie:

Cámaras fijas

Cámaras portátiles

Líneas manuales

Extintores

Bajo Superficie

Uso limitado

EVALUACION DE CADA SISTEMA

VENTAJAS

POR ARRIBA:

Baja presión

Puede usarse con
todos los combustibles

BAJO SUPERFICIE:

Daño más difícil

Posible usar la línea
de producto

2/3 de concentración

MONITORES/BOQUILLAS

Equipo más económico

Menos susceptible al daño
Actua como defensa secundaria

Método más exitoso usado
para extinguir tanques

DESVENTAJAS

Equipo dañado
fácilmente

Necesita presión
alta

No puede usarse
con solventes polares

Necesita mas agua
y concentrado

Si el techo permanece
intacto, es difícil
aplicar espuma

CAPITULO VIII
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1) GILBERT W. CASTELLAN
FISICOQUIMICA
FONDO EDUCATIVO INTERAMERICANO S.A.
1976-1974
- 2) API-650
TANQUES SOLDADOS PARA ALMACENAMIENTO DE PETROLEO
INSTITUTO AMERICANO DEL PETROLEO
1984
- 3) IRA N. LEVINE
FISICOQUIMICA
MC GRAW HILL
1989
- 4) PAUL ANDER Y ANTHONY J. SONNESA
PRINCIPIOS DE QUIMICA, INTRODUCCION A LOS CONCEPTOS
TEORICOS
LIMUSA
1982
- 5) ASOCIACION MEXICANA DE HIGIENE Y SEGURIDAD A.C.
ESTRATEGIA EN EL COMBATE DE INCENDIOS A TANQUES DE
ALMACENAMIENTO
A.M.H.S.A.C.
1990
- 6) INDUSTRIAL FIRE WORLD
VOLUME 6, NUMBER 1/2
1991
- 7) NATIONAL FOAM
COMO PROTEGER LIQUIDOS INFLAMABLES CON ESPUMAS
CONTRA INCENDIOS
NATIONAL FOAM
1991
- 8) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
SISTEMAS DE ESPUMA DE BAJA EXPANSION Y AGENTES COMBINADOS.
1990
- 9) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
FLAMMABLE AND COMBUSTIBLE LIQUIDS CODE SEMINAR
N.F.P.A.
10978
- 10) PEMEX
SUPERINTENDENCIA GENERAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, ECOLOGIA
Y ESTACIONES DE SERVICIO
REPORTE
1988
- 11) 3M FIRE PROTECTION SYSTEMS

PRODUCTS AND SYSTEMS ENGINEERING MANUAL
3M CORPORATION
1991

- 12) NATIONAL FOAM SYSTEM, INC.
CONTROL DE INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTOS DE
LIQUIDOS INFLAMABLES
- 13) RAMON DOMINGUEZ BETANCOURT
MANUAL DE OPERACIONES CONTRA INCENDIOS
A.M.H.S.A.C.
1989
- 14) EXPERIENCIAS
CURSO DE OPERACIONES CONTRA INCENDIOS
HOUSTON TEXAS
1991