

16  
Zej  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

A R A G O N

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO CONTRA  
INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO  
PARA COMBUSTIBLE DE AVIACION

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

JOSE LUIS OCAMPO SORIA

RICARDO ARTURO RICO ALCANTARA



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

## INTRODUCCION

## C A P I T U L O I

## GENERALIDADES

1.1.-	Fuego	10
1.2.-	Propiedades peligrosas de los combusti <u>bles.</u>	11
1.3.-	Fuentes de ignición	12
1.4.-	Extinción de incendios	13
1.5.-	Clasificación de incendios	14
1.6.-	Propiedades de los combustibles para aviación	16
1.7.-	Características del agente extintor AFFF/ATC	22

## C A P I T U L O II

## METODOS Y SISTEMAS PARA PROTECCION

## CONTRA INCENDIOS

2.1.-	Introducción	26
-------	--------------	----

2.2.-	Equipo portátil	26
2.3.-	Sistema fijo y semifijo para protección contra incendios	27
2.3.1.-	Redes de agua contra incendios	27
2.3.2.-	Componentes del sistema	27
2.4.-	Sistemas automáticos de rociadores de agua	28
2.4.1.-	Sistema tipo húmedo	29
2.4.2.-	Sistema tipo seco	30
2.4.3.-	Sistema de inundación	30
2.4.4.-	Sistema de preacción	31
2.4.5.-	Sistema de rociadores para protección exterior	32
2.4.6.-	Sistema cíclico de rociadores	32
2.4.7.-	Sistema autocontenido	33
2.4.8.-	Sistema fijo de niebla de agua	34
2.5.-	Sistema de espuma	34
2.5.1.-	Espuma química	36
2.5.2.-	Espuma mecánica	37
2.5.3.-	Generador de espuma	37
	A) Generador dos en uno	37
	B) Generador dual	37
	C) Dosificadores para líquidos espumantes	38

2.5.4.-	Sistema fijo para espuma mecánica	41
2.5.5.-	Sistema semifijo para espuma mecánica	41
2.5.6.-	Sistema portátil para espuma mecánica	42
2.5.7.-	Aplicación de la espuma	42
2.5.8.-	Sistema de espuma de alta expansión	44
2.6.-	Sistema de bióxido de carbono	46
2.6.1.-	Sistemas de alta y baja presión	47
2.6.2.-	Tipos de sistemas	47
2.7.-	Sistema de polvos químicos secos	48
2.8.-	Sistema de agentes halogenados	49
2.9.-	Descripción del sistema automático contra incendios en tanques de almacenamiento de combustible para aviación	50

### C A P I T U L O III

#### SELECCION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

##### CONTRA INCENDIOS

3.1.1.-	Clasificación de tuberías	53
3.1.2.-	Factores de selección de tuberías	54
3.1.3.-	Materiales utilizados en tuberías	54
3.2.-	Selección de conexiones	55
3.2.1.-	Diferentes tipos de conexiones	56
3.2.2.-	Factores de selección de conexiones	57
3.2.3.-	Materiales utilizados en conexiones	58
3.3.-	Selección de válvulas	59

- 3.3.1.- Clasificación de válvulas 59
- 3.3.2.- Factores para la selección de válvulas 60
- 3.3.3.- Materiales utilizados en válvulas 65
- 3.4.- Selección de bombas 67
- 3.4.1.- Bombas accionadas por motor eléctrico 71
- 3.4.2.- Bombas accionadas por motor de combustión interna. 72
- 3.5.- Características de hidrantes y monitores 78

C A P I T U L O IV

SISTEMAS DE DETECCION DE INCENDIOS

- 4.1.- Detectores de calor 84
- 4.2.- Detectores termoestáticos 84
- 4.2.1.- Termostato de lámina bimetálica 85
- 4.2.2.- Termostato de membrana bimetálica 85
- 4.2.3.- Cables termosensibles 85
- 4.2.4.- Aleaciones fusibles y ampollas de cuarzo 86
- 4.3.- Detectores termovelocimétricos 86
- 4.3.1.- Detectores de cámaras neumáticas 87
- 4.3.2.- Sistemas de detección lineal de tubo neumático 88
- 4.4.- Detectores termoeléctricos 89
- 4.4.1.- Detectores térmicos combinados 89

4.4.2.-	Detectores térmicos compensados	89
4.5.-	Detectores de humo	90
4.5.1.-	Detectores ópticos de humo	90
4.5.2.-	Detectores tipo puntual	91
4.5.3.-	Detectores lineales	91
4.5.4.-	Detector iónico	91
4.5.5.-	Detectores de puente de resistencia	92
4.5.6.-	Detectores de análisis de muestra	92
4.6.-	Detectores de llama	93
4.6.1.-	Detector infrarrojo	93
4.6.2.-	Detector ultravioleta	94
4.6.3.-	Detector de oscilación de la llama	94
4.6.4.-	Detector fotoeléctrico	94

## C A P I T U L O V

### CALCULO HIDRAULICO DE LOS SISTEMAS

5.1.-	Cálculo del diámetro de la tubería del sistema	95
5.1.1.-	Cálculo del diámetro de la tubería para abastecer a los hidrantes	96
5.1.2.-	Cálculo del diámetro del hidrante 9 a la descarga de la bomba	96
5.1.3.-	Cálculo del diámetro de la tubería de las cámaras de espuma	97
5.1.4.-	Cálculo del diámetro del tubo de succión	99

5.2.-	Cálculo de las caídas de presión en el sistema	99
5.2.1.-	Caída de presión del hidrante 5 al 1	99
5.2.2.-	Caída de presión de hidrante 5 al monitor 3	107
5.3.-	Cálculo del gasto de descarga de la bomba	112
5.3.1.-	Caída de presión de hidrante 1 a descarga de la bomba	114
5.3.2.-	Presión en la descarga de la bomba	115
5.3.3.-	Cálculo de la potencia del motor	116
5.4.-	Cálculo del sistema de protección de espuma para los tanques de almacenamiento	117
5.4.1.-	Selección del tipo de proporcionador	118
5.4.2.-	Selección del tipo de cámaras de espuma	118
5.4.3.-	Selección del tipo y número de rociadores	118
5.4.4.-	Selección del tanque dosificador	119

## C A P I T U L O VI

### ASPECTOS ECONOMICOS

6.1.-	Cotización comercial	122
6.2.-	Cotización técnica	124
6.3.-	Memoria de cálculo	136
6.3.-	Lista de materiales	128
	Conclusiones	



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

Uno de los retos más grandes para la ingeniería , ha sido la seguridad industrial, y más aún cuando se trata de la vida humana el rango más alto.

Al estar laborando dentro de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, se tuvo la inquietud de hacer una inspección visual al sistema contra incendios de los tanques de almacenamiento de combustible para aviación, y se observó que cuenta con un sistema totalmente manual.

De ahí surgió la inquietud de elaborar un proyecto de automatización del sistema contra incendio.

La implementación de un sistema contra incendios automático en tanques de almacenamiento de combustible para aviación, trae como consecuencia la mayor seguridad para el personal que labora dentro del área de combustible , y además se protege el equipo, así como el combustible que allí se almacene.

El proyecto se realiza tomando en cuenta los lineamientos que establece el N.F.P.A. y el Instituto Mexicano del Petróleo.

En el presente trabajo se desarrolla los siguientes capítulos, los cuales sirven para elaborar el proyecto más indicado para el caso que se menciona.

En el primer capítulo, se presentan los diferentes tipos de fuente de ignición, extinción de incendios , así como su clasificación, las propiedades peligrosas de los combustibles y las características esenciales del agente extintor AFFF/ATC .

En el capítulo dos, se mencionan los diferentes métodos y sistemas para protección contra incendio.

En el capítulo tres, se desarrolla la selección de los elementos del sistema contra incendios , como tuberías, conexiones, válvulas, bombas, motor eléctrico y motor de combustión interna, así como características de ellos.

En el capítulo cuatro, se describen los diferentes tipos de detectores contra incendios, así como su funcionamiento.

En el capítulo cinco, se realizan los cálculos -hidráulico para verificar que el diseño, presente las mejores condiciones de operación tanto desde el punto de vista hidráulico como económico.

En el último capítulo, se trata el aspecto económico, la cotización del proyecto se efectúa contemplando materiales ; mano de obra ; equipo y herramientas y costos indirectos para obtener el precio real del sistema, y así

poder compararlo con cualquier otro sistema propuesto.

## C A P I T U L O I

## G E N E R A L I D A D E S

## 1.1.- FUEGO

El fuego puede definirse como una oxidación rápida de los materiales combustibles, con un desprendimiento de energía calorífica y luminosa.

Incendio : Es el resultado de una combinación de combustibles, calor y oxígeno . Para la producción de un incendio es necesario contar con tres factores :

A) COMBUSTIBLES : Un material es combustible cuando al oxidarse desprende energía calorífica y luminosa. Es un elemento de propagación del fuego. Al calentarse el material combustible a una temperatura determinada se generan vapores que al combinarse con el aire en presencia de una flama o chispa se queman.

B) OXIGENO ( AIRE ) : Debido a que el fuego es un fenómeno de oxidación es necesaria la presencia del oxígeno para su producción, de ahí que al oxígeno se le denomine comburente, pero debe formarse una mezcla con los vapo-

res combustibles en las proporciones adecuadas. Si existen solo esos vapores inflamables, no es posible producir el fuego; Así la mezcla es rica en oxígeno no habrá suficiente combustible para que arda la mezcla.

C) CALOR : El calor es una forma de energía y - - trae como efecto la elevación de la temperatura. Para que los materiales desprendan suficiente vapor para formar una mezcla combustible con el aire es necesario que alcance una temperatura llamada de inflamación .

#### 1.2.- PROPIEDADES PELIGROSAS DE LOS COMBUSTIBLES

Es importante saber cual es la temperatura en la cual empieza a desprender vapores un combustible, a esta temperatura se le llama de inflamación .

Para la gasolina la temperatura de inflamación es de 7° C en cambio la de Kerosina de 49° C .

La temperatura de ignición es la temperatura en la cual la mezcla de vapores de combustible y aire se inflaman, en el caso de la gasolina esta temperatura es de 257° C y la de Kerosina es de 254° C .

" El límite bajo de inflamabilidad " nos determina la mínima proporción de vapores combustibles en aire, a partir de la cual la mezcla ardera. " El límite alto de inflamabilidad" nos determina la proporción de vapores en aire, a partir de la cual la mezcla no ardera por ser demasiado rica. Para la gasolina los límites de inflamabili --

dad son de 1.4 % y de 7.6 % o sea, que a menos de 1.4 % de vapores de gasolina en el aire no arderá y a más de 7.6 % tampoco.

### 1.3.- FUENTE DE IGNICIÓN

Existen muy variadas fuentes de ignición, para facilitar su estudio se pueden agrupar en la siguiente forma:

A) .- Flama Abierta : Se tienen en hogares de calentadores, calderas, en sopletes, quemadores y no se debe olvidar a los cerillos y cigarros.

B).- Las Chispas por Fricción : Pueden ser la suficiente energía para iniciar la combustión. Este tipo de chispas se producen al friccionar metales.

C).- Corriente Eléctrica : Los circuitos eléctricos están siempre expuestos a producir chispas o arcos, no solo en altos voltajes sino también en voltaje de nuestros hogares. De ahí la importancia de que las áreas de peligro sean a prueba de explosión .

D).- Electricidad estática : Al fluir líquidos y gases por tuberías y equipos, generan electricidad que se va acumulando, hasta llegar a cantidades tales que produzcan chispa, por lo que todos los equipos ( Bombas, Tuberías Recipientes, Etc. ) deben estar conectados a tierra, a fin de que se disipe la electricidad formada.

E).- Combustión Espontánea : Existen sustancias

inestables que al ponerlas en contacto reaccionan entre sí, generando luz y calor o bien reaccionan espontáneamente con el oxígeno del aire con desprendimientos de luz y calor.

D).- Otras fuentes de ignición : Estas son naturales como el rayo y el sol, y aunque no se pueden evitar - - siempre hay que tenerlas presentes.

#### 1.4.- EXTINCIÓN DE INCENDIOS

La extinción del fuego se basa en eliminar uno de los factores necesarios para que exista el fuego, tenemos los siguientes :

A).- Enfriamiento : Este método se basa en la eliminación del calor para evitar que continúe la combustión.

Un agente que absorbe gran cantidad de calor enfriando en forma muy eficiente es el agua, que correctamente aplicada es muy útil. Otra forma de enfriar es que los gases de la combustión se dividan y entren en contacto con el aire enfriándose, esto se logra al pasar a través de una rejilla como en los arrestadores de flama de los tanques de almacenamiento.

B).- Eliminación del comburente .- Consiste en - evitar que entre en contacto el oxígeno del aire y los vapores combustibles ; esto se logra en dos formas, la primera se basa en crear una atmósfera inerte ( exenta de oxígeno ) por medio de agentes extintores como bióxido de car

bono, polvos químicos secos y líquidos vaporantes. La otra forma es aislar el combustible del aire por medio de una capa intermedia, que es el caso de espumas químicas, espumas mecánicas y el agua liviana.

C).- Eliminación de combustible .- Retirar el combustible de un incendio es una maniobra no siempre factible, en ocasiones difícil y peligrosas, pero en otros casos es simple que basta cerrar una válvula para apagar el incendio, por ejemplo, cuando se prenden gases inflamables que se escapan de un tubo, el fuego se extingue al cerrar la válvula que corta el suministro de combustible.

#### 1.5.- CLASIFICACION DE INCENDIOS :

A este respecto se han clasificado los incendios en cuatro tipos de acuerdo con los materiales combustibles que los alimentan. Esta clase de fuegos se denominan con letras .

A).- Incendio Clase "A" .- Los incendios de clase A son los que ocurren en materiales sólidos, tales como trapos virutas, papel, madera, basura en general, etc.

Quando se produce este fuego al quemarse el material sólido se agrieta, produce cenizas y brasas.

El enfriamiento logrado por el agua o por soluciones que contienen gran cantidad de ella, tales como espumas, es lo mas adecuado para extinguir estos fuegos.



El polvo químico seco, llamada ABC ( A base de monofosfato de amonio ) se utiliza con buen resultado para extinguir la flama rápidamente, formando una capa en la superficie de estos materiales, que tiende a impedir una combustión posterior.

B).- Incendio Clase "B" : Son aquellos que se producen en la mezcla de un gas, tales como butano, propano, etc., con el aire, o bien de la mezcla de los vapores que se desprenden de los líquidos inflamables tales como gasolina, aceites, grasas, solventes, etc. La reducción de la cantidad de aire ( de oxígeno ) o la acción de inhibir o evitar la combustión es de vital importancia para apagar fuegos de esta clase.

El uso del agua en forma de chorro para extinguirlo, generalmente, desparrama el líquido y extiende el fuego por lo cual es peligroso este método para combatir este tipo de fuegos .

Sin embargo, bajo ciertas circunstancias puede resultar efectivo utilizar el agua ( en forma de neblina o niebla ) .

Para el combate de este incendio es recomendado, el polvo químico seco, bióxido de carbono, espuma y líquidos vaporizantes dependiendo su selección de las características del combustible.

C).- Incendio de Clase "C" : Se clasifican como

incendios de clase C, aquellos que ocurren en ó cerca de - equipos eléctricos vivos, donde debe usarse agentes extintores no conductores, tales como polvos químicos secos, bióxido de carbono y líquidos vaporizantes.

D).- Incendios clase "D" : Los incendios clase D, son los que se presentan en cierto tipo de metales combustibles, como magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio y zinc en polvo. Para el control de estos fuegos se han desarrollado equipos especiales a base de cloruro de sodio con aditivos de fosfato tricalcico, o compuestos de grafito y coque. Es difícil mencionar un solo agente extintor debido a la diferencia estructural que existe entre cada - uno de ellos, por lo que se clasifican como agentes extintores especiales.

#### 1.6.- PROPIEDADES DE COMBUSTIBLES PARA AVIACION

Los combustibles que se emplean en México para la aviación, son producidos por Petróleos Mexicanos quienes - los distribuyen en todo el país.

Se utilizan dos tipos de combustibles de aviación . los cuales se clasifican en :

A) Gasolinas de Aviación para aviones con motor de pistón, comunmente llamados gas- avión . Se emplean en general en tres grados : 80/86, 100/130 y 115/145 octanos.

B) Combustibles de turbosina son utilizados para

aviones con motores turbo-jet ( turbosina de gas ) y turbohélice denominado turbosina ó también designado jet-A ó jet B. Por lo general se emplean tres tipos de combustible el jet-A, jet-A1 y jet-B ; Los dos primeros son del tipo Kerosina y el jet-B que es mezcla de gasolina y Kerosina.

El combustible que se produce en México para motores turbo-jet se le denomina turbosina.

Inflamabilidad : Para que un líquido inflamable incendie, debe ser primero vaporizado atomizado para formar un vapor ó rocío que debe ser mezclado con el aire en ciertas proporciones y a dicha mezcla aplicarle la temperatura de ignición.

Características de la gasolina de aviación : Este combustible es una mezcla o combinación de materias primas derivadas del petróleo crudo y aditivos sintéticos de hidrocarburos, a la cual se añaden agentes químicos como : Tetraetilo de plomo, inhibidores y colorantes.

El principal valor del combustible de aviación de alto octanaje radica en su capacidad para permitir a un motor de alta compresión o con sobrealimentadores, desarrollar su máxima potencia sin detonación.

Propiedad antidetonante : Esto hace posible reducir el peso del motor del avión y el consumo de combustible por caballo de fuerza producida.

Aunque este combustible es un producto altamente

te inflamable no es más peligroso su almacenaje ó su manejo que el combustible para motores corrientes.

#### Identificación de las Gasolinas de Aviación

Tipo y Grado	Color
Gas-avión 80/87	Azul Celeste
Gas-avión 100/130	Verde
Gas-avión 115/145	Morado ( Purpura )

En los Estados Unidos Mexicanos, los tipos de uso más corriente son los identificados con los grados y número de octanos que contienen.

El primer número se refiere al grado de detonación de la mezcla pobre y el segundo a la mezcla ó sea el grado para obtener el rendimiento máximo de estos combustibles .

Estas gasolinas se encuentran clasificadas por la Sociedad Americana para Especificaciones de Materiales ( ASTM ) .

#### Especificaciones del Gas-avión según Método ASTM

Pruebas	Especificaciones
Peso Específico Ton/m <sup>3</sup>	0.666/0.722
Valor Calorífico Cal/gr	10.38/10.41
Punto de Inflamación	-46° C
Temperatura de Congelación	-60° C

Temperatura de Ignición	440° C
Tolerancia al agua Vol ml máx	2
Límite de Flamabilidad	1.3 a 7.1
Corrosión 2 hrs a 100° C máx.	std 1
Precipitado de Plomo mg/100ml máx	3.0
Presión de Vapor kg/cm <sup>2</sup>	3.8/0.49
Temp. final de ebullición °C máx	170

Combustible para Aeronaves de Turbina :

En contraste con los motores de pistón las turbinas de gas pueden diseñarse para trabajar eficaz y seguramente con cualquier destilado del petróleo que permanezca líquido en todas las condiciones operantes. Esta última especificación constituye un factor importante de limitación, ya que los aviones impulsados por turbina operan a grandes alturas, con lo que el sistema de alimentación de combustible debe funcionar dentro de límites de temperatura y presión muy amplios 50 ° C a - 50 ° C ó menos y desde una atmósfera al nivel de la tierra hasta 0.1 atmósfera o menos a alturas muy elevadas. Estas condiciones extremas descartan el uso de fracciones pesadas tales como gas-oil, diesel-oil que se solidifican fácilmente a bajas temperaturas, al igual que de fracciones pequeñas solamente, ya que estas se evaporan totalmente a grandes altitudes.

De todos los combustibles normales comerciales

el más conveniente es la Kerosina y la mayoría de las turbinas de gas de los aviones han sido diseñadas para trabajar con este combustible.

Tipos de combustibles para aviones Jet empleados actualmente. Se usan 3 tipos de combustibles Jet-A, Jet-B y Jet-A1, los de tipo A son del tipo Kerosina y el B es una mezcla Kerosina y gasolina con una curva de destilación más amplia con la exclusión de las fracciones volátiles que podrían perderse por ebullición en las grandes alturas y las fracciones pesadas que solidificarían a las bajas temperaturas.

Estos tipos de combustibles usados por las aeronaves comerciales de turbo-reacción ó con motores de turbo-hélice casi siempre tienen el mismo punto de ebullición de la Kerosina, aunque la Kerosina tiene un punto de llama que sobrepasa los 38 ° C y no expide vapores inflamables a temperatura normal ambiente. Debe de tratarse como producto inflamable bajo ciertas condiciones ambientales como son las altas temperaturas, y respecto a la estática deben tomarse las mismas precauciones que se toman para el manejo de la gasolina .

Las especificaciones normales internacionales para este combustible permiten un punto de cristalización máximo de -50 ° C .

Las consideraciones importantes sobre el comporta

miento del combustible para turbina de gas se pueden dividir en sus características de combustión y propiedades de manipulación.

Las primeras conciernen al comportamiento en la cámara de combustión, esto es, puesta en marcha, dimensiones y estabilidad de la llama, distribución de la temperatura, rendimiento de combustión y depósito de carbón y, las últimas al bombeo, almacenamiento, filtración del combustible, sistema de alimentación del avión, siendo estas propiedades las esenciales a conocer ya que son consideradas como principales ya que de ellas dependen las normas de control de calidad, diseño de las instalaciones, equipo y procedimiento de operación y manejo del combustible.

Generalmente en Estados Unidos Mexicanos, se fabrica un solo tipo de combustible empleado en aeronaves con turbina de gas es la turbosina.

#### Especificaciones de la turbosina según método

( ASTM )

Pruebas	Especificaciones
Peso Específico 20/ 4 ° C	0.772/0.827
Valor Calorífico neto cal/gr mín	10.22
Punto de Inflamación ° C	35/66
Temperatura de Ignición ° C	233
Límite de Flamabilidad %	0.8
Viscosidad Cinemática a - 34 ° C	16 Centistokes máx

Punto de Congelación ° C	-50 mín
Azufre Total %	0.40 máx
Aromáticos %	20 máx
Punto de Ebullición Final	288 ° C

1.7.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL AGENTE EXTINTOR  
AFFF/ATC

El concentrado tipo alcohol AFFF/ATC, es la espuma contra incendios de mayor versatilidad, usado para la protección contra una gama de peligros de los líquidos inflamables .

AFFF/ATC es un líquido sintético productor de espuma, y representa la última generación de espumas que forman una capa acuosa.

Fue diseñado para la protección de solventes polares solubles en agua y líquidos hidrocarburos inflamables, no solubles en agua. Cuando se usa con agua fresca, de mar o agua salobre y equipo generador de espuma, AFFF/ATC se transforma en una espuma manteadora de vapor con gran capacidad de extinción y seguridad. La efectividad del AFFF/ATC contra una gama de líquidos inflamables y combustibles comunes, elimina la necesidad de almacenar una variedad de agentes para combatir incendios.

Su funcionamiento : Como una espuma de alcohol en solventes polares solubles en agua, forma una capa polimérica



ca cohesiva sobre la superficie del combustible.

Este delgado estrato protege la espuma y su capa acuosa de descompostura causada por solventes polares.

En caso de que la capa protectora se rompiera por agitación, se formaría otra capa polimérica mediante el proceso regenerativo conocido como autocuración.

Este proceso único permite extinción y protección eficaz, - protección contra reinflamación, mayor que la ofrecida por agentes no AFFF/ATC convencionales.

El funcionamiento del AFFF/ATC en líquidos inflamables ( hidrocarburos ) no solventes en agua y no polares una película acuosa se filtra de la espuma y flota sobre la superficie del combustible. Si el viento u otra fuerza mecánica rompiera la espuma y la película, ésta se regenera de la espuma. Este proceso, exclusivo de los agentes AFFF/ATC evita la salida del vapor que se extingue rápidamente, así como la reignición.

#### Características del Producto

1.- Formación de la película acuosa. Esta característica permite el rápido fluir de la capa acuosa sobre las superficies de combustibles de hidrocarburos, facilitando así la supresión del fuego y la contención del vapor.

2.- Propiedades poliméricas. Provee una capa protectora tipo membrana que se forma en solventes polares solubles en agua. La cubierta de espuma y la capa polimérica

permanece intacta. El control del vapor y la supresión de fuego son positivos.

3.- Fácil dosificación . Se puede usar en una variedad de equipo dosificador, incluyendo tubos Venturi y de recuperación , así como en sistemas de presión balanceados.

4.- Estabilidad de la solución. Aún cuando no se recomienda el almacenamiento antes de mezclar, las soluciones AFFF/ATC no representan limitaciones de tiempo de tránsito en sistemas manuales o fijos.

5.- Adaptabilidad del equipo. Se recomienda para uso en una gama de dispositivos de aplicación de espuma. Como ejemplos tenemos las cámaras de espuma y las máquinas que producen espuma forzada ( tipo II ) y tobera de aspiración de espuma ( tipo III ). Además, se ha demostrado su funcionamiento en un número de dispositivos de descarga, tales como rociadores sin aspiración, toberas para rocío de agua y toberas para vapor de agua.

6.- Versatilidad . Todos los solventes polares comunes y líquidos hidrocarburos inflamables pueden ser resguardados con AFFF/ATC. De especial importancia es la capacidad del agente en el gasohol y las mezclas de gasolina. Gasohol ( una mezcla de gasolina y hasta 20 % de etanol y metanol ) y las gasolinas sin contenido de plomo, a las cuales alchoholes terciarios y eters han sido añadidos, pueden ser tratados eficazmente con AFFF/ATC en proporciones y con

técnicas recomendadas para la gasolina.

7.- Concentrado completamente sintético. Esta característica provee estabilidad al producto y buenas propiedades de envejecimiento.

#### Propiedades Típicas

pH a 25 ° C = 7.8

Gravedad específica a 25 ° C = 1.022

Viscosidad a 25 ° C = 2290 centistokes

4.4. ° C = 3220 centistokes

Temperatura mínima para uso = 1.7 ° C

Punto de congelación = - 2.2° C

Temperatura de almacenamiento = 1.7 a 49 ° C

Propiedades ambientales toxicológicas. Pruebas estándar han sido llevadas a cabo en un programa continuo para evaluar y medir el impacto de AFFF/ATC en seres humanos y en el ambiente natural.

Basados en estos resultados, el AFFF/ATC es biodegradable, bajo en toxicidad y puede ser tratado en sistemas de tratamiento biológico. En su forma concentrada, se encontró que el AFFF/ATC puede irritar los ojos y la piel ligeramente, pero como solución de espuma, no se notan efectos negativos. Las pruebas y las situaciones en las cuales se ha usado han demostrado que la vida animal y acuática no ha sido afectados.

## C A P I T U L O   I I

### METODOS Y SISTEMAS PARA PROTECCION CONTRA INCENDIOS

#### 2.1.-      INTRODUCCION

Protección contra incendios. Es una expresión que abarca todas las medidas relacionadas con previsión, investigación y extinción de incendios para la protección de la vida humana y la protección de equipo, materiales e instala - ciones.

La protección abarca dos etapas distintas que se completan una con otra ; la prevención y el combate de incendios .

Prevención es el término que nos indica las medi - das directas tendientes a evitar la iniciación de un fuego.

• El combate de incendio es la acción directa para controlar o apagar un fuego.

#### 2.2.-      EQUIPO PORTATIL

Dentro de esta clasificación se comprende todo -

aquel equipo que por sus características puede ser fácilmente transportado y operado.

El equipo que se usa comúnmente es el extinguidor, estos se encuentran de acuerdo con la clase o clases de fuego que se pueda presentar.

Para instalar un extinguidor, es necesario tomar en cuenta la clase de fuego, su severidad de iniciación y rapidez de propagación, la intensidad del calor que puede desprender, las vías de acceso para su arranque y lo que es más importante se debe considerar la distribución y capacidad de cada uno de ellos.

## 2.3.- SISTEMA FIJO Y SEMIFIJO PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO

### 2.3.1.- REDES DE AGUA CONTRA INCENDIOS

El agua es de vital importancia para prevención y ataque de incendios, tanto porque se usa para la producción de espuma ya sea química o mecánica, como porque se utiliza para apagar incendios clase A, y como medio enfriante del equipo cercano a un incendio.

Por esta razón es conveniente dotar de sistemas de agua contra incendio, las plantas de proceso, unidades de almacenamiento, en general a todas las industrias .

### 2.3.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA

Estos sistemas normalmente están compuestos por -  
lo siguiente :

1.- Una fuente de abastecimiento de agua (tanques elevados, cisternas, ríos, redes municipales, etc. ) con un volúmen tal que fijadas las necesidades de descarga permitan hacer frente a la emergencia más grave que razonablemente se pueda preveer.

2.- Un equipo de bombeo el cual proporciona el agua con la presión adecuada de acuerdo con las necesidades y riesgos a proteger en cada caso.

3.- Red de distribución de agua. Consiste en una serie de tuberías interconectadas que forman generalmente anillos en las áreas por proteger que puedan aislarse mediante válvulas de compuerta, con las respectivas salidas para hidrantes y/o monitores .

#### 2.4.- SISTEMAS AUTOMATICOS DE ROCIADORES DE AGUA

Los rociadores automáticos son los más usados, - confiables y efectivos en la protección contra incendios, eliminan los errores y retrasos humanos en el ataque del fuego y descargan la cantidad de agua necesaria, finamente dividida con mucha efectividad.

El agua de los rociadores extingue el fuego en líquidos de alta temperatura de inflamación, mediante su

rápido enfriamiento abajo de esta temperatura. Los rociadores no extinguen el fuego en un líquido de baja temperatura de inflamación sin embargo contribuyen a desarrollar dos funciones muy importantes.

Previene la propagación del fuego reduciendo su intensidad y enfriando los lugares inmediatos al incendio, con el objeto de que el material combustible cercano no prenda.

Enfría la estructura de la construcción incluyendo las partes metálicas previniendo los debilitamientos y los derrumbes.

#### 2.4.1.- SISTEMA DE TIPO HUMEDO

Es una red de tubería cargada de agua instalada en el techo de una construcción, y en el cual los rociadores están colocados y distribuidos sistemáticamente.

El sistema está conectado a la descarga de una bomba y a su vez a un depósito de agua o al sistema directamente al depósito si éste está presionado o tiene la altura suficiente para proporcionar la presión adecuada.

Uno de los tipos de rociadores más común es una válvula con salida de diámetro pequeño, opturado por un tapón sostenido por un juego de palancas inestables, sujetos a un arco de metal fusible, cuyos eslabones están soldados, ésta soldadura se funde a una temperatura de 70 ° C, permiti

tiendo al agua alimentada por la tubería descargar a través de aspersores abiertos sobre un deflector para formar una lluvia uniforme en el área incendiada, extinguendo o controlando el fuego, la circulación del agua abre automáticamente la válvula de alarma, que a su vez permite el paso del agua a la bomba y hace sonar una alarma.

#### 2.4.2.- SISTEMA TIPO SECO

Estos sistemas de protección contra incendios automáticos se instalan generalmente en lugares donde la temperatura puede llegar abajo de 0 ° C . En este sistema, la tubería se encuentra presionada con el aire, el cual es desalojado por el agua al abrirse uno de los rociadores.

En estos sistemas se usan válvulas tipo diferencial con doble asiento uno de ellos, para controlar la entrada de agua y el otro para sellar la presión del aire.

Cuando el elemento del rociador se funde, el aire escapa de la tubería ocasionando que se abra la válvula tipo diferencial permitiendo el paso del agua, la cual fluirá a través de los rociadores.

#### 2.4.3.- SISTEMA DE INUNDACION

Es un conjunto de rociadores conectados a una red de tuberías en el que los rociadores están abiertos y que al operarse el sistema descargan el agua simultáneamente so



bre la superficie del área protegida.

La alimentación del agua es bloqueada para que no fluya a los rociadores por una válvula llamada " Válvula de Inundación " la cual es accionada por los detectores instalados en el área a proteger, ocasionando que se inicie el flujo de agua hacia cada uno de los rociadores.

Estos detectores usan generalmente calor, humo, o la flama para activar dicha válvula de diluvio.

#### 2.4.4.- SISTEMA DE PREACCION.

El sistema de rociadores de preacción ( acción in mediata ) es similar al sistema de inundación ( normalmente sin agua en la tubería ) excepto que, en el primario se usa un rociador de tipo cerrado.

En el sistema de preacción la válvula automática de abastecimiento de agua actúa independientemente de la apertura de los rociadores, esto es, la válvula se abre ac tivada por un sistema automático de detectores de fuego, instalados en el área a proteger. La válvula puede abrirse manualmente , al operarse la citada válvula permite que el agua fluya rápidamente a la red de tuberías dando una señal de alarma y descargando el agua a través de los rociadores cuando el elemento fusible se funde al ascender la tempera tura a un valor fijo determinado.

El sistema de preacción puede usarse donde quie-

ra que sean aplicables sistemas de tipo húmedo o seco y donde es conveniente disponer de un sistema de tipo seco comparable en rapidez de operación al sistema de tipo húmedo, así mismo, como generalmente este tipo de rociadores es de tipo seco no está sujeto a congelación por no estar cargada de agua.

#### 2.4.5.- SISTEMAS DE ROCIADORES PARA PROTECCION EXTERIOR

Existen también sistemas de rociadores abiertos, conectados en el exterior de una construcción, además de los sistemas comunes de rociadores instalados en el interior de bodegas , edificios, etc., que sirven a menudo para prevenir que el fuego proveniente de las instalaciones contiguas no se extienda o introduzca a través de las ventanas. Estos sistemas se usan para proteger y aislar los equipos cercanos al fuego evitando así la propagación de este por la radiación como en el caso de la protección de tanques esféricos y horizontales que almacenan productos inflamables.

#### 2.4.6.- SISTEMAS CICLICOS DE ROCIADORES.

Es un sistema nuevo el cual controla rociadores convencionales del tipo de cabeza sellada que funciona no solamente para detectar el fuego, sino para abastecerse de agua o cualquier rociador cuyo elemento se haya fundido,

corta la alimentación de agua cuando se extingue el fuego y reactiva el sistema si hay una reignición ; toda esta operación se lleva a cabo automáticamente. En el sistema cíclico, las válvulas que controlan el paso del agua se abren o cierran automáticamente según se requiera. Los elementos térmicos localizados en el área protegida, son activados por el calor operando las válvulas solenoides, las cuales se abren para dar un abastecimiento de agua.

#### 2.4.7.- SISTEMAS AUTOCONTENIDOS

Son aquellos lugares en que no se dispone de medios para proporcionar presión adecuada al agua de abastecimiento de los rociadores, la protección contra incendios al equipo e instalaciones puede lograrse por medio de un sistema de autocontenido el cual tiene su propio abastecimiento de agua a presión . En general este sistema consta de un tanque de abastecimiento de agua, cilindros de nitrógeno comprimido y una red de tubería de agua que esta situada en el área que va a proteger.

La operación de los aparatos para detectar el fuego en el área afectada, acciona las válvulas de los cilindros de nitrógeno , presionando el agua contenida en el tanque y lograndose que esta se descargue a través de los rociadores en el área del incendio. Estos sistemas pueden operarse tanto en forma manual como automática.

#### 2.4.8.- SISTEMAS FIJOS DE NIEBLA DE AGUA

Generalmente se emplean en refinarias, plantas petroquímicas, en torres fraccionadoras, reactores, acumuladores, casa de bombas, etc., para protegerlo del calor de la radiación de un sistema adyacente que podría aumentar considerablemente la temperatura y la presión de líquidos y gases contenidos o dañar las estructuras. Estos sistemas son usados también para proteger tanques que contengan líquidos inflamables, recipientes para gas, tuberías de procesos, transformadores con aceite y motores eléctricos de gran tamaño.

La principal diferencia de estos sistemas de niebla y los de rociadores es que los primeros operan con una presión mínima de  $2.11 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los rociadores lo hacen a  $1.05 \text{ kg/cm}^2$  mínimo además de que las boquillas que utilizan sistemas fijos de niebla son de tipo abierto.

Este tipo de sistemas pueden ser activados manual y automáticamente; los automáticos cuentan con una alarma de flujo de agua para iniciar la operación del sistema que es activado por el calor y el cual se dispara el sistema de niebla.

#### 2.5.- SISTEMA DE ESPUMA

La espuma para protección contra incendio es un

conjunto de burbujas formadas a partir de una solución acuosa de baja densidad con la que se logra puede flotar sobre los líquidos inflamables ligeros.

Una de sus principales aplicaciones es formar un manto consistente sobre esos líquidos más ligeros que el agua y prevenir o extinguir los incendios al excluir el aire y enfriar el combustible : también evita la reignición al suprimir y contener los vapores inflamables desprendidos de estos líquidos. Además, tienen la propiedad de adherirse a la superficie con lo cual prevee una protección a la exposición del calor en los incendios de instalación o equipo cercanos.

Los sistemas de espuma se pueden utilizar para combatir incendios de las clases A y B, que se pueden presentar en la industria, en áreas de proceso, tanques de almacenamiento , zonas de carga y descarga de productos inflamables, áreas donde puede ocurrir derrames de dichos líquidos, en almacenes de los mismos productos envasados, en embarcaciones y vehículos.

Por la forma como puede producirse la espuma se puede clasificar en dos clases diferentes : Química y Mecánica. A su vez, la espuma mecánica suele diferenciarse por el volumen de espuma obtenido a partir de un volumen igual de solución, agua-líquido espumante, es decir, por su rela

ción de expansión se dice que existe tipo de baja expansión o normal con una relación de expansión de 1 a 10 y de alta expansión con relación superior de : 1 a 100 y hasta de 1 a 1000 .

Los sistemas de espuma se componen básicamente

- 1.- Una fuente o recipiente con los productos capaces de producir la espuma.
- 2.- Una fuente de abastecimiento de agua.
- 3.- Los equipos generadores de espuma
- 4.- Los aparatos para aplicar la espuma al incendio.
- 5.- Líneas, mangueras, tuberías y accesorios, etc. necesarios para actuar y operar al sistema.

#### 2.5.1.- ESPUMA QUIMICA

La espuma química se obtiene a partir de la reacción de dos soluciones : Una alcalina y la otra ácida, generalmente bicarbonato de sodio ( componente B ) y sulfato de aluminio ( componente A ). Esta sustancia viene en dos tipos de polvo : El llamado polvo único ( dos en uno ) que está compuesto por una mezcla de dos sustancias A y B necesario para formar la espuma, y el otro en el que los componentes A y B vienen separados para mezclarse con el agua en un generador de doble tolva. Así mismo, existen soluciones de estos dos polvos para mezclarse con agua.

### 2.5.2.- ESPUMA MECANICA

La espuma mecánica es uno de los medios más adecuados para combatir incendios en tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, se produce al adicionarle agua dulce o de mar a un líquido espumante y el aire lo cual se logra con un eductor o bomba proporcionadora. Fundamentalmente existen dos clases de líquidos formadores de espuma : Los de baja expansión y de base proteica que agrupan los que se emplean en solución al 3 % y al 6 % y el llamado tipo alcohol al 6 % y los de alta expansión de base sintética y generalmente se usan del 1 al 3 % .

### 2.5.3.- GENERADORES DE ESPUMA

#### a) Generador dos en uno

El generador para espuma química dos en uno es un aparato que se instala intercalándose entre dos mangueras y entre dos tramos de tubería según sea el caso, incorpora el polvo al flujo de agua por succión a través de una tolva produciendo la espuma en la propia salida del generador para descargarla por una boquilla a una cámara de espuma química.

#### b) Generador dual

El generador dual para espuma química de componentes A y B es un aparato similar al generador dos en uno con la diferencia de que este generador cuenta con dos

tolvas, una para cada componente con sus respectivos eductores, que se succionan independientemente cada uno de los componentes A y B, formando dos soluciones diferentes al fluir el agua, finalmente se forma la espuma al mezclarse estas dos soluciones en la cámara o bien a la salida del generador.

c) Dosificadores para líquidos espumantes

Los diferentes tipos de proporcionadores mas usados para dosificar el líquido espumante son los siguientes :

- Proporcionador en la succión de la bomba
- Proporcionador entre la descarga y la succión de la bomba
- Proporcionador de desplazamiento positivo
- Bomba proporcionadora
- Boquilla proporcionadora
- Proporcionador en línea

El proporcionador en línea o tipo Venturi, se usa intercalando dos mangueras de contra incendios y succionando líquido espumante de recipientes portátiles.

- Proporcionador en la succión de la bomba

Consiste de un eductor instalado en la succión de la bomba de agua, el cual dosifica el líquido espumante contenido en un recipiente fijo.



- Proporcionador entre la descarga y succión de la bomba .

Consiste en un eductor instalado en una línea que va de la descarga a la succión de la bomba de agua.

El agua fluye a través del proporcionador, succiona el líquido espumante requerido, inyectandola a la succión de la propia bomba.

- Dosificador de desplazamiento positivo

El dosificador de desplazamiento positivo está formado por un motor hidráulico y una bomba, ambos rotatorios y de desplazamiento positivo, montados sobre el mismo eje. El agua que entra al motor a través de una manguera - contra incendios, produce el movimiento de la bomba, la que a su vez, succiona el líquido espumante del recipiente que lo almacena y lo envía a la línea de descarga del motor hidráulico.

- Bomba proporcionadora

Es una bomba auxiliar que se acopla a el eje del motor de la bomba de agua, o se acciona con otro motor y que inyecta líquido espumante a la corriente de agua a través de un eductor.

- Boquilla proporcionadora

La boquilla proporcionadora y generadora de espuma, succiona el líquido espumante a través de una manguera y el aire es introducido a la mezcla agua-líquido protéico

por el efecto Venturi.

- Cámara para espuma mecánica

Es un aparato que se instala permanentemente en la parte superior de la pared externa del tanque a proteger, con un sello para evitar la fuga al exterior de los vapores del líquido inflamable almacenado.

Estas cámaras se utilizan para formar e introducir la espuma al tanque.

Existen dos clases de cámaras :

Los tipo I y los tipos II.- La primera se utiliza para proteger tanques que almacenan solventes polares como alcohol, acetonas, etc. , y para tanques que almacenen productos del petróleo.

Las cámaras tipo I, constan de un formador de espuma , una placa orificio, un sello y una manguera de asbesto llamado tubo Moeller, enrollado dentro de la cámara que al ponerla en operación, se desenrolla rompiendo el sello, depositando suavemente la espuma sobre la superficie del líquido incendiado.

La cámara tipo II, se utiliza por lo general en la industria petrolera, se usa para proteger tanques que almacenan productos derivados del petróleo, como crudo , diesel, gasolina.

Esta cámara consta de un formador de espuma una cámara de expansión , un sello, y un deflector para que

la espuma resbale por la pared del tanque, y se deposita suavemente sobre la superficie del líquido incendiado .

#### 2.5.4.- SISTEMA FIJO PARA ESPUMA MECANICA

Estos sistemas constan de una fuente de suministro de agua, bombas para darle la presión necesaria, una cámara de espuma, de donde parte la red de tuberías que la conducen a cada uno de los tanques o instalaciones a proteger y donde se producirá la espuma a través de sus respectivos formadores de espumas fijos.

En la casa central, se encuentra el depósito para el líquido espumante, los proporcionadores de este líquido y las bombas de agua.

En la casa de espuma, está instalado un tablero de instrucciones de operación del sistema contra incendio indicándose también las características de la bomba , la capacidad de los proporcionadores, capacidad del tanque de almacenamiento y del líquido espumante y un diagrama de las instalaciones que indiquen la posición de las válvulas de control con la nomenclatura de estas.

#### 2.5.5.- SISTEMAS SEMIFIJOS PARA ESPUMA MECANICA

Están compuestos por formadores y descarga de espuma fijos a las instalaciones a proteger, conectada aquellas con tuberías que terminan en una o más conexiones .

Hembras giratorias ( de 2 ½ pulgadas con cuerdas de 7 ½ hilos por pulgada , a una distancia adecuada, de algún hidrante de agua contra incendio, a donde se conecta la succión de una " unidad móvil dosificadora " , mediante mangueras y esta unidad a su vez descarga la mezcla agua-líquido espumante como también mediante mangueras a las terminales hembras indicadas. Esta unidad móvil puede ser un camión de un remolque con sus respectivos proporcionadores o bombas dosificadoras y un depósito con líquido espumante, la característica principal de este sistema es que tanto la unidad móvil como las mangueras y demás materiales, se traslada al lugar requerido después de que comenzó el incendio.

#### 2.5.6.- SISTEMA PORTATIL PARA ESPUMA MECANICA

Los sistemas portátiles se usan como auxiliares de los sistemas fijos y semifijos, así como la protección a tanques horizontales, tanques con techo flotante tanques verticales de poca capacidad e incendios de los derrames de líquidos inflamables este sistema consta de mangueras que se conectan a hidrantes de agua contra incendios de boquillas proporcionadoras de línea de líquido espumante, de pequeños recipientes, latas que se transporten al lugar requerido en el momento de ocurrir el incendio.

#### 2.5.7.- APLICACIONES DE LA ESPUMA

En los sistemas fijos y semifijos de espuma mecánica la espuma se forma cerca del punto de aplicación en donde se introduce el aire al sistema, ésta parte de la instalación se llama " formación de espuma " . En estos sistemas de protección, la espuma puede aplicarse ya sea en forma de chorro o niebla, dependiendo de la naturaleza del riesgo a proteger, o bien, si se va a usar para extinguir, controlar o aislar el incendio. En forma de chorro se utiliza generalmente para tanques de almacenamiento, o en otras áreas donde se tengan líquidos inflamables en grandes cantidades ; en estos casos se tiene la necesidad de disponer de un flujo rápido e ininterrumpido de espuma a través de la superficie del líquido incendiado. La espuma en forma de niebla es más efectiva principalmente cuando se usa en los líquidos inflamables que están contenidos en recipientes de poca profundidad, instalados bajo techo. La aplicación del chorro de espuma se hace a través de las cámaras de espuma, cajas deflectoras, varias clases de boquillas y sistemas de tuberías de extremos abiertos y la aplicación de la niebla de espuma se hace por medio de boquillas de niebla para espuma y rociadores espuma-agua. Con excepción de los rociadores espuma-agua, todos los demás tipos de aplicadores se pueden usar tanto para el sistema de espuma química como para los de mecánica. Los rociadores espuma-agua utilizan espuma mecánica del tipo regular solamente y están diseñados

dos para distribuir agua después de haberse terminado la -  
descarga de la espuma, con la misma eficiencia de los rocía-  
dores de agua.

#### 2.5.8.- SISTEMA DE ESPUMA DE ALTA EXPANSION

La espuma de alta expansión también conocida como espuma sintética, se combate al incendio mediante generadores de espuma, que pueden estar montados sobre vehículos ; pueden ser tipo manual o fijos, se producen espumas con relaciones que van desde 1 a 100 hasta 1 a 1000, que sirven para extinguir incendios de la clase A y B .

La espuma de alta expansión, es un conjunto de burbujas generadas mecánicamente por el paso del aire u otros gases a través de una red, malla u otro medio poroso que se moja con una solución agua-agente espumantes de superficie activa.

La espuma así generada, es un medio para transportar el agua a lugares de difícil acceso al inundar totalmente los espacios confinados y así como para desplazar vapores, calor y humo.

La espuma de alta expansión, es muy útil en incendios de espacios confinados en el exterior. Tienen limitaciones dependientes del estado del tiempo, ya que por su ligereza, el aire puede arrastrarlas fácilmente.

Esta espuma actua en varias formas sobre los in-

cendios :

a) Cuando se genera en cantidades suficientes para evitar que el aire necesario para mantener la combustión alimente al fuego.

b) Cuando entran en contacto con el calor generado por el incendio la espuma se convierte en vapor, con lo cual se reduce por dilución la concentración de oxígeno en el aire.

c) Durante la conversión del agua en vapor se absorbe calor del combustible que arde. Cualquier objeto caliente expuesto a la espuma continuará con el proceso de rompimiento de la misma, convirtiendo el agua en vapor y por ese objeto será enfriado.

d) Debido a su baja tensión superficial, la solución de la espuma que no se convierte en vapor, tenderá a penetrar en los materiales clase A.

e) Cuando la espuma se acumule con gran profundidad, entonces puede proveer una barrera aislante que protegerá a los materiales y estructuras que no están directamente involucrados en el incendio, previniendo así que éste se extienda.

Los incendios clase "A" se controlan cuando la espuma cubre totalmente el incendio y los materiales que arden. El incendio se extinguirá, si la espuma tiene suficiente humedad, y se mantiene durante un largo tiempo.

Los incendios clase "B" de líquidos con punto de inflamación alto, se pueden extinguir cuando la superficie se enfría abajo del punto de inflamación : En el caso de líquido con punto de inflamación bajo, se extingue cuando se deposita una capa de espesor suficiente sobre la superficie del líquido.

#### 2.6.- SISTEMA DE BIOXIDO DE CARBONO

Los sistemas fijos de bióxido de carbono, son adecuados para apagar fuegos de líquidos inflamables, de aparatos eléctricos y materiales especiales donde no convengan usar agua por el daño que produce, además de usarlos para crear atmósfera inertes. Estos sistemas no son adecuados para la protección de materiales que producen su propio oxígeno, tales como el nitrato de celulosa o ciertos materiales metálicos que al arder reaccionan con el bióxido de carbono, tales como el sodio, potasio, magnesio, zinc, aluminio y titanio.

Después que se extingue un incendio producido por gases inflamables siempre hay el riesgo de una explosión, si continúan saliendo gases. Por esto no es recomendable usar los sistemas automáticos de bióxido de carbono en este tipo de incendios; es más seguro proteger las construcciones vecinas y enfriar las áreas incendiadas aplicando agua hasta que se pueda cerrar el suministro de gas ; así mismo, no se



recomienda operar estos sistemas para fines preventivos, - sino cuando el fuego esta declarado.

Los sistemas de extinción de bióxido de carbono son de dos tipos :

#### 2.6.1.- SISTEMA DE ALTA PRESION Y BAJA PRESION

En el primero el bióxido de carbono está almacenado a  $60 \text{ kg/cm}^2$  y a  $21^\circ \text{ C}$ , en el segundo el líquido se almacena en recipientes a  $21 \text{ kg/cm}^2$  y  $-17^\circ \text{ C}$  .

El bióxido de carbono, es un gas inerte, no tóxico y no conductor de la electricidad . Apaga fuegos en los combustibles, al reducir el contenido del oxígeno del aire que lo rodea a un punto que no puede continuar la combustión del material incendiado.

Al reducir el oxígeno de 21% al 15% se puede extinguir la mayoría de los fuegos, pero en algunos materiales se debe reducir el oxígeno hasta el 6% o menos.

#### 2.6.2.- TIPOS DE SISTEMAS

##### - Sistema de inundación total

Consiste en una red con tuberías y boquillas instaladas de tal manera que descarguen el gas en un espacio cerrado.

##### - Sistema de aplicación local.

Consiste en una red de tuberías y boquillas

dispuestas de tal manera que descarguen el bióxido de carbono directamente al fue go sin que se requiera un espacio cerrado para confinar el gas.

- Sistema de tubería y manguera

Consta de un suministro fijo de bióxido de carbono que alimenta a un sistema de tuberías donde se encuentran conectadas mangueras que se usan para combatir el fuego en una área limitada.

- Sistema semi-fijo

Consiste en una red de tuberías fijas a donde, se transporta y conecta el suminis tro de gas.

## 2.7.- SISTEMA DE POLVO QUIMICO SECO

Los sistemas fijos de polvo químico seco, se usan para extinguir incendios de líquidos y gases inflamables.

Estos sistemas no son recomendables para incendio de combustibles ordiarios, como papel, madera, etc. ni para los ocurridos en equipo eléctrico fino o electrónico.

Existen tres tipos principales de estos sistemas; de inundación total, de aplicación local y de líneas y manguera de aplicación local.

Cualquiera de estos sistemas estan formados básicamente por recipientes para almacenar el polvo químico se-

co, cilindros a presión para el gas impulsor, tuberías man-  
gueras, válvulas, alarmas, boquillas, aparatos de corte rá-  
pido de flujo e instrumentos para activar el sistema. Estos  
sistemas se diseñan y construyen para proteger riesgos ais-  
lados o varios riesgos juntos, esta protección puede operar  
se en forma separada o simultáneamente, además los sistemas  
pueden ser manuales o automáticos activados por circuitos  
neumáticos , eléctricos o mecánicos.

#### 2.8.- SISTEMA DE AGENTES HALOGENADOS

Se usan agentes halogenados para la extinción de  
incendios clase B y C, productos como el tetracloruro de -  
carbón, clorobrometano y bromuro de metilo, se usan en si -  
tuaciones donde los vapores tóxicos de agente y sus produc-  
tos de descomposición no crearan problemas o riesgos para  
la vida humana.

Estos productos se encuentran en estado líquido -  
almacenados en recipientes y cuando se descargan se trans -  
forman en gas, en forma semejante al comportamiento del bióxido  
de carbono, por esto se le llaman líquidos vaporizan -  
tes.

## 2.9.- DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

### Introducción

El objetivo del sistema propuesto es el de llevar a cabo la extinción del incendio en los tanques de almacenamiento por medio de aislar el combustible ( gasavión, turbosina, otros ) del comburente ( oxígeno ) por medio de una película acuosa de espuma mecánica AFFF/ATC.

Para lograr ésto se depósita automáticamente en la parte superior del combustible el líquido espumante AFFF/ATC por medio de unos equipos denominados cámaras de espuma .

Por lo que el sistema consta de dos partes; el sistema de detección y el sistema de aplicación de espuma.

Para poder visualizar ésto, y el funcionamiento del sistema, ver las figuras No. 1 No. 2 .

### 2.9.1.- SISTEMA DE DETECCION

En la parte superior del tanque de almacenamiento están localizados en forma conveniente los detectores de calor del tipo temperatura fija ( ver figura No. 3 ) .

En el momento que se inicia un incendio dentro del tanque la temperatura de este aumenta, de tal forma que los rociadores se fundirán cuando se alcance la temperatura pre fijada de este.

La línea que alimenta a estos rociadores se encuentra presurizada, de tal forma que cuando se funde el rociador existe una caída de presión en el sistema de detección.

La línea de detección se mantiene a presión con el objeto de mantener cerrada la chapaleta de la válvula de diluvio por medio del cilindro hidráulico ( ver figs. No. 4, 5,6 ) .

Cuando el rociador se funde y la presión se abate, quiere decir que existe un incendio, el cual es detectado instantáneamente por la válvula de diluvio, ocasionando que el sistema se dispare.

#### 2.9.2.- SISTEMA DE APLICACION

Al declararse el incendio el sistema de aplicación de espuma entra en operación.

Al dispararse el sistema, el flujo de agua proveniente de la válvula de diluvio sigue dos direcciones ( Ver Fig. 2 ) .

Una línea que tiene conectados una válvula check y un interruptor de flujo y llega hasta el tanque dosificador .

El flujo de agua presiona a la bolsa del tanque - obligando al líquido a salir para dirigirse al proporcionador.

Después del tanque dosificador se tiene un cabezal el cual, dirige el flujo de líquido AFFF/ATC a todos los proporcionadores.

Para impedir que el líquido espumante pase a todas las cámaras de espuma, se cuenta con el interruptor de flujo, el que manda una señal eléctrica a una válvula solenoide ( Fig. 7 ) exclusivamente para abrirla y hacer pasar al líquido AFFF/ATC al proporcionador.

Una segunda línea proveniente de la válvula de diluvio circula agua hacia el proporcionador para mezclarse con el líquido espumante AFFF/ATC.

Al salir del proporcionador sigue el flujo de - - agua-líquido espumante hacia la cámara de espuma, la que lo deposita suavemente en la parte superior del tanque de combustible incendiado ( Ver Fig. 8 ) .

## C A P I T U L O   I I I

### SELECCION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

#### 3.1.1.- CLASIFICACION DE TUBERIAS

Las tuberías para conducción de fluidos pueden clasificarse atendiendo a los siguientes conceptos principales:

- 1.- Tipo de trabajo a que están destinados
  - a) De proceso
  - b) De producción
  - c) De transporte
- 2.- Tipo de fluido que manejan
  - a) Gases
  - b) Líquidos
- 3.- Materiales de construcción
  - a) Asbesto
  - b) Cemento
  - c) Acero al carbón
  - d) Aleaciones especiales

### 5.- Sistema de instalación

- a) Aereas
- b) Sobre suelo ( durmientes )
- c) Subterráneas

### 6.- Propiedades de los fluidos que manejan

- a) Corrosivos
- b) Abrasivos
- c) Normales
- d) Letales

### 3.1.2.- FACTORES DE SELECCION

Las principales variables en la selección de tuberías son :

- a) Temperatura
- b) Presión
- c) Corrosión ( tipo de fluido )
- d) Costo

La selección debe basarse en la capacidad de una tubería para resistir las variables antes mencionadas.

### 3.1.3.- MATERIALES DE LAS TUBERIAS

Los diferentes materiales para tuberías son :

Según sea su uso o aplicación puede usarse el -- plástico , el vidrio, concreto reforzado, barro vitrificado, asbesto-cemento, cobre, níquel, aluminio, plomo, monel,



acero inoxidable, hierro fundido, acero al carbón.

El acero y las aleaciones de acero son los materiales mas comunmente usados en la fabricación de tubos.

Se tienen más de 150 materiales diferentes especificados por la Sociedad Americana para Pruebas de Materiales ( ASTM ) para usarse en la fabricación de tubos.

Entre ellos se incluyen al acero al carbón, aleaciones de acero, y una amplia selección de materiales no ferrosos. La ASTM y la ASME ( Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ) han proporcionado un servicio invaluable en la preparación detallada de especificaciones de la gran cantidad de materiales disponibles.

En la selección de materiales de tuberías, se deberá tener en cuenta el comportamiento de los materiales a diferentes condiciones, tales como corrosión, temperatura, presión.

### 3.2.- Selección de conexiones

Una conexión es cualquier dispositivo usado para conectar elementos en líneas de flujo, por ejemplo , codos tees, reducciones, tapón cachucha, bridas, etc.

Las conexiones se emplean para formar y unir un arreglo de tubería, cambiar la dirección de la línea, cambiar el diámetro de la línea, conectar diferentes ramas de la línea, cerrar el final de la línea.

En muchos casos dos o más de estas funciones pueden cambiarse en la misma conexión.

Como la soldadura ha venido a ser el método más corriente de construcción de tubería, se precisa un sustituto de las conexiones normales de hierro fundido.

Se encuentran ahora pequeñas secciones curvadas de tuberías, fabricadas por extrusión a partir de las tuberías normales que pueden soldarse directamente a la línea.

Existen algunas conexiones que se fabrican indistintamente de forjas o de tubos como el caso de las tees y los codos, otras solamente tienen un proceso de fabricación como ejemplo se puede mencionar las tuercas unión que son forjadas y las reducciones concéntricas que se forman a partir de tubos.

Es raro que tanto las tuberías como las conexiones fallen solo por la presión.

Muchas conexiones fallan lo mismo por esfuerzos de expansión como por choques tales como el golpe de ariete.

Esto no puede preverse y por lo tanto se toma un amplio margen de seguridad entre el esfuerzo de rotura de una conexión y la presión a que se prueba.

### 3.2.1.- DIFERENTES TIPOS DE CONEXIONES

Existen varios tipos de conexiones cuyo empleo depende de las condiciones de trabajo, como :

Presión, temperatura, flexibilidad, mantenimiento y tipo de tendido de la línea.

a).- Inserto soldable o enchufe. Estas conexiones son de extremos acampanados con un diámetro interior en la campana igual al diámetro exterior del tubo que lo inserta o solda. Se le emplea en diámetro menor de 50.8 milímetros.

b).- Roscados. Estas conexiones son de extremos roscados, rosca interior o exterior. Se le emplea normalmente en diámetros menores de 50.8 milímetros.

c).- Soldables a tope. Estas conexiones son de extremos biselados para soldarse a tope, con diámetro exterior igual al del accesorio o implemento que se le conecta; se emplea en todos los diámetros comerciales que van de 19 milímetros a 609.6 milímetros de diámetro y aún mayores.

d).- Bridados. Estas conexiones son de extremos bridados y se les emplea en todos los diámetros de 25.4 milímetros a 609.6 milímetros de diámetro y aún mayores.

### 3.2.2.- FACTORES DE SELECCION.

Las conexiones en ocasiones llegan a ser la parte más importante del sistema de tuberías.

Para elegir el mejor material y diseño para determinado uso, se deben analizar cuidadosamente las necesidades. De otra manera las conexiones pueden causar serios problemas de operación y altos costos de mantenimiento.

Las conexiones pueden tener diferentes tipos de unión con la tubería y accesorios en los extremos ; las más usadas son :

1.- Conexiones roscadas

Se usan generalmente en diámetros de 50.8 milímetros y menores para presiones bajas y medias. Son convenientes para montarlas en el campo.

Las roscas se hacen en formas cónicas para evitar fugas. Se debe utilizar un compuesto para las roscas que sirvan como lubricante cuando se estén instalando y eviten el enmohecimiento para facilitar el desmonte.

2.- Conexiones Bridadas.

Son muy convenientes por la rapidez con que se instalan.

3.- Conexiones Soldable.

Se utilizan para altas temperaturas y presiones y donde no se admiten las bridas. Se instalan donde se requieren conexiones herméticas.

No es recomendable donde se realice mantenimiento frecuente. Las conexiones pueden ser de extremos soldables a tope o de inserto soldable.

3.2.3.- MATERIALES

1.- Acero al Carbón Forjado.

Las conexiones forjadas en este material se usan

en servicios ordinarios, en moderadas temperaturas donde la resistencia a la corrosión no es muy importante.

## 2.- Aceros al Carbón Fundidos

Su resistencia a la corrosión no es muy alta, así mismo la temperatura máxima que soportan es de 398° C .

## 3.- Aceros Inoxidables Forjados

Tienen ventajas particulares en servicios donde factores como corrosión, erosión, oxidación y estabilidad - deben ser considerados.

Además de ésto se instalan en líneas que requie - ren altas resistencias del material.

## 3.3.- SELECCION DE VALVULAS

### 3.3.1.- CLASIFICACION

Las válvulas se clasifican en : de bloqueo, proporción, prevención, control o alivio.

#### 1.- Bloqueo

Las válvulas de bloqueo son para permitir o suprimir totalmente el flujo del fluido.

En esta clasificación están comprendidas las válvulas de compuerta, macho y de bola.

#### 2.- Proporción

Las válvulas de proporción sirven para controlar

el volumen o proporción del fluido.

En esta clasificación se encuentran las válvulas de globo, de ángulo, de aguja, de mariposa y de diafragma.

### 3.- Prevención

Las válvulas de prevención sirven para evitar automáticamente la inversión del flujo.

En esta clasificación se encuentran los diversos tipos de válvulas de retención. Algunos tipos son los si - guientes :

Columpio, disco basculante, disco horizontal le - vadizo, pistón resorte, válvula de pie .

### 4.- Control

Las válvulas de control tienen diversos usos, siven para controlar o mantener en forma constante un flujo, temperatura, presión .

En esta clasificación se encuentran las válvulas de diafragma, de hule o metal.

### 5.- Alivio

Las válvulas de alivio o de seguridad son aque - llas que actúan automáticamente por presión interna excesiva en el sistema, para proteger equipo o personal.

#### 3.3.2.- FACTORES PARA LA SELECCION

Hay que escoger la válvula adecuada para cada -

servicio específico. Este principio es esencial para la vida y bajo costo de mantenimiento de las válvulas y por lo tanto de la instalación .

La selección de la válvula requiere una variedad de datos : Clase de fluido, temperatura, presión en ambos sentidos del flujo, tipo de control, situación de la instalación.

A partir de estos datos puede seleccionarse cada válvula en cuanto a sus características de diseño, como son construcción, tamaño, material del cuerpo, empaque, modo de operación aleaciones de sus interiores, tipo de asientos, - conexiones, etc.

Además de lo anterior hay factores determinantes que deben tomarse en cuenta al seleccionar cada válvula en cuanto a sus características de servicio, tales como tipo y cantidad de líquidos o gases, presión y temperatura de trabajo , requisito de operación, fluidos corrosivos y tamaño.

Sin embargo el conocimiento de los factores que deben tomarse en cuenta para una correcta selección y el conocimiento de las características principales de las diversas válvulas disponibles en el mercado serán un valioso auxiliar al hacer la mejor selección posible.

Aunque en muchas ocasiones esta selección será una transacción, entre lo óptimo y lo satisfactorio, tomando en cuenta el factor económico.

## FACTORES

Al seleccionar una válvula deberá tomarse en cuenta cuando menos los siguientes factores.

Factor	Variante	Considerar
Tipo de servicio	Obturar o permitir Flujo	Grado de hermeticidad
	Regular flujo	Tipo de regulación que se desea.
	Evitar retroceso del flujo	Velocidad de cierre Dirección del flujo
Fluido	Aceite	Acción erosiva
	Vapor de aceite	Acción corrosiva
	Gas de hidrocarburo	Peligro de fuga a la atmósfera
	Agua	Densidad
	Vapor de agua	
	Gasolina	
	Etc.	
Temperatura	Máxima	Efecto de temperatura sobre los materiales de la válvula ( cuerpo guarniciones, empaques lubricantes, etc.)



Presión	Máxima	Decrecimiento de la - presión de trabajo de la válvula por tempe- ratura
	Vacío	Posibilidad de golpe de ariete.
Tamaño	Paso completo	Gasto
	Venturi	Caída de presión
	Paso restringido	Paso de herramientas Distancia entre cara o extremo.
Conexio- nes	Bridas C.R.	Tamaño
	Bridas R.T.J.	Presión, Hermeticidad
	Bridas Macho	
	Hembras	
	Rampas	Permanecio en la línea
	Cajas para soldar	tiempo de instalación
	Biceles para soldar	
	Roscas	
Coloca- ción	En el piso	Cambios de temperatura
	Elevada	y corrosividad
	Enterrada bajo	Medio Ambiente
	el agua	Posibilidad de opera- ción de la válvula

En espacio limitado	Posibilidad de operación de válvula
Inaccesible	Dimensión de válvula
En lugar remoto	Resistencia estructural de la válvula
Encatiliver	Orificio para lubricación , drenaje y alivio
Operación Manual	Frecuencia
Transmisión de engranes rectos	Presión diferencial
Transmisión de engranes cónicos	Máxima
Cadena	Operación directa remota o automática
Extensión de vástago	
Embolo hidráulico o neumático	
Motor Eléctrico	
Normas	Diseño de la válvula seguridad
Servicio de refinarias	Intercambialidad
Servicio de caldera	Reglamentos
Servicio contra incendio	
dio	

Servicio de producción de pozos	Mantenimiento
Servicio de plantas químicas	Reposición

Teniendo en cuenta los factores mencionados debe  
rá buscarse la válvula que más se acerque al cumplimiento  
de todos los requisitos necesarios.

Deberá tenerse muy en cuenta el diseño propio de  
la válvula para asegurarse si ésta cumple con las normas -  
establecidas, si su funcionamiento es confiable en toda oca  
sión, si su rigidez estructural es adecuada para los esfuerz  
os mecánicos a que va a estar sometida en la línea y que  
sucedería con la válvula en caso de incendio si existiera -  
esa posibilidad se espera que la válvula siga reteniendo y  
conserve sus características.

### 3.3.3.- Materiales

Los materiales utilizados para la fabricación de  
válvulas industriales son de una extensa variedad tales co  
mo : metales, hule, vidrios, plásticos, etc.

El uso de estos materiales estará supeditada --  
principalmente a factores que intervienen directamente en  
un proceso en el cual se está manejando un fluido.

Estos factores son temperatura, presión y compor

tamiento de material respecto a las características físicas, químicas y mecánicas del fluido.

Fabricar un tipo de válvula con un solo material que puede trabajar bajo los factores mencionados, es posible pero puede ser económica y funcionalmente no recomendable es por eso que se tiene que buscar para el ensamble total de la válvula, combinaciones de materiales que vayan satisfaciendo la necesidad global de la válvula.

Por otro lado existen dentro de los componentes de una válvula partes estáticas, partes móviles cuya superficie entra en contacto con otras superficies o parte que están en contacto directo con el fluido.

Estas diferencias hacen también, la necesidad de utilización de varios materiales para recubrimientos en busca de la optimización económica y de funcionabilidad de la válvula.

Un solo tipo de válvula podría ser utilizada para el manejo de agua, vapor, ácidos, alimentos, etc.

En diferentes condiciones de presión y temperatura las variaciones de los materiales de las partes de la válvula haran posible esto.

Al seleccionar los diferentes tipos de materiales para determinada parte de la válvula deberá tomarse muy en cuenta el diseño propio de la válvula; que su funcionamiento de la parte específica será confiable en toda ocasión -

utilizando el material seleccionado y, que, la rigidez estructural de dichos materiales sea adecuada para los esfuerzos mecánicos a que van a estar sometidas en la línea .

Las válvulas para el sistema contra incendio deberán cumplir con lo siguiente :

Las válvulas pueden instalarse a la intemperie o en registros.

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 permite abrir o cerrar la válvula desde el exterior, al mismo tiempo que señala cuando este abierta o cerrada. Este poste debe estar colocado de manera que la parte superior quede a una altura máxima de 900 milímetros sobre el nivel del terreno y con protección contra golpes en lugares donde así se requiera.

Todas las válvulas de seccionamiento deberán tener claramente marcada la sección o porción de la red contra incendio que pongan fuera de servicio al estar cerradas.

Esto se puede teniendo un sistema practico de identificación.

### 3.4.- SELECCION DE BOMBAS

Las bombas para servicio de agua contra incendio

estarán de acuerdo al código N.F.P.A. y serán del tipo centrífugo, cuando sean horizontales serán de preferencia de caja bipartida.

Estas bombas deben caracterizarse por su fácil acceso a todas sus partes de trabajo debiendo ser de construcción robusta, pasajes amplios al paso del agua y todas sus piezas de trabajo sujetas a corrosión deben ser fabricadas de material resistente a la misma.

Las bombas horizontales deberán ser usadas cuando el nivel mínimo de succión este arriba del eje de la bomba. Cuando no se tenga una carga positiva en la succión como en aquellos casos en que debe extraer el agua de pozos profundos, cisternas, etc. se recomienda usar bombas tipo turbina vertical, debiéndose tener en cuenta que los impulsores de la bomba deben colocarse abajo del nivel dinámico.

Para instalaciones pequeñas o medianas deberán - instalarse solo una casa de bombas de agua contra incendio, la cual deberá estar localizada de preferencia en el centro del área ; en instalaciones grandes se deberán tener dos o más casas de bombas, de preferencia una central y otras perimetrales.

Las bombas deben instalarse en casetas o cobertitizos construídos y localizados en lugares donde no exista riesgo de explosión, o de incendio, ni daños por factores meteorológicos .

Estos cobertizos deberán ser de material no combustible, suficientemente amplias y las bombas y tuberías estarán arregladas de tal manera que faciliten la operación, mantenimiento y reparación. Deberán tener buena iluminación artificial y natural, ventilación y drenaje con objeto de mantener la caseta o cobertizo seco y libre de humedad, además los circuitos de alumbrado y control deberán estar conectados a un sistema de emergencia, con objeto de tener energía eléctrica en cualquier momento.

Cada estación deberá tener dos bombas, actuadas por motor eléctrico y otra por motor de combustión interna o turbosina de vapor. La bomba y tubería de succión y descarga deben estar arregladas de tal manera que exista espacio suficiente para facilitar la operación y mantenimiento.

La capacidad total de bombeo deberá ser tal que permita mantener los gastos y presiones requeridos para combatir el incendio de riesgo mayor existente en la instalación.

La capacidad nominal de las bombas que se instalen pueden ser de 16, 31, 47, 63, 94, 126, 158 litros por segundo o mayores. El número de tomas alimentadas simultáneamente será como se indica a continuación.

Capacidad nominal

de la bomba	1.p.s	16	31	47	63	94	126	158
-------------	-------	----	----	----	----	----	-----	-----

Número de tomas	63 mm	1	2	3	4	6	8	10
para manguera								
de	38 mm	3	6	9	12	18	24	30

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 - no debe ser mayor del 120 % de la carga total requerida, tratándose de bombas horizontales . Para bombas turbina vertical, la presión desarrollada no debe exceder del 140 % .

La bomba deberá proporcionar el 150 % del gasto nominal cuando la presión de descarga sea como mínimo 65 % de la carga nominal.

El tubo de succión deberá tener el diámetro necesario para que pueda circular por él, el 150 % del gasto total, con una velocidad de 0.915 a 1.524 metros por segundo. Este tubo deberá ser tan corto y recto como sea posible entre la fuente secundaria y la bomba, evitando codos y accesorios y procurando que las conexiones resulten perfectamente selladas. Cuando haya necesidad de usar reducciones en - las líneas de succión horizontales, estas deberán ser excéntricas colocadas en la parte recta hacia arriba.

En la línea de descarga y en el sentido del flujo, debe instalarse una válvula de retención seguida de una de compuerta. Además es conveniente instalar un manómetro -



con límite de presión, de acuerdo con la presión de descarga de la bomba, de tal forma que la indicación éste dentro del tercio medio de la escala del manómetro.

No deberá instalarse ninguna tubería a la bomba - hasta que esta éste debidamente instalada; todas las tuberías deberán soportarse en tal forma que no transmitan esfuerzos a la carcasa de la bomba.

Bomba y motor deben estar fijos a una base común de hierro a fin de asegurar el alineamiento adecuado para evitar calentamiento en los cojinetes, desgaste rápido en las chumaceras, pérdidas de eficiencia en las bombas, rotura de ejes, etc. La base de hierro deberá soportarse sobre una cimentación de concreto con pernos de anclaje o sobre un armazón de acero estructural.

Las bombas de contra incendio se probarán por lo menos semanalmente, a su presión y gasto normales. Una vez al año se probarán al 150 % de su capacidad.

Se instalará una bomba Jockey con capacidad de 3.1 litros por segundo, para mantener presionada la red de contra incendio, cuando se instale un sistema automático.

#### 3.4.1.- BOMBAS ACCIONADAS POR MOTOR ELECTRICO

Los motores eléctricos serán trifásicos de corriente alterna de inducción tipo jaula de ardilla.

La instalación de las líneas de fuerza dentro de

la caseta o cobertizo de las bombas debe ser del tipo oculto, alojadas en tubo conduit hasta la conexión con el motor de la bomba.

Los controles e interruptores deben ser de la capacidad necesaria, instalados en gabinetes lo mas cerca posible del motor. Los interruptores deben contar con dispositivos de protección que permitan el arranque del motor al mismo tiempo que proporcionan la protección de corto circuito requerida, no debiendo existir otro dispositivo de sobrecorriente entre el lado de carga del interruptor y el motor. Tampoco deben tener protección de sobre corriente los circuitos auxiliares necesarios para el arranque del motor. Debe instalarse una lámpara piloto de 115 volts conectada en el lado de la línea del arrancador y colocada próxima al sitio en que se arranca el motor, para indicar que hay energía eléctrica disponible.

El arranque de los motores a voltaje reducido debe ser tal que el período de aceleración del motor no sea mayor de 10 segundos.

#### 3.4.2.- Bombas accionadas por motor de combustión interna.

Cuando se utilice motor de combustión interna para mover las bombas, éste debe tener una potencia de por lo menos 20 % mayor que la potencia requerida por la bomba

a la velocidad de régimen.

Los motores de combustión interna, deberán tener un sistema doble de baterías para arranque, o bien un sistema doble de recarga, basado en el generador de la propia máquina y en una fuente externa de potencia. El tanque de combustible debe tener cantidad suficiente del mismo para una operación continua durante 8 horas. El combustible deberá renovarse periódicamente.

El motor debe funcionar dos veces por semana por lo menos durante una hora, sin mostrar calentamiento anormal, ni deficiencia alguna.

El tanque de combustible debe mantenerse con combustible libre de agua y materias extrañas.

El aceite lubricante y su filtro deberán reemplazarse cada 3 meses o 40 horas de operación, lo que ocurriera primero.

Las baterías deberán mantenerse cargadas y se probará periódicamente el sistema automático de carga, el estado de las celdas y la carga en las baterías.

El filtro de aire deberá limpiarse periódicamente y cambiarse cuando sea necesario.

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

a. Gobernador de velocidad variable, con límite de regulación de 8 a 10 % .

- b. Tacómetro
- c. Manómetro para aceite lubricante
- d. Indicador de temperatura de aceite
- e. Indicador de temperatura del sistema de enfriamiento.
- f. Amperímetro
- g. Horómetro mecánico

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

	Alarma	Paro Automático
Dispositivo para baja presión de aceite	X	
Dispositivo para alta temperatura de aceite	X	
Dispositivo para alta temperatura de agua de enfriamiento.	X	
Dispositivo para bajo nivel de aceite	X	
Dispositivo para sobrevelocidad ( en motores mayores de 200 Hp )		X

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

- a. Filtro de combustible ( reemplazable )
- b. Filtro de aire ( reemplazable )
- c. Tablero de alarma
- d. Luces indicadoras
- e. Arranque automático

Cuando el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna sean por agua , este sistema deberá ser un circuito cerrado y el agua deberá enfriarse en un cambiador de calor agua-aire ( radiador ), o agua-agua; en este último caso se hará una derivación en la descarga de la bomba para alimentar unicamente el cambiador de calor.

#### Automatización del sistema.

En ciertas instalaciones, es conveniente que - las bombas contra incendio arranquen automáticamente, para ello será necesario tener un control que haga funcionar el motor de la bomba. En cada caso, se deberá estudiar cual es la condición más conveniente para accionar el arranque de - las bombas.

Para motores eléctricos o de combustión interna, se puede utilizar alguno de los sistemas que a continuación se indican :

Control por presión de agua. Consiste en insta

lar en la red principal de la tubería un interruptor de pre sión con ajustes para alta y baja presión. Para probar el funcionamiento del interruptor de presión así como el de - las bombas, es conveniente instalar una línea de recircula ción.

Arranque en secuencia. Los controles para unida- des de bombeo múltiples deben contar con dispositivos de - secuencia de tiempo para evitarse el arranque simultánea - de las bombas. Si las necesidades de agua son tales que se haga necesario que más de una bomba este en operación, es- tas unidades deberán arrancar en intervalos que no permitan el arranque de la siguiente bomba hasta que la anterior ha- ya tomado su velocidad de régimen. La falla de cualquier - bomba en el arranque no debe evitar el arranque de las si - guientes .

Cuando se tenga una bomba accionada por motor -- eléctrico y la otra por combustión interna, al fallar la co- rriente eléctrica el motor de combustión interna debe arran- car de inmediato esto se consigue por medio de relevadores apropiados usados en combinación con cualquier tipo de con- trol para arranque automático, el motor arranca al fallar la corriente y se para al restablecerse la misma.

El sistema debe contar con un selector para opera- ción manual o automática.

La bomba se podrá arrancar por medio de una señal

a control remoto.

Alarma por falla del sistema.

El tablero de control del equipo de control de bombeo puede contar con alarmas y señales que indiquen las fallas que se presentan en el equipo, principalmente cuando se controla automáticamente.

Para motores eléctricos con sistema de arranque automático, las alarmas audibles y visuales mínimas que se deben tener son :

Por falla en el arranque de la unidad de bombeo.

Interruptor abierto

Falta de energía eléctrica

Señal consistente de una lámpara para indicar - que el interruptor está cerrado y que hay energía eléctrica disponible para arrancar el motor.

Lámpara piloto para indicar que esta en posición de arranque automático o manual.

Para motores de combustión interna con sistemas de arranque automático :

Una señal consistente de una lámpara piloto en el circuito de arranque para indicar que el selector está en la posición de automático o en manual.

Una lámpara piloto y un voltímetro en la batería de alimentación, indicando la carga de la batería y que es tá conectada al control.

Baja presión del aceite en el sistema de lubricación.

Alta temperatura del agua de enfriamiento.

Falla en el arranque automático del motor.

Bajo nivel del combustible en el tanque de la unidad.

### 3.5.- CARACTERISTICAS DE HIDRANTES Y MONITORES

Hidrantes, se prefieren del tipo convencional con dos tomas.

Cuando no se utilicen hidrantes del tipo comercial éstos se podrán fabricar con tubo de 102 mm de diámetro como mínimo, conectados a la línea de agua directamente y en la parte superior del tubo se colocarán niples de 63 mm de diámetro nominal con cuerda estándar de tubería, opuesto uno al otro y a una altura de 60 cm. sobre el nivel de piso terminado, en los niples se instalarán válvulas de compuerta de bronce con cuerda estándar hembra en un lado y en el otro con cuerda macho NSHT ( Rosca Estándar para Conexiones de Manguera ). En caso necesario podrán usarse válvula con rosca de tubería en ambos lados, colocándoles en el extremo libre un convertidor de bronce a rosca NSHT.

En zonas donde el clima lo haga necesario, se ins talarán hidrantes con válvula de entrada y purga para va -- ciarlo, evitando así el congelamiento de agua. Con objeto --



de absorber el agua de descarga, se hará una excavación de 60 cm. de profundidad y 60 cm. de diámetro alrededor del hidrante, rellena con grava gruesa, en donde descargará la purga.

Los hidrantes deben ser diseñados para que proporcionen los gastos siguientes .

Diámetro Nominal	Gasto LPS	Gasto GPM
38 mm ( 1 ½" )	6	100 por toma
63 mm ( 2 ½" )	16	250 por toma

Las pérdidas a través del hidrante no deberán ser mayores de 0.14 kg/cm<sup>2</sup> al estar trabajando con su gasto máximo.

-Espaciamiento máximo entre hidrante y monitores.

En áreas de instalaciones de proceso y almacenamiento de productos altamente inflamables los hidrantes se colocarán a una distancia de 25 metros uno del otro.

En áreas de almacenamiento de productos inflamables a una distancia no mayor de 60 metros uno de otro.

En áreas de edificios administrativos, oficinas y almacenamiento de productos no inflamables a distancia de 75 a 90 metros uno del otro, en el caso de edificios con varios pisos, cada piso deberá considerarse como una área diferente.

Los monitores se colocarán de acuerdo con el al -

cance que tenga con chorro de niebla, disposición, forma y riesgo inherente del equipo por proteger.

Los hidrantes, así como otras salidas para mangueras contra incendios deben tener sus conexiones en buen estado y mantener protegidas con tapas.

En caso de observarse fugas en los hidrantes, deberán de efectuarse de inmediato las reparaciones necesarias para corregirlas.

#### - Monitores

Estos monitores, protegidos con barandal, se colocarán sobre plataformas elevadas cuando ello sea necesario para ampliar el área protegida, la escalera de acceso a los monitores elevados deberá situarse hacia el lado menos expuesto a un posible incendio.

La válvula de bloqueo de los monitores deberá quedar cerca del nivel del piso a una altura y disposición tal, que facilite su operación .

El número de monitores y su localización se deberá decidir en cada planta, según las necesidades lo ameriten.

La línea de alimentación se conectará a la red contra incendios mediante un codo de 90° de 204 mm y será de este diámetro hasta las tomas de agua.

Los monitores deberán poder girar 120° en el pla

no vertical y un círculo completo en el plano horizontal y deben estar provistos de boquillas de niebla graduable y - chorro.

Las boquillas de los monitores se someterán cuando menos cada 3 meses a revisiones que permitan comprobar - su buen funcionamiento o sea que giren libremente y que ade más no esten obstruidas.

## C A P I T U L O IV

## S I S T E M A D E D E T E C C I O N

## DETECTORES DE CALOR

1.- Termoestáticos

2.- Termovelocimétricos

## TERMOESTATICOS

a) Termostato bimetalico

b) Termostato de lámina bimetalica

c) Termostato de membrana bimetalica

d) Cable termosensible

e) Aleaciones fusibles

f) Ampollas de cuarzo

## TERMOVELOCIMETRICOS

a) Detectores de camara neumáticas

b) Sistema de detección lineal de tubo  
neumático

## DETECTORES TERMOELECTRICOS

a) Detectores térmicos combinados

b) Detectores térmicos compensados

**DETECTORES DE HUMO**

- a) Detectores ópticos de humo
- b) Detectores tipo puntual
- c) Detector lineal
- d) Detector iónico
- e) Detectores de puente de resistencia
- f) Detectores de análisis de muestra

**DETECTORES DE LLAMAS**

- a) Detectores infrarojos
- b) Detectores ultravioleta
- c) Detectores fotoeléctricos
- d) Detectores de oscilación de llama

## C A P I T U L O IV

## S I S T E M A D E D E T E C C I O N

## 4.1.- DETECTORES DE CALOR

Los detectores de calor pueden clasificarse de una manera general en dos tipos.

- 1.- Los que reaccionan cuando el elemento detector llega a una temperatura predeterminada ( termoestáticos )
- 2.- Los que reaccionan ante una velocidad excesiva de aumento de la temperatura

Los mismos principios son aplicables a los aparatos puntuales y a los lineales ; los primeros contienen un elemento termosensible en forma de unidad compacta que ocupa una pequeña superficie, mientras que los lineales contienen un elemento termosensible longitudinal o en forma de circuito.

## 4.2.- DETECTORES TERMOESTATICOS

El tipo de detectores más empleado es el termostato bimetalico que se vale de los coeficientes de dilatación al calor de dos metales diferentes para producir un movimiento que cierra un contacto eléctrico.

#### 4.2.1.- TERMOSTATOS DE LAMINA BIMETALICA

En su forma más simple la lámina bimetalica actua contra un contacto fijo y la distancia que la lámina debe recorrer para hacer contacto determina el punto de activación o graduación de temperatura del termostato.

#### 4.2.2.- Termostato de membrana bimetalica

El elemento detector es una membrana bimetalica de configuración cóncava que pasa a convexa cuando se alcanza la temperatura de graduación del aparato. Los termostatos de membrana bimetalica ejercen una fuerza mecánica - mucho mayor en el momento del funcionamiento que los tipos ordinarios de lámina bimetalica y esta fuerza se emplea para cerrar un par de contactos eléctricos.

Una de las principales ventajas de los termostatos bimetalicos de ambos tipos, de láminas o membrana es su capacidad de volver a su estado original, después de haber actuado, al descender la temperatura.

#### 4.2.3.- Cable termosensible

Estos cables están adecuadamente protegidos con - tra lesiones mecánicas, consisten de dos conductores metá - licos tensados separados entre si por un aislamiento termo - fusible. A la temperatura a la que esta graduada, el aisla - miento se funde y los dos conductores entran en contacto - dando inicio a la señal.

#### 4.2.4.- Aleaciones Fusibles y ampollas de cuarzo.

Otro tipo de detectores de calor de temperatura - fija son las soldaduras de aleación eutéctica, que se em - plea algunas veces para bloquear el funcionamiento del inte - rruptor eléctrico, hasta que se hayan alcanzado el punto de fusión y las ampollas de cuarzo cumplen la misma función de una manera ligeramente distinta en el sentido de que la en - trada en funcionamiento se produce por la rotura de la ampo - lla. Estos dos tipos de elementos deben sustituirse después de su funcionamiento.

#### 4.3.- DETECTORES TERMOVELOCIMETRICOS

Los detectores termovelocimétricos de incendios - entran en funcionamiento cuando la temperatura aumenta a - una velocidad que excede de la prefijada ( grado por minu - to ) . Los detectores de este tipo combinan invariablemente dos elementos de funcionamiento, uno que da la alarma ante un aumento rápido de temperatura, mientras que el otro re -



tarda o impide que se de la alarma cuando el aumento de la temperatura es lento. Las ventajas de los aparatos de este tipo son varias : Pueden graduarse para que se activen más rápidamente, bajo la mayor parte de las circunstancias de propagación del fuego, que los detectores termostáticos ; son eficaces dentro de una gama muy amplia de temperatura ( cualidades que no poseen los termoestáticos ) lo que los hace igualmente útiles en zonas de baja y de altas temperaturas.

#### 4.3.1.- Detectores de cámaras neumáticas

En este tipo de detectores el aumento de temperatura provoca la expansión del aire contenido en una cámara provista de un diágrama flexible. La expansión concuerda aproximadamente con la expresión :

$$P = K T / V$$

donde P es la presión, T la temperatura, V el volumen del aire en el sistema neumático y K una constante fijada por la disposición de los elementos del sistema. Si el sistema neumático estuviera cerrado la alarma se produciría cuando la presión alcanza un valor como resultado de un aumento de temperatura a consecuencia del cual el diafragma se desplazaría hasta cerrar el circuito de alarma. Sin embargo el sistema termovelocimétrico no está cerrado porque dispo

ne de un respiradero formado por un tubo capilar que despi de una parte del aire caliente. Si el respiradero fuera - demasiado grande, la elevación de presión dentro del tubo y de la cámara neumática antes de que se pudiera mover el diafragma y, por lo tanto no accionar la alarma. El ajuste acertado del diámetro del respiradero permite la retención de una cantidad suficiente de presión para que el diafragma se mueva, aunque algo más lentamente de lo que se movería si el sistema fuese totalmente cerrado.

4.3.2.- El sistema detección lineal de tubo neumático -- consiste de un circuito de tubo de cobre de pequeño diámetro instalado en la zona a proteger que termina en una o - dos cámaras. La parte superior de cada cámara es un dia -- fragma flexible que acciona los contactos del circuito - - eléctrico. Ambas cámaras están provistas de tubos capila - res que permiten la respiración del circuito. Los pequeños cambios de temperatura del ambiente producen pequeños cambios en la presión del tubo y estos quedan absorbidos por los respiradores sin que se produzca el movimiento de los diafragmas. Sin embargo cuando la temperatura del ambiente sube con rapidez, al aire contenido se expande tan veloz - mente que los respiradores no resultan suficientes para - aliviar la presión de las cámaras. Los diafragmas se des - plazan y cierran los contactos que dan la alarma.

#### 4.4.- DETECTORES TERMOELECTRICOS

Son dos grupos de termopares, dispuestos de tal modo que un grupo está expuesto a la convección y a la radiación, mientras que el otro está protegido. Cuando se produce una diferencia de temperatura entre las uniones del detector del termopar expuesto y del aislado, se genera una tensión eléctrica. Esta tensión produce una corriente eléctrica en un circuito accionando un relé galvanométrico cuyos contactos al cerrarse dan la señal de alarma.

##### 4.4.1.- Detectores térmicos combinados

( termoestáticos-termovelocimétricos )

Los detectores de este tipo es una combinación de los detectores termoestáticos-termovelocimétricos los cuales se combinan para dar una mayor eficiencia. Los detectores térmicos combinados tienen dos reglajes uno es la velocidad de aumento de la temperatura y el otro la temperatura fija a la que la unidad se activa. El último se activa cuando el primero no ha funcionado.

##### 4.4.2.- Detectores térmicos compensados

Los detectores térmicos compensados proporcionan una activación asegurada a una temperatura predeterminada y compensan los cambios en la velocidad de aumento de la -

temperatura.

El detector térmico compensado consiste en una funda exterior cilíndrica que contiene unas varillas sometidas a compresión sobre las que se montan los contactos. El metal de la funda tiene un coeficiente de dilatación mayor que el metal de las varillas. Al subir la temperatura rápidamente la funda se alarga aliviando la compresión de las varillas y haciendo que se cierren los contactos. Si la temperatura aumenta lentamente de 0 a 5 ° C por minuto se expande simultáneamente la funda y las varillas pero debido a la diferencia de los coeficientes de dilatación, se alivia la presión sobre las varillas y se cierran los contactos.

#### 4.5.- DETECTORES DE HUMO

Principio de funcionamiento y tipos de detectores de humo.

##### 4.5.1.- Detectores ópticos de humo

La detección del humo por medio fotoeléctrico en varios grados de densidad se emplean especialmente cuando el tipo de fuego previsible es capaz de generar cantidades importantes de humo antes de que la temperatura cambien lo suficiente para activar los sistemas térmicos de detección.

El funcionamiento de los detectores de este tipo se basa en el principio óptico según el cual el humo que

penetra en un rayo luminoso lo oscurece o refracta la luz hacia una célula fotoeléctrica.

#### 4.5.2.- Detectores tipo puntual.

Consiste en un rayo corto que pasa de un emisor a un receptor montados en una unidad instalada en el techo. El oscurecimiento parcial del rayo luminoso por el humo - que se interpone entre el elemento receptor y el emisor de la luz acciona la alarma cuando el oscurecimiento alcanza un valor crítico.

#### 4.5.3.- Detector lineal

El detector óptico lineal se sirve de un rayo de luz que pasa de un emisor a un receptor, situados a los extremos o a los lados de la zona protegida. La interposición del humo entre la fuente de luz y la célula fotoeléctrica receptora reduce la cantidad de luz que llega a la célula y provoca la activación.

#### 4.5.4.- Detector iónico

Consiste de una o dos cámara de ionización con sus circuitos de amplificación. El detector iónico tiene como elemento sensible la cámara de ionización que funciona sobre el principio según el cual el aire se hace eléctricamente conductivo ( ionizado ) por el bombardeo de las

moléculas de nitrógeno y de oxígeno por parte de las partículas alfa emitida por una fuente minúscula de material radiactivo. Al aplicarle un voltaje a la cámara de ionización circula una corriente muy pequeña mientras los iones se dirigen al electrodo de polaridad contraria. Cuando las partículas de la combustión visible o invisible entran en la cámara se adhieren a los iones y producen una reducción de su movilidad y, por lo tanto, una reducción del flujo de corriente. La reducción del flujo de corriente aumenta el voltaje de los electrodos, los que cuando llegan a un nivel preterminado producen alarma.

#### 4.5.5.- Detectores de puente de resistencia

Contiene un circuito electrónico de puente de rejillas. Los cambios atmosféricos debidos a las condiciones ambientales normales se aceptan por el circuito de puente de rejillas y el puente se mantiene en equilibrio. Sin embargo el aumento de partículas y de humedad presentadas en los productos de la combustión producen rápidos cambios de impedancia que rompen el equilibrio del puente de rejilla haciendo que un dispositivo electrónico de disparo entre en acción y de la alarma.

#### 4.5.6.- Detectores de análisis de muestra

Los detectores de este tipo consiste de una tube

rfa que parte de la unidad de detección y cubre el área a - proteger. Una bomba extrae una muestra de aire de la zona protegida y lo conduce al detector.

En el detector se analiza si el aire contiene partículas de humo. Si existiesen partículas de humo, la humedad del aire se condensa sobre ellas formando una niebla, - se mide entonces por el principio fotoeléctrico. Cuando la densidad excede de un valor determinado el detector reacciona ante la presencia del humo.

#### 4.6.- DETECTOR DE LLAMAS

Los detectores de llama reaccionan ante la aparición de la energía radiante visible para el ojo humano - - ( aproximadamente entre 400 y 7700 angstroms ) o a la energía radiante que esta fuera del campo de la visión humana . Estos detectores son sensibles a las brasa incandescentes ya que las llamas que radian energía de suficiente intensidad espectral sirven para motivar la reacción del detector.

##### 4.6.1.- Detector infrarrojo

Estos aparatos tienen un elemento sensor que - - reacciona a la energía radiante que esta fuera del campo - de la visión humana ( aproximadamente por encima de los -- 7700 angstroms ) .

#### 4.6.2.- Detector ultravioleta

Este aparato tiene un elemento sensible que reacciona a la energía radiante que esta fuera de la visión humana ( Por debajo de 7700 angstroms ) .

#### 4.6.3.- Detector fotoeléctrico

Este aparato contiene una célula fotoeléctrica - que cambia su conductividad eléctrica y produce un potencial eléctrico cuando se expone a energía radiante.

#### 4.6.4.- Detector de oscilación de la llama.

Este aparato es del tipo fotoeléctrico y contiene un dispositivo que impide la reacción ante la luz visible a no ser que la luz percibida este modulada a una frecuencia caracterfística de la oscilación de una llama.



## C A P I T U L O V

## CALCULO HIDRAULICO DE LOS SISTEMAS

5.1.- Cálculo del diámetro de la tubería del sistema.

De acuerdo con las normas de N.F.P.A. la velocidad del fluido en la tubería del sistema contra incendio - no debe exceder de 4.57 mts/seg.

De la ecuación de continuidad :

$$Q = V \times A$$

donde :

Q - gasto en la tubería en metros cúbicos por seg.

V - Velocidad del fluido en metros por seg.

A - Area de la sección transversal del tubo en metro cuadrado.

d - diámetro interior del tubo en metros.

Se obtiene la siguiente ecuación :

$$V = \frac{1.27 \times Q}{d^2}$$

5.1.1.- Cálculo del diámetro de la tubería para abastecer a los hidrantes.

El gasto de agua que requiere una manguera contra incendio es de 15.77 litros por segundo. Considerando que el gasto que va a circular por la tubería es capaz de abastecer a 1.5 hidrantes, el gasto es de 47.31 litros por seg.

Considerando un diámetro de tubería de 200 milímetros y aplicando la ecuación anterior, la velocidad es

$$V = \frac{1.27 \times 0.04731}{(0.20271)}$$

$$V = 1.46 \text{ mts/seg.}$$

Se nota que esta dentro del rango, por lo que la tubería será de un diámetro nominal de 200 milímetros, cédula 20. Ver tabla 1 .

5.1.2.- Cálculo de la tubería del hidrante 9 a la descarga de la bomba. Ver figura 1 .

El gasto que circula a través de esa tubería es el producido por 3 hidrantes, por lo que se tiene 94.62 litros por segundo.

Con un diámetro 250 milímetros la velocidad es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.09462}{(0.2545)^2}$$

$$V = 1.855 \text{ mts/seg.}$$

Por lo tanto, la tubería será de un diámetro nominal de 250 milímetros, cédula 20 según tablas 1 y A

5.1.3.- Cálculo del diámetro de la tubería de la cámara de espuma.

Para el tanque de almacenamiento de diámetro mayor: Capacidad de almacenamiento 795 000 litros.

Diámetro del tanque 11.50 metros

Altura del tanque 7.65 metros

A) Cálculo del área a proteger :

$$A = 0.7854 \times d^2$$

$$A = 0.7854 \times (11.50)^2$$

$$A = 103,87 \text{ mts cuadrados}$$

B) Cálculo del gasto de solución de espuma

$$Q = q \times A$$

Q - Gasto de solución de espuma en metros cúbicos por segundo.

q - Densidad de aplicación de líquido protéico - que será 0.06308 litros por segundo por cada metro cuadrado de superficie de tanque a proteger.

A - Area del tanque a proteger en metros cuadrados.

$$Q = 0.06308 \times 103,87$$

$$Q = 6.55 \text{ lts/seg.}$$

C) Cálculo del gasto de agua en solución 3 %

$$Q.a. = Q \times 0.97$$

$$Q.a. = 6.55 \times 0.97$$

$$Q.a. = 6.35 \text{ lts/seg.}$$

D) Cálculo del gasto de líquido protéico al 3 %

$$Q.L.P. = Q \times 0.03$$

$$Q.L.P. = 6.55 \times 0.03$$

$$Q.L.P. = 0.19 \text{ lts/seg.}$$

E) Cálculo del diámetro de la tubería de alimentación a las cámaras.

Se utiliza la siguiente formula :

$$d = \frac{(1.27 \times Q)^{0.5}}{V}$$

Para una velocidad de 2.7432 metros por segundo, el diámetro de tubería a utilizar es :

$$d = \frac{(1.27 \times 0.00655)^{0.5}}{2,7432}$$

$$d = 55 \text{ milímetros}$$

Por lo tanto, se empleará una tubería de 75 milí

metros, cédula 40 . Ver tabla 1 .

#### 5.1.4.- Cálculo del diámetro del tubo de succión.

El tubo de succión debe tener el diámetro necesario para que pueda circular por el 150 % del gasto total - con una velocidad no mayor a 1.83 metros por segundo

$Q = 102.12$  lts/seg. Posteriormente se obtiene.

$$Q.S. = Q \times 1.5$$

$$Q.s. = 101.12 \times 1.5$$

$$Q.S. = 150.8$$
 lts/seg.

el diámetro del tubo es el siguiente :

$$d = \frac{(1.27 \times 150.8)^{0.5}}{1.83}$$

$$d = 0.3235$$
 mts.

Por lo que se usará una tubería de 300 milímetros Cédula 20, según tabla 1 .

#### 5.2.- CALCULO DE LAS CAIDAS DE PRESION EN EL SISTEMA

##### 5.2.1.- Caída de presión del hidrante 5 al 1 .

A) Caída de presión del hidrante 5 al 8

Q -Gasto de 47,31 lts/seg.

d -diámetro interior de la tubería 202,71 mm.

L -longitud del tubo 136 metros

W - peso específico del agua 998,32 kg/mt<sup>3</sup>

& -Viscosidad cinemática del agua  $1.007 \times 10^{-6}$   
mts<sup>2</sup>/ seg, a 20° C de tabla E .

g - 9.81 mts/seg.

La velocidad del agua en la tubería es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.04731}{(0.20272)^2} = 1.46 \text{ mts/seg.}$$

El número de Reynolds se obtiene de la siguiente ecuación :

$$Re = \frac{V \times d}{\nu}$$

$$Re = \frac{1.46 \times 0.20271}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 2.77 \times 10^5$$

Este valor nos indica que el flujo en la tubería es turbulento.

El valor de la rugosidad absoluta e, se obtiene según el material del tubo, e = 0.06 mm

La rugosidad relativa, es una relación entre la rugosidad absoluta y el diámetro del tubo.

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{202.7} = 0.0003$$

Con el número de Reynolds y la rugosidad relati-

va, se obtiene del Diagrama de Moody el factor de fricción.

$$f = 0.018$$

De la tabla D se obtiene la equivalencia de longitud en diámetro para codo de 90° .

$$L/D = 20$$

$$\text{Longitud Equivalente} = 20 \times D$$

$$\text{Longitud Equivalente} = 20 \times 0.20271 = 4.054 \text{ mts.}$$

La equivalencia de longitud en diámetro para Tees:

$$L/D = 20$$

$$\text{Longitud Equivalente} = 20 \times D$$

$$\text{Longitud Equivalente} = 3 \text{ Tees} \times 20 \times 0.20271$$

$$\text{Longitud Equivalente} = 12.162 \text{ mts.}$$

La longitud total es :

$$L = 136 + 4.054 + 12.162 = 152.216 \text{ mts.}$$

La caída de presión en la tubería en metros de columna de agua, se obtiene con la siguiente formula.

$$H = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 0.018 \times \frac{152.216 \times (1.46)^2}{0.20271 \times 2 \times 9.81}$$

$$H = 1.387 \text{ mts.}$$

La caída de presión es

$$dP = W \times H$$

$$dP = 998.32 \times 1.387 = 1384.6 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.13846 \text{ kg/cm}^2$$

B) Caída de presión del hidrante 8 al 1 .

Para calcular ésto se cuenta con los siguientes datos :

$$Q = 47.31 \text{ lts/seg}$$

$$d = 254.5 \text{ mm}$$

$$L = 36 \text{ mts}$$

La velocidad del agua en la tubería es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.04731}{(0.2545)^2}$$

$$V = 0.9276 \text{ mts/seg}$$

El número de Reynolds :

$$Re = \frac{0.9276 \times 0.2545}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 2.34 \times 10^5$$

La rugosidad relativa

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{254.5} = 0.0003$$



Del diagrama de Moody el factor de fricción es :

$$f = 0.018$$

La caída de presión en la tubería :

$$H = 0.018 \times \frac{36}{0.2545} \times \frac{(0.9276)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 0.1054 \text{ mts.}$$

$$dP = 998.32 \times 0.1054 = 105.28 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.01053 \text{ kg/cm}^2$$

C) Caída de presión en el hidrante

Para el caso de los hidrantes se tiene un gasto de 15.77 litros por segundo, en cada una de las dos tomas para manguera, por lo que el gasto requerido es de -- 31.54 litros por segundo, circulando a través de una tubería de 100 milímetros de diámetro.

C.1) En base a la figura 9 se tiene :

$$Q = \text{Gasto del punto B al C} = 31.54 \text{ lts/seg}$$

$$d = 102.2 \text{ mm}$$

La velocidad del agua en la tubería es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.3154}{(0.1022)^2}$$

$$V = 3.835 \text{ mts/seg}$$

El número de Reynolds es :

$$Re = \frac{3.835 \times 0.1022}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 3.89 \times 10^5$$

La rugosidad relativa es :

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{102.2} = 0.00058$$

Del diagrama de Moody el factor de fricción es :

$$f = 0.018$$

La longitud del tubo de 102.2 milímetros de diámetro del punto B al C es de 1.463 metros, por lo que la caída de presión en ese tramo es :

$$H = 0.018 \times \frac{1.463}{0.1022} \times \frac{(3.835)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 0.1931 \text{ mts}$$

$$dP = 998.32 \times 0.1931 = 192.7 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.01927 \text{ kg/cm}^2$$

C.2) Cálculo de la caída de presión del punto C hasta la salida de las mangueras.

Q = Gasto que circula por la manguera

$$Q = 15.77 \text{ lts/seg}$$

$d$  = diámetro interior

$d = 62.7 \text{ mm}$

La velocidad del agua en la tubería es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.01577}{(0.0627)^2}$$

$V = 5.0944 \text{ mts/seg}$

El número de Reynolds es :

$$Re = \frac{5.0944 \times 0.0627}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$Re = 3.1720 \times 10^5$

La rugosidad relativa es :

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{62.70} = 0.000957$$

Del diagrama de Moody el factor de fricción es :

$f = 0.018$

Con la siguiente fórmula se obtiene la longitud equivalente :

$$\frac{L}{d} = \frac{K}{f}$$

donde  $K$  es una constante de forma

$K = 0.5$

$$L = \frac{K \times d}{f}$$

sustituyendo datos :

$$L = \frac{0.5 \times 0.0627}{0.018}$$

$$L = 1.741 \text{ mts}$$

La equivalencia de longitud en diámetro para válvula de compuerta.

$$L/D = 13$$

$$L = 13 \times D$$

$$L = 13 \times 0.0627 = 0.8151 \text{ mts}$$

La longitud del tubo a la válvula es 0.3048 mts

La longitud total es :

$$L = 1.741 + 0.8151 + 0.3048 = 2.8609 \text{ mts}$$

La caída de presión es :

$$H = 0.018 \times \frac{2.8609}{0.0627} \times \frac{(5.0944)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 1.06 \text{ mts}$$

$$dP = 998.32 \times 1.06 = 1058.21 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.1058 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con datos proporcionados por fabricantes la caída de presión en una manguera de 30 metros es

$$dP \text{ manguera} = 1.07 \text{ kg/cm}^2$$

La caída de presión en el hidrante es de :

$$dP \text{ hidrante} = dP \text{ B-C} + dP \text{ C-D} + dP \text{ mang.}$$

$$dP \text{ hidrante} = 0.01927 + 0.1058 + 1.07$$

$$dP \text{ hidrante} = 1.195 \text{ kg/cm}^2$$

D) Presión en el hidrante 1 .

La presión que se debe tener en la boquilla de la manguera contra incendio es de  $7 \text{ kg/cm}^2$ . Por lo tanto la presión en el hidrante 1 es la suma de las caídas de presión .

P hidrante 1 = Caída de presión de hidrante 5 al 8 + caída de presión de hidrante 8 al 1 + caída de presión en el hidrante + presión en la boquilla de la manguera.

$$P \text{ hidrante 1} = 0.1384 + 0.01053 + 1.195 + 7.0$$

$$P \text{ hidrante 1} = 8.3439 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 5.2.2.- CAIDA DE PRESION DE HIDRANTE 1 A MONITOR 3

A) Caída de presión debido a la tubería

$$Q = 63.08 \text{ litros por segundo}$$

$$d = 202.71 \text{ milímetros}$$

$$L = 86 \text{ metros}$$

La velocidad del agua en la tubería es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.06308}{(0.20271)^2}$$

$$V = 1.9496 \text{ mts/seg}$$

El número de Reynolds es :

$$Re = \frac{1.9496 \times 0.20271}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 3.92 \times 10^5$$

La rugosidad relativa

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{202.71} = 0.000296$$

Con el diagrama de Moody se encuentra el factor de fricción.

$$f = 0.0165$$

La longitud equivalente para codo de 90°

$$\text{Long. eq} = 1 \text{ codo } 90^\circ \times 20 \times 0.20271$$

$$\text{Long. eq} = 4.054 \text{ mts}$$

La longitud equivalente para Tees.

$$\text{Long. eq} = 2 \text{ Tees} \times 20 \times 0.20271$$

$$\text{Long. eq} = 8.108 \text{ mts}$$

La longitud total es :

$$L_{\text{total}} = 86 + 4.054 + 8.108$$

$$L \text{ total} = 98.163 \text{ mts}$$

La caída de presión en la tubería :

$$H = 0.0165 \times \frac{98.163}{0.2027} \times \frac{(1.9496)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 1.5479 \text{ mts}$$

$$dP = 998.32 \times 1.5479 = 1545.32 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.1545 \text{ kg/cm}^2$$

B) Caída de presión en el monitor.

En el caso del monitor se tiene en flujo de - 31.54 litros por segundo en la boquilla y 15.77 litros por segundo en cada una de las dos tomas para manguera del hidrante, por lo que el gasto total requerido es de 63.08 litros por segundo, circulando a través de una tubería de -- 152.4 milímetros de diámetro.

En base a la figura 10 se tiene :

$$Q = \text{Gasto del punto B al C} = 63.08 \text{ lts/s}$$

$$d = 154 \text{ milímetros}$$

La velocidad del agua en la tubería es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.06308}{(0.154)^2}$$

$$V = 3.375 \text{ mts/seg}$$

El número de Reynolds es :

$$Re = \frac{3.375 \times 0.154}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 5.16 \times 10^5$$

La rugosidad relativa es :

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{154} = 0.00039$$

Del diagrama de Moody el factor de fricción es :

$$f = 0.017$$

La longitud del tubo de 154 milímetros de diámetro del punto B al C es de 1.36 metros.

La caída de presión en este tramo es :

$$H = 0.017 \times \frac{1.36}{0.154} \times \frac{(3.375)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 0.087 \text{ mts}$$

$$dP = 998.32 \times 0.087 = 86 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.0086 \text{ kg/cm}^2$$

En el monitor se tiene un gasto de 31.54 litros por segundo y un diámetro interior de 102.2 milímetros.

La velocidad del agua en la tubería :

$$V = \frac{1.27 \times 0.03154}{(0.1022)^2}$$

$$V = 3.835 \text{ mts/seg}$$

El número de Reynolds es :

$$Re = \frac{3.835 \times 0.1022}{1.007 \times 10^{-6}}$$



$$Re = 3.9 \times 10^5$$

La rugosidad relativa :

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{102.2} = 0.00058$$

Del diagrama de Moody el factor de fricción es :

$$f = 0.0185$$

La equivalencia de longitud en diámetro para reducciones es de :

$$L/D = 30$$

$$L = 30 \times 0.1022 = 3.066 \text{ mts}$$

Para la válvula de compuerta

$$L/D = 13$$

$$L = 13 \times 0.1022 = 1.39 \text{ mts}$$

La longitud de la tubería hasta la entrada del monitor es de 2.0 metros

$$L \text{ total} = 2 + 3.066 + 1.39 = 6.4 \text{ mts}$$

Calculando la caída de presión :

$$H = 0.0185 \times \frac{6.4}{0.1022} \times \frac{(3.835)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 0.868 \text{ mts}$$

$$dP = 998.32 \times 0.868 = 866.5 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.08665 \text{ kg/cm}^2$$

En base a datos proporcionados por el fabricante la caída de presión en el monitor es de  $1.35 \text{ kg/cm}^2$

C) La caída de presión del punto B a la salida - del monitor es = Caída de presión B-C + caída de presión de C a la entrada al monitor + caída de presión en el monitor.

$$dP = 0.0086 + 0.0866 + 1.35$$

$$dP = 1.4452 \text{ kg/cm}^2$$

D) Presión en el hidrante 1

La presión que debe mantenerse en la boquilla - del monitor es de  $7.0 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que la presión en el hidrante 1 es la suma de las caídas de presión :

P hidrante 1 = Caída de presión en la tubería +  
caída de presión en el monitor +  
presión en la boquilla del moni -  
tor

$$P \text{ hidrante 1} = 0.1545 + 1.4452 + 7.0$$

$$P \text{ hidrante 1} = 8.5997 \text{ kg/cm}^2$$

5.3.- Cálculo del gasto de descarga de la bomba.

Para conocer la cantidad de agua que circula en esta tubería, se utiliza la siguiente fórmula :

$$Q_2 \text{ menor} = Q_1 \text{ mayor} \times \frac{P_1 \text{ mayor}}{P_2 \text{ menor}} \quad 0.5$$

$Q_1 \text{ mayor}$  = gasto para abastecer al monitor 3

$Q_2$  = gasto para abastecer al hidrante 5

$P_1 \text{ mayor}$  = caída de presión mayor debida al monitor 3

$P_2 \text{ menor}$  = caída de presión menor por el hidrante 5

$Q_1 \text{ mayor}$  = 63.08 litros por segundo

$Q_2$  = 31.54 litros por segundo

$P_1 \text{ mayor}$  = 8.5997 kg/cm<sup>2</sup>

sustituyendo datos en la ecuación

$$Q_2 \text{ menor} = 63.08 \times \frac{8.5997}{8.3439} \quad 0.5$$

$Q_2 \text{ menor}$  = 63.90 lts/seg

donde

$P_2 \text{ menor}$  = 8.3439 kg/cm<sup>2</sup>

Por lo tanto :

$Q = Q_2 + Q_2 \text{ menor}$

$Q = 31.54 + 63.90$

$Q = 95.46 \text{ lts/seg}$

Este flujo es debido al abastecimiento a los hidrantes, por lo que el gasto total es la suma del proporcionado a las cámaras de espuma más el suministrado a los hidrantes.

$$Q = 95.46 + 6.35$$

$$Q = 101.81 \text{ lts/seg}$$

5.3.1.- Caída de presión de hidrante 1 a la descarga de la bomba.

$$L = \text{longitud del tubo} = 49 \text{ metros}$$

$$d = \text{diámetro de tubo} = 254.5 \text{ milímetros}$$

$$Q = \text{gasto} = 95.46 \text{ lts/seg}$$

La velocidad del agua es :

$$V = \frac{1.27 \times 0.09546}{(0.2545)^2}$$

$$V = 1.87 \text{ mts/seg}$$

El número de Reynolds es :

$$Re = \frac{1.87 \times 0.2545}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 4.73 \times 10^5$$

La rugosidad relativa :

$$\frac{e}{d} = \frac{0.06}{254.4} = 0.00023$$

Del diagrama de Moody el factor de fricción

$$f = 0.0158$$

La longitud equivalente para codo de 90° y para

Tees

$$L = 2 \times D \times 20$$

$$L = 2 \times 0.2545 \times 20 = 10.18 \text{ mts}$$

La longitud total es :

$$L = 49 + 10.18 = 59.18 \text{ mts}$$

Calculando la caída de presión :

$$H = 0.0158 \times \frac{59.18}{0.2545} \times \frac{(1.8717)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 0.656 \text{ mts}$$

$$dP = 998.32 \times 0.656 = 654.91 \text{ kg/m}^2$$

$$dP = 0.0654 \text{ kg/cm}^2$$

### 5.3.2.- Presión en la descarga de la bomba.

La presión que se debe tener en la descarga de la bomba es igual a, presión mayor en el hidrante 1 mas, la caída de presión de hidrante 1 a la descarga de la bomba.

$$P = 8.5997 + 0.06545$$

$$P = 8.6652 \text{ kg/cm}^2$$

La presión en metros de columna de agua :

$$H = \frac{P}{W}$$

$$H = \frac{86652 \text{ kg/m}^2}{998.32 \text{ kg/m}^3}$$

$$H = 86.79 \text{ metros c.a.}$$

### 5.3.3.- CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR

Q = Gasto suministrado por la bomba

Q = 101.81 litros/seg

P = Presión en la descarga de la bomba

P = 8.6652 kg/cm<sup>2</sup>

W = Peso específico del agua

W = 998.32 kg/m<sup>3</sup>

H = Altura en metros de columna de agua

n = Eficiencia del motor de gráfica es de

77 %

La ecuación a utilizar es :

$$\text{Potencia} = \frac{W \times Q \times H}{n}$$

$$\text{pero } P = W \times H$$

$$\text{Potencia} = \frac{P \times Q}{n}$$

$$\text{Potencia} = \frac{86652 \text{ kg/m}^2 \times 0.10181 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.77}$$

$$\text{Potencia} = 11457.195 \text{ kgf-m/seg}$$

$$\text{HP} = 745.7 \text{ watts}$$

$$1 \text{ kgf-m/seg} = 9.81 \text{ watts}$$

$$\text{Potencia} = \frac{9.81 \text{ watt} \times 11457.195 \text{ kgf-m/s}}{745.7 \text{ watt}}$$

$$\text{Potencia} = 150.72 \text{ HP}$$

#### 5.4.- CALCULO DEL SISTEMA DE PROTECCION DE ESPUMA PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

El sistema de protección de espuma, utilizado en los tanques, es el sistema de presión balanceada ( de diaframa ), para proveer de líquido espumante a las cámaras - de espuma, colocados en la parte superior del tanque de al macenamiento.

El equipo se determina en función del gasto requerido para cubrir el riesgo mayor, que en este caso, son los tanques de 795 000 litros.

Datos a considerar :

Capacidad de almacenamiento = 795 000 litros

Diámetro del tanque = 11.50 metros

Altura del tanque = 7.65 metros

Los datos siguientes se calcularon anteriormente

Area a proteger = 103.87 mts cuadrados

Gasto de solución de espuma = 6.55 lt/seg

Gasto de líquido proteico = 0.19 lt/seg

#### 5.4.1.- Selección del tipo de proporcionador

La tabla E se utiliza para determinar el modelo de proporcionador en base al rango de solución de espuma , que debe de llevar el sistema de presión balanceada.

Como el gasto de solución de espuma, calculado es de 6.55 lt/seg, se utilizará un proporcionador de líquido espumante modelo RF-20 que trabaja con un rango 2.51 a 12.61 lt/seg.

#### 5.4.2.- SELECCION DEL TIPO DE CAMARA DE ESPUMA

De acuerdo con los datos de fig. 9, tomados del standard número 11 del NFPA, tomando en cuenta el diámetro del tanque de 11.5 metros y el gasto de solución de espuma de 6.55 lt/seg, se recomienda una cámara tipo MCS - 17 que trabaja con un intervalo de 6.06 a 9.6 lt/s y una presión de operación de  $3.03 \text{ kg/cm}^2$ .

Por lo que se selecciona una cámara modelo MCS - 17 para colocarla sobre los tanques de almacenamiento de turbosina.

Para los tanques de almacenamiento de menor capacidad, o sea el gas-avión, se selecciona una cámara modelo MCS-9.

#### 5.4.3.- SELECCION DEL TIPO Y NUMERO DE ROCIADORES

( Válvula de preacción Modelo D )



#### 5.4.1.- Selección del tipo de proporcionador

La tabla E se utiliza para determinar el modelo de proporcionador en base al rango de solución de espuma , que debe de llevar el sistema de presión balanceada.

Como el gasto de solución de espuma, calculado es de 6.55 lt/seg, se utilizará un proporcionador de líquido espumante modelo RF-20 que trabaja con un rango 2.51 a 12.61 lt/seg.

#### 5.4.2.- SELECCION DEL TIPO DE CAMARA DE ESPUMA

De acuerdo con los datos de fig. 9, tomados del standard número 11 del NFPA, tomando en cuenta el diámetro del tanque de 11.5 metros y el gasto de solución de espuma de 6.55 lt/seg, se recomienda una cámara tipo MCS - 17 que trabaja con un intervalo de 6.06 a 9.6 lt/s y una presión de operación de  $3.03 \text{ kg/cm}^2$ .

Por lo que se selecciona una cámara modelo MCS - 17 para colocarla sobre los tanques de almacenamiento de turbosina.

Para los tanques de almacenamiento de menor capacidad, o sea el gas-avión, se selecciona una cámara modelo MCS-9.

#### 5.4.3.- SELECCION DEL TIPO Y NUMERO DE ROCIADORES

( Válvula de preacción Modelo D )

Para la selección del tipo de rociador se considera el punto de inflamación del líquido combustible almacenado que es gas-avión - 46 °C y la turbosina 35 ° C , por lo que se utiliza un tipo de rociador de bulbo de vidrio standard color naranja. Ver fig. 3

El número de rociadores utilizados para combatir un incendio en tanques de almacenamiento, se obtiene dividiendo el área a proteger del tanque entre el área que cubre el rociador.

Para los tanques de mayor capacidad el área a -- proteger es de 103.6 metros cuadrados.

De datos de fabricante el área que cubre cada rociador es de 12 metros cuadrados.

Por lo tanto , el número de rociadores por cada tanque es de 9 .

#### 5.4.4.- SELECCION DEL TANQUE DOSIFICADOR DE ESPUMA

La capacidad del tanque dosificador de agua ligera AFFF/ATC se determina con el gasto requerido para el riesgo mayor y un tiempo de duración tomado del NFPA. que depende de combustible almacenado.

Gasto de AFFF/ATC es de 0.19 lt/seg.

Tiempo es de 55 minutos

Capacidad = Gasto x Tiempo

Cap = 0.19 lt/seg x 60 seg/min x 55 min

Cap = 627 litros

Cap = 627 litros x 1 galón / 3.785 litros

Capacidad = 160 galones

De tablas proporcionadas por el fabricante la capacidad de tanque Arrow de almacenamiento de AFFF/ATC es de 200 Galones.

C A P I T U L O VI

ASPECTOS

ECONOMICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

" Unidad Academica ARAGON "

I N G E N I E R I A

San Juan de Aragón, Méx., julio 23 de 1986.

AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES

Oficinas Generales del Aeropuerto Internacional  
de la Ciudad de México.

México, D.F.

Cotización Comercial

Exp. No. 860807

AT'N : ARQ.FRANCISCO MARTINEZ CALDERON

Gerente de Proyectos

Muy señores nuestros :

En atención a su amable solicitud, nos permitimos cotizar el siguiente plano del Sistema Contra Incendios Automático en Tanques de Almacena



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

" Unidad Academica ARAGON "

I N G E N I E R I A

San Juan de Aragón, Méx., julio 23 de 1986.

AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES

Oficinas Generales del Aeropuerto Internacional  
de la Ciudad de México.

México, D.F.

Cotización Técnica

Exp. No. 860807

AT'N : ARQ.FRANCISCO MARTINEZ CALDERON

Gerente de Proyectos

Muy señores nuestros :

En atención a su amable solicitud nos permitimos  
presentarles a su consideración lo siguiente ,  
en respuesta a su solicitud de la cotización del  
Sistema Contra Incendios Automático en Tanques  
de Almacenamiento de Combustible para Aviación,  
para el Aeropuerto Internacional de Guadalajara,  
Jal. según plano anexo.

**Materiales :**

Todos los materiales serán según especificaciones indicadas en la tabla No. 1 y lista de materiales.

**Prueba Hidrostática :**

Toda la tubería será probada hidrostáticamente como se indica en el N.F.P.A.

**Exámenes :**

Todas las soldaduras serán inspeccionadas como lo marca el A.S.M.E. sección V y IX .

**Notas :**

- 1) Todas las tuberías enterradas serán protegidas contra corrosión y las áreas serán pintadas de rojo bermellón.
- 2) Cualquier obra civil requerida para la instalación no está contemplada en esta cotización y será realizada por otros.
- 3) Se necesitará contactos de fuerza para alimentar a las máquinas soldadoras de 220 y 440 V.
- 4) La instalación eléctrica para alimentar a la



casa de bombas, no se contempla en el alcance  
de esta cotización .

5) Se anexa programa de obra propuesto.

A T E N T A M E N T E



Ing. José Luis Ocampo Soria



Ing. Ricardo A. Rico A.



U. N. A. M.

LISTA DE MATERIALES

PARA: AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES

EN: AEROPUERTO INTERNACIONAL DE GUADALAJARA, JAL.

DESCRIPCION: SISTEMA AUTOMATICO CONTRA INCENDIOS EN  
 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE  
 PARA AVIACION

FECHA: AGOSTO DE 1986

COTIZACION No.

CONTRATO No.

ESPECIFICACION	CANT.	UNID.	P. UNITARIO	P. TOTAL
Tubo, acero al <u>car</u> bón sin costura - ASTM-53 Gr. B. Ex- termos biselados. Cédula 40 Tramo de 6.40 metros.				
Diám. 300 mm.	64	metro	\$ 40 000.00	\$ 2 560 000.00
Diám. 250 mm.	230	metro	\$ 33 000.00	\$ 7 590 000.00
Diám. 200 mm.	563	metro	\$ 30 000.00	\$16 890 000.00
Diám. 150 mm.	6	metro	\$ 21 000.00	\$ 126 000.00

ESPECIFICACION	CANT.	UNID.	P.UNITARIO	P. TOTAL
Diám. 100 mm.	24	metro	\$ 17 000.00	\$ 408 000.00
Diám. 75 mm.	1024	metro	\$ 10 000.00	\$10 240 000.00
Diám. 13 mm.	1024	metro	\$ 2 000.00	\$ 2 048 000.00

Codo de acero forja-  
do para soldar ASTM  
A-234 Gr. WPB Ced 40

Diám. 200 mm.	2	Pza	\$ 27 000.00	\$ 54 000.00
---------------	---	-----	--------------	--------------

Tee de acero forjado  
para soldar ASTM A -  
234 Gr WPB Ced 40

Diám. 250 mm	3	Pza	\$ 30 000.00	\$ 90 000.00
--------------	---	-----	--------------	--------------

Brida Cuello solda-  
ble de 150 libras,  
cara plana, ASTM A-  
181 Gr I

Diám. 300 mm.	2	Pza	\$ 68 000.00	\$ 136 000.00
Diám. 250 mm.	8	Pza	\$ 51 000.00	\$ 408 000.00
Diám. 100 mm.	4	Pza	\$ 20 000.00	\$ 80 000.00
Diám. 75 mm.	30	Pza	\$ 12 775.00	\$ 383 250.00

Válvula de retención  
bridada de 150 libras

ESPECIFICACION	CANT.	UNID.	P. UNITARIO	P. TOTAL
cara plana, tapa atornillada ASTM-A216				
Diám. 250 mm.	2	Pza	\$ 713 300.00	\$1 426 600.00
Diám. 75 mm.	6	Pza	\$ 70 000.00	\$ 420 000.00
Diám. 50 mm.	1	Pza	\$ 50 000.00	\$ 50 000.00

Válvula de compuerta de 150 libras, cara plana, yugo con rosca exterior ASTM-A 216

Diám. 300 mm.	1	Pza	\$ 980 000.00	\$ 980 000.00
Diám. 250 mm.	2	Pza	\$ 790 000.00	\$1 580 000.00
Diám. 75 mm.	6	Pza	\$ 340 000.00	\$2 040 000.00
Diám. 63 mm.	26	Pza	\$ 300 000.00	\$7 800 000.00

Válvula de presión - tipo fusible, Modelo D, marca Automatic Sprinkler. Diám. 25 mm.

48	Pza	\$ 4 600.00	\$ 220 800.00
----	-----	-------------	---------------

Válvula Automática de Diluvio, Modelo D

ESPECIFICACION	CANT	UNID	P.UNITARIO	P. TOTAL
marca Automático Sprinkler. Diám. 63 mm.	66	Pza	\$ 522 000.00	\$ 3 132 000.00
Válvula Solenoide - marca Collignon Diám. 63 mm	6	Pza	\$ 100 000.00	\$ 600 000.00
Manguera para hidran te hecha con doble camisa de algodón o dacrón, recubierta de hule o cloruro de polivinilo con cuer- da NSHT. Long. 30 m. Diám. 63 mm.	6	Pza	\$ 200 000.00	\$ 1 200 000.00
Chiflón ajustable de bronce. Diám. 63 mm.	6	Pza	\$ 50 000.00	\$ 300 000.00
Chiflon ajustable de bronce. Diám 63 mm.	2	Pza	\$ 60 000.00	\$ 120 000.00
Cámara de espuma mo delo MS-17	4	Pza	\$ 75 000.00	\$ 300 000.00

ESPECIFICACION	CANT	UNID	P.UNITARIO	P. TOTAL
Cámara de espuma Mo- delo MS - 9	2	Pza	\$ 57 000.00	\$ 114 000.00
Tanque de presión ba lanceada, tipo hori- zontal, marca Arrow	1	Pza	\$ 600 000.00	\$ 600.000.00
Proporcionador de es puma, modelo RF-20 de 2.51 a 12.61 lts/s	1	Pza	\$ 65 000.00	\$ 65 000.00
Bomba tipo bipartida horizontal Mod. 61N-18A Tipo de servicio sistema contra inc. Líq. agua limpia. Gasto 100.8 lts/s RPM 1775	2	Pza	\$ 3 750 000.00	\$ 7 500 000.00
Motor Eléctrico Capacidad 250 H.P. A 1800 R.P.M. Estructura 5008 marca U.S. ó similar				

ESPECIFICACION	CANT	UNID	P. UNITARIO	P. TOTAL
tipo inducción aisla miento B volts 440 Fases 3 ciclos 60. Cojinetes de bolas, lubricación grasa	1	Pza	\$5 149 000.00	\$5 149 000.00
Motor Diesel, marca Rolls Royce, modelo C6T, aspiración tur- bocargada, velocidad 1500 a 1800 RPM Tipo Inyección Directa, 24 volts	1	Pza	\$12 200 000.00	\$12 200 000.00
Bomba tipo ANSI Modelo D-1000 Tipo de servicio Jockey .Líquido agua Gasto 3.05 lts/s vel. 3550 RPM	1	Pza	\$ 1 040 000.00	\$ 1 040 000.00
Motor Eléctrico capa cidad 15 H.P. Vel 3 600 RPM Marca U.S. tipo inducción				



ESPECIFICACION	CANT	UNID	P. UNITARIO	P. TOTAL
volts 220-440				
3 fases, 60 ciclos				
cojinetes de bolas	1	Pza	\$ 600 000.00	\$ 600 000.00
Interruptor de flui- do marca Square'D				
volts 110				
Diám. 25 mm.	6	Pza	\$ 95 000.00	\$ 570 000.00

## MEMORIA DE CALCULO

1.-	Costos directos		
	A)	Salario por 4 meses	\$ 11'947,933.00
	B)	Material y Equipo	\$ 66'655,000.00
	Total de Costos Directos		\$ 78'602,933.00
2.-	Cargo por Utilidad en porcentaje	30.00	
	Total por Utilidad		\$ 23'580,880.00
3.-	Cargo por Costo Indirectos en porcentaje	32.05	
	Total de Costos Indirectos		\$ 25'192,240.00
	<b>TOTAL DE COSTOS</b>		<b>\$ 127'376,050.00</b>




## SUELDO PARA PERSONAL DE OBRA

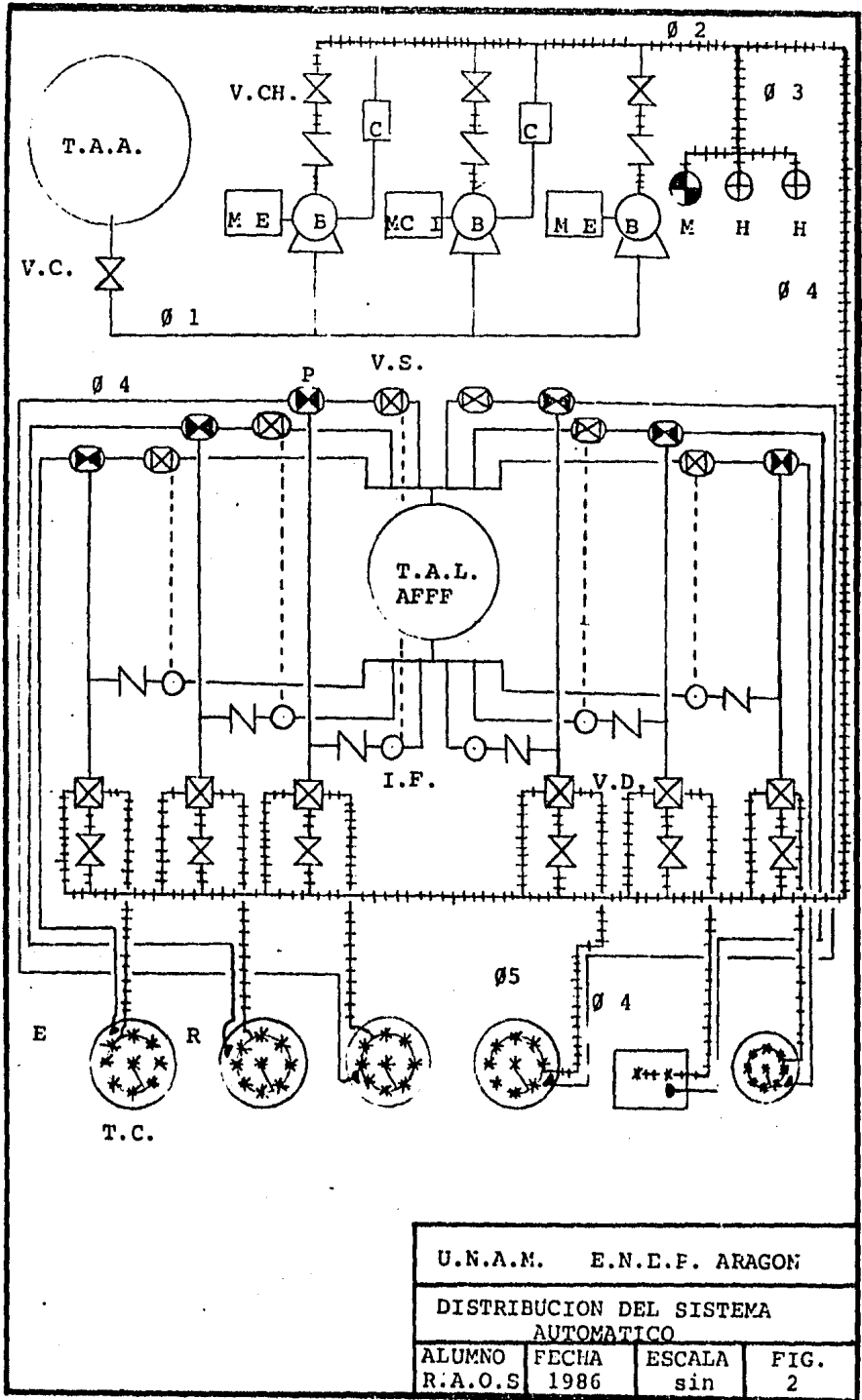
CATEGORIA	SUELDO BASE	SUELDO BASE INTEGRADO
Ingeniero de obra	\$ 192,000.00	\$ 304,996.95
Oficial	\$ 120,000.00	\$ 190,625.91
Soldador	\$ 95,400.00	\$ 151,974.00
Medio Oficial tubero	\$ 90,000.00	\$ 142,968.08
Ayudante	\$ 64,000.00	\$ 101,665.65

El trabajo se realizará en 4 meses por lo tanto el total se sueldo será :

CATEGORIA	SUELDO BASE INTEGRADO POR 4 MESES
1 Ingeniero	\$ 1'219,987.80
1 Oficial	\$ 762,503.64
5 Soldadores	\$ 3'039,480.00
5 Medios Oficiales	\$ 2'859,361.60
10 Ayudante	\$ 4'066,600.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 11'947,933.00</b>



- A,B,C,O.      Tanques para turbosina  
Capacidad 795 000 litros
- E.              Tanque para Gasavión 80/87  
Capacidad 82 000 litros
- E.              Tanque para Gasavión 100/130  
Capacidad 159 000 litros
- G.              Tanque de almacenamiento de agua
- H.              Dosificador de espuma
- I.              Casa de Bombas
-       Monitor con dos toma para manguera
-       Hidrante con dos tomas para manguera
-       Cámaras de espuma
- Ø 1             Tubería de 300 mm. de diámetro
- Ø 2             Tubería de 250 mm. de diámetro
- Ø 3             Tubería de 200 mm. de diámetro
- Ø                Tubería de 75 mm. de diámetro
- ⊥                Válvula de seccionamiento



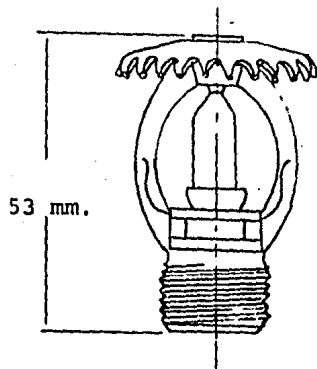
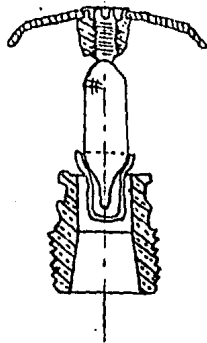
U.N.A.M. E.N.E.F. ARAGON

DISTRIBUCION DEL SISTEMA  
AUTOMATICO

ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
R:A.O.S	1986	sin	2

## S I M B O L O G I A

T.A.A.	Tanque de almacenamiento de agua
M.E.	Motor Eléctrico
M.C.I.	Motor de Combustión Interna
B.	Bomba
C.	Controles
M.	Monitor
H.	Hidrante
T.A.L.	Tanque de almacenamiento de líquido AFFF/ATC
T.C.	Tanque de combustible
E.	Cámaras de espuma
R.	Rociadores
I.F.	Interruptor de flujo
V.C.	Válvula de compuerta
V.CH.	Válvula check
V.S.	Válvula solenoide
V.D.	Válvula de Diluvio
P.	Proporcionador
Ø 1	Tubería de 300 mm de diámetro
Ø 2	Tubería de 250 mm de diámetro
Ø 3	Tubería de 200 mm de diámetro
Ø 4	Tubería de 75 mm de diámetro
Ø 5	Tubería de 13 mm de diámetro



Rango de temperatura

Temperatura

Ambiente Máxima

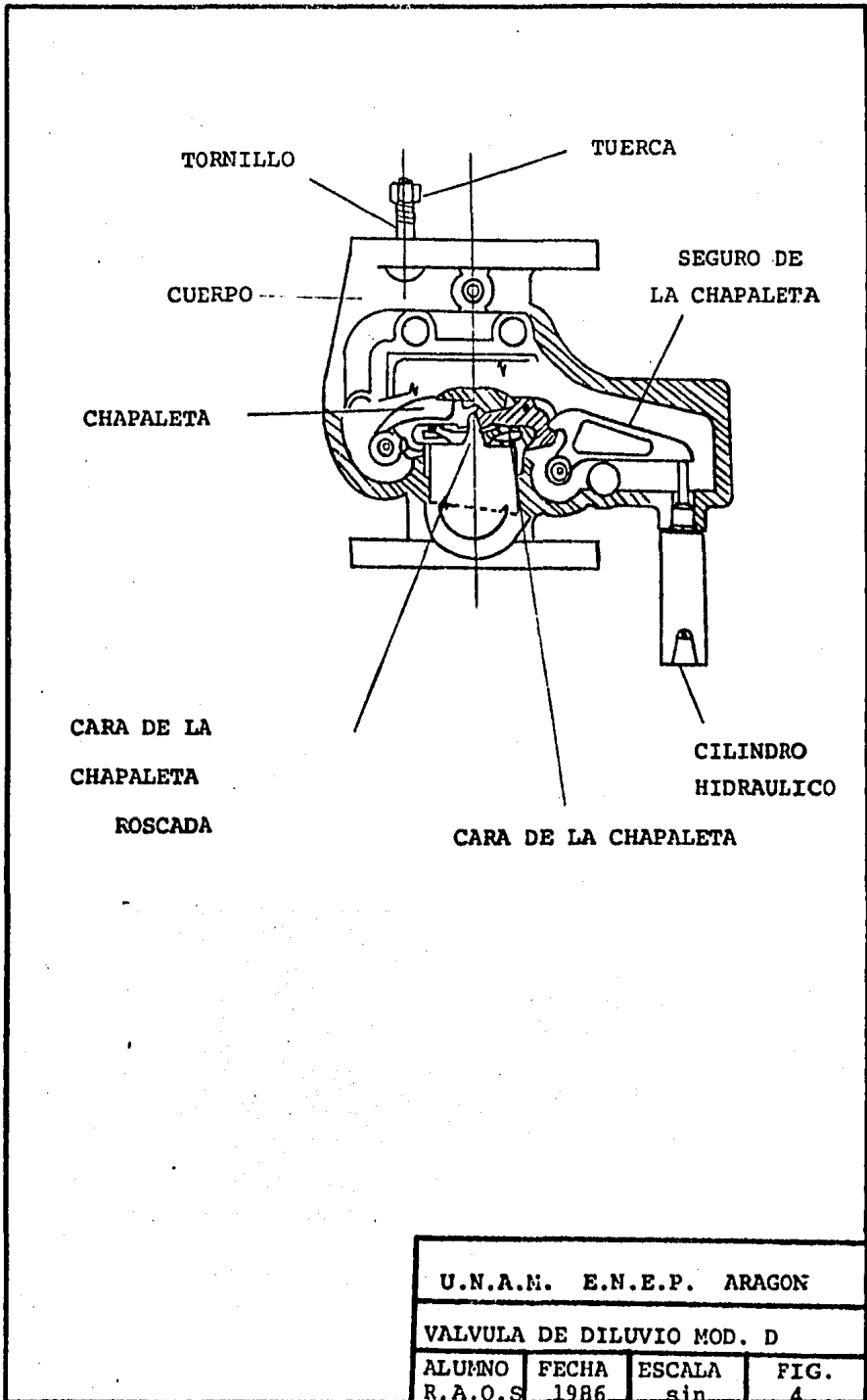
Bulbo Naranja	57°C	30°C
Bulbo Rojo	68°C	38°C
Bulbo Amarillo	79°C	66°C
Bulbo Verde	93°C	66°C
Bulbo Azul	141°C	107°C
Bulbo Purpura	182°C	149°C
Abierto	-	-

U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON

ROCIADORES DE BULBO DE  
VIDRIO STANDARD

ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
R.A.O.S	1986	sin	3

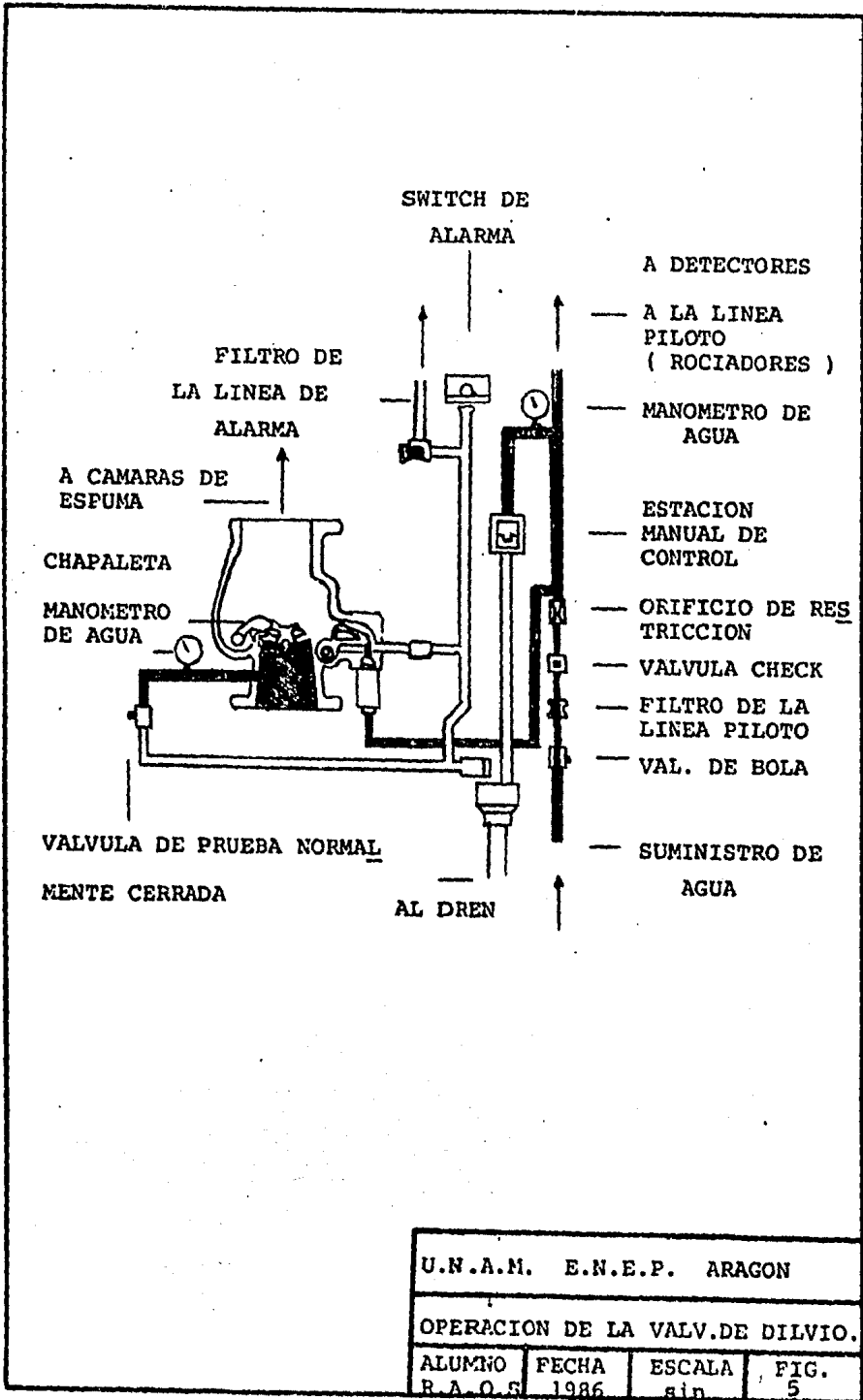




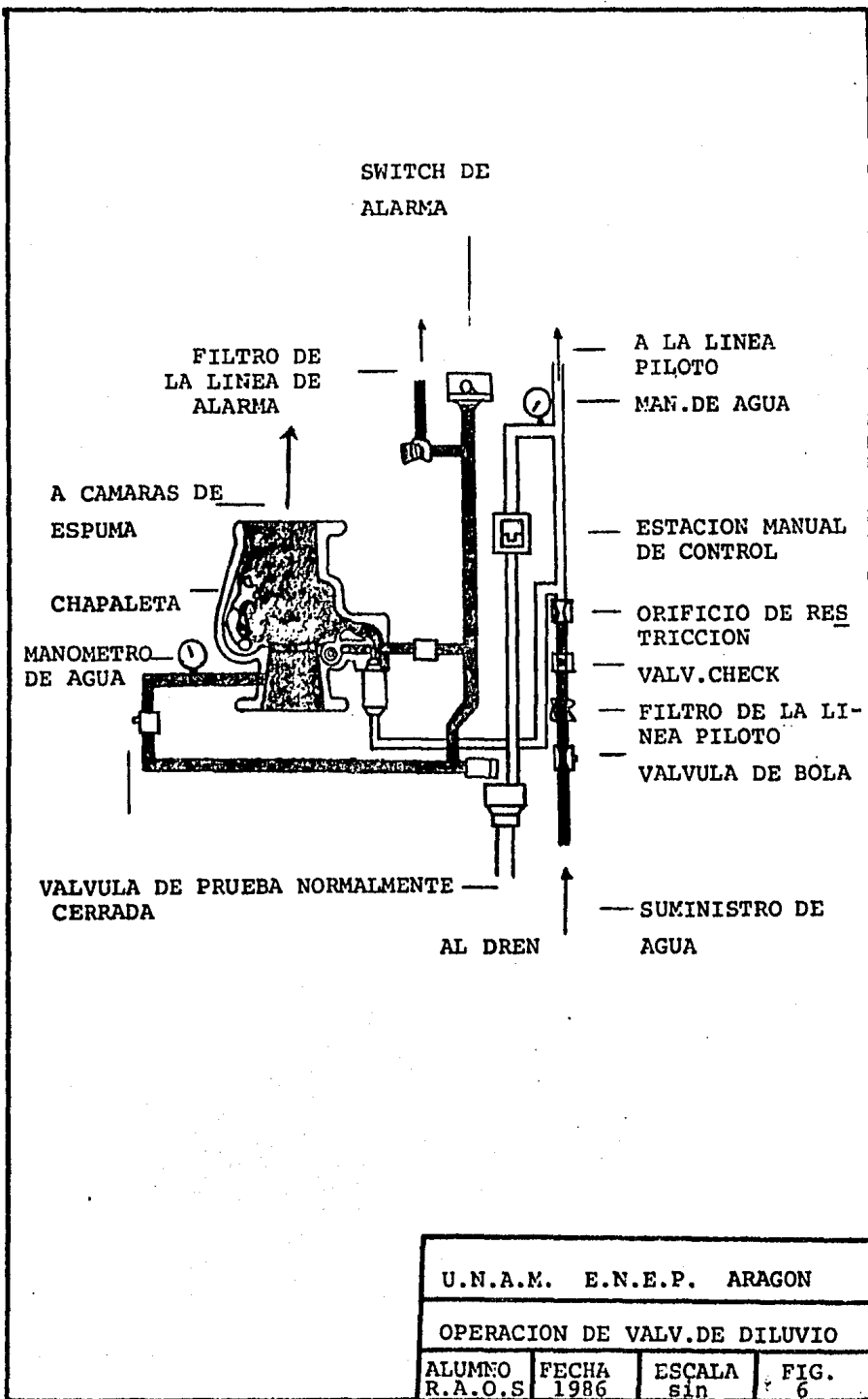
U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON

VALVULA DE DILUVIO MOD. D

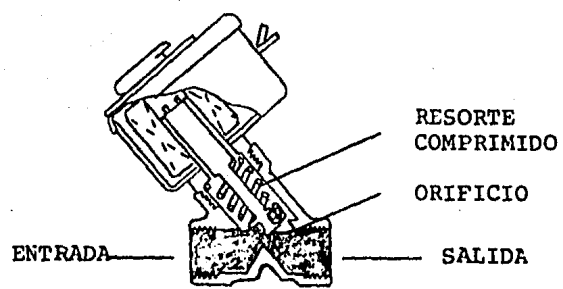
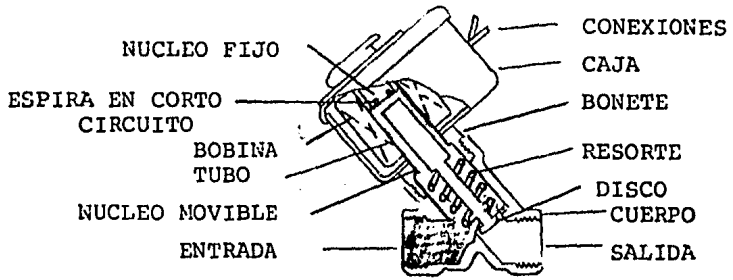
ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
R.A.O.S	1986	sin	4



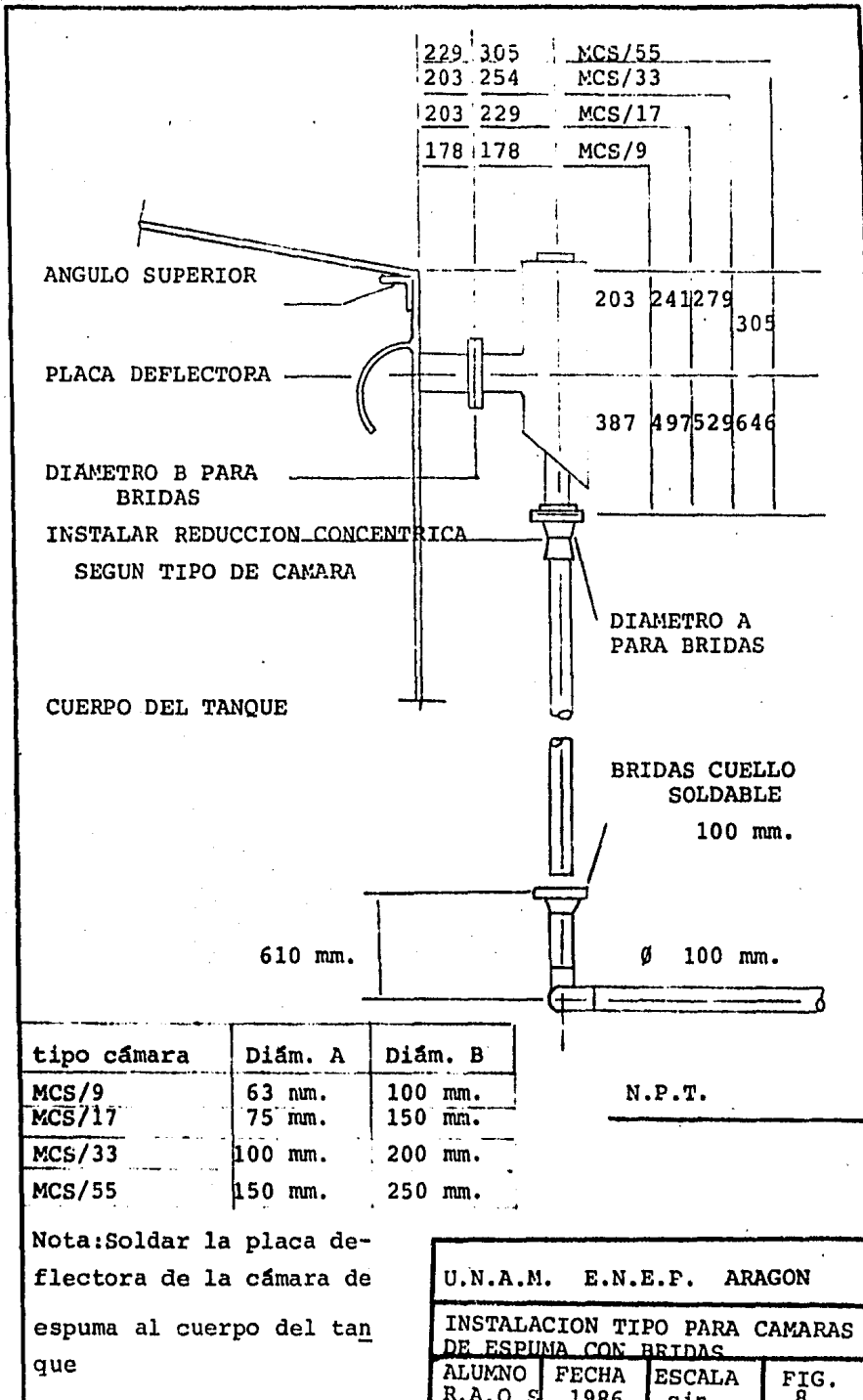
U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON			
OPERACION DE LA VALV.DE DILVIO.			
ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
R.A.O.S	1986	sin	5



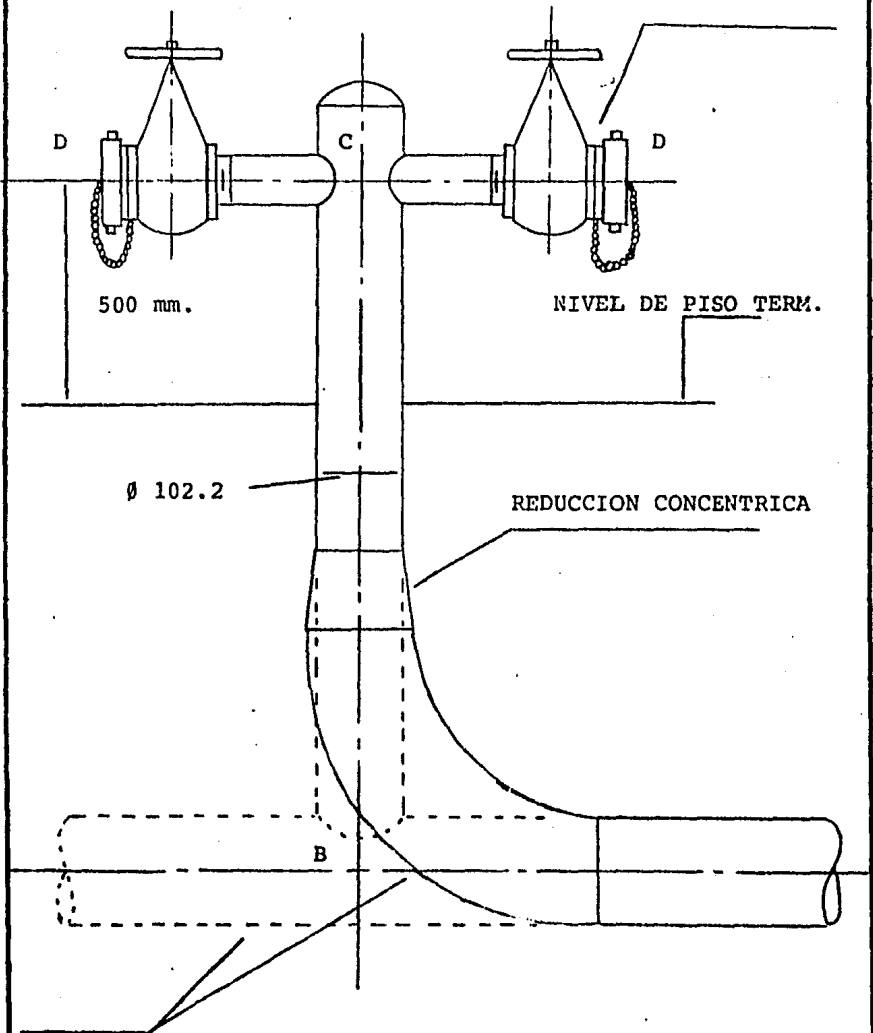
U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON			
OPERACION DE VALV. DE DILUVIO			
ALUMNO R.A.O.S	FECHA 1986	ESCALA sin	FIG. 6



U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON			
VALVULA SOLENOIDE			
ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
P.A.O.S	1986	sin	7



VALVULA DE COMPUERTA DE PASO COMPLETO CON EXTREMOS ROSCADOS

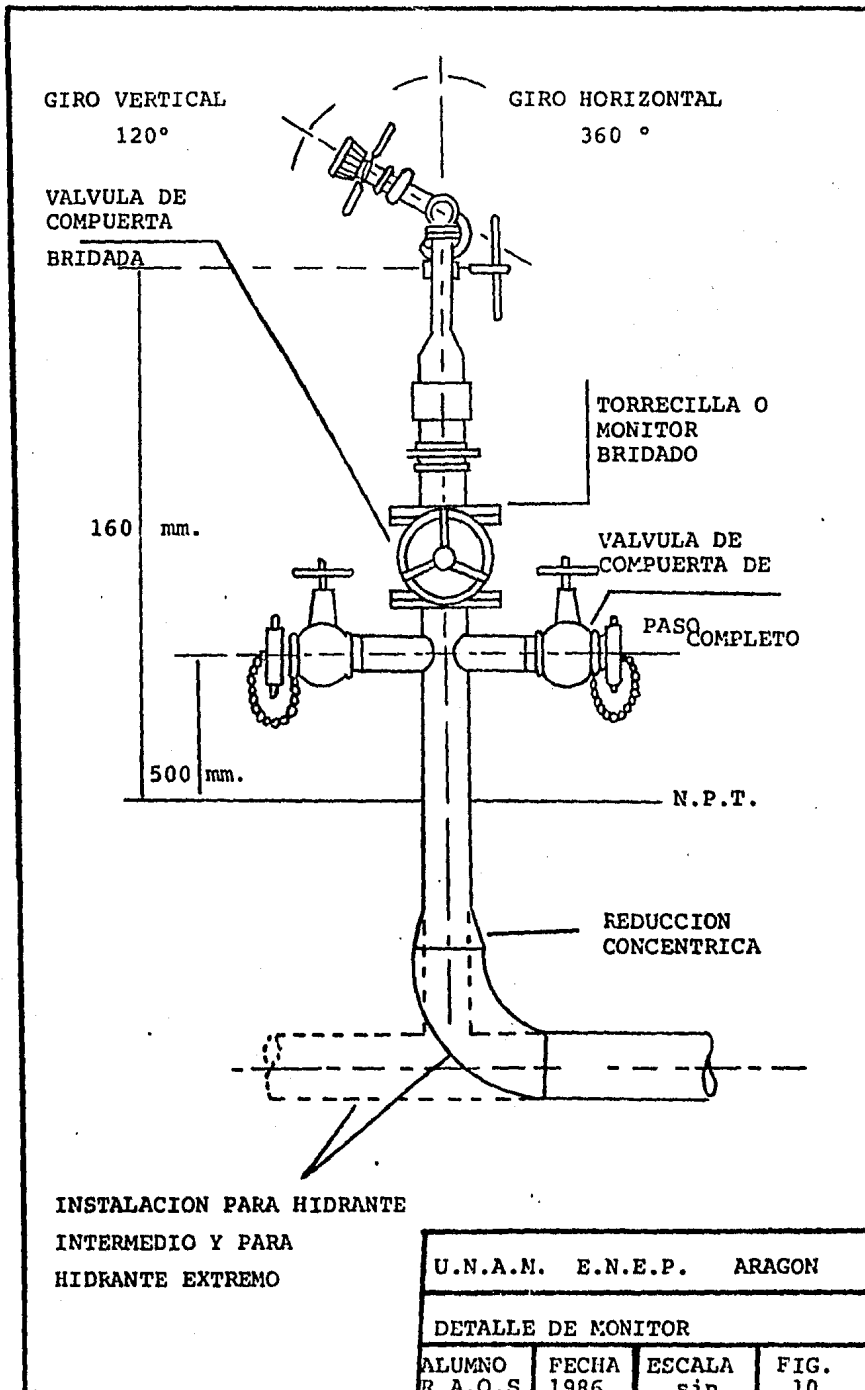


INSTALACION PARA HIDRANTE INTERMEDIO Y PARA HIDRANTE EXTREMO

U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON

DETALLE DE HIDRANTE CON DOS TOMAS

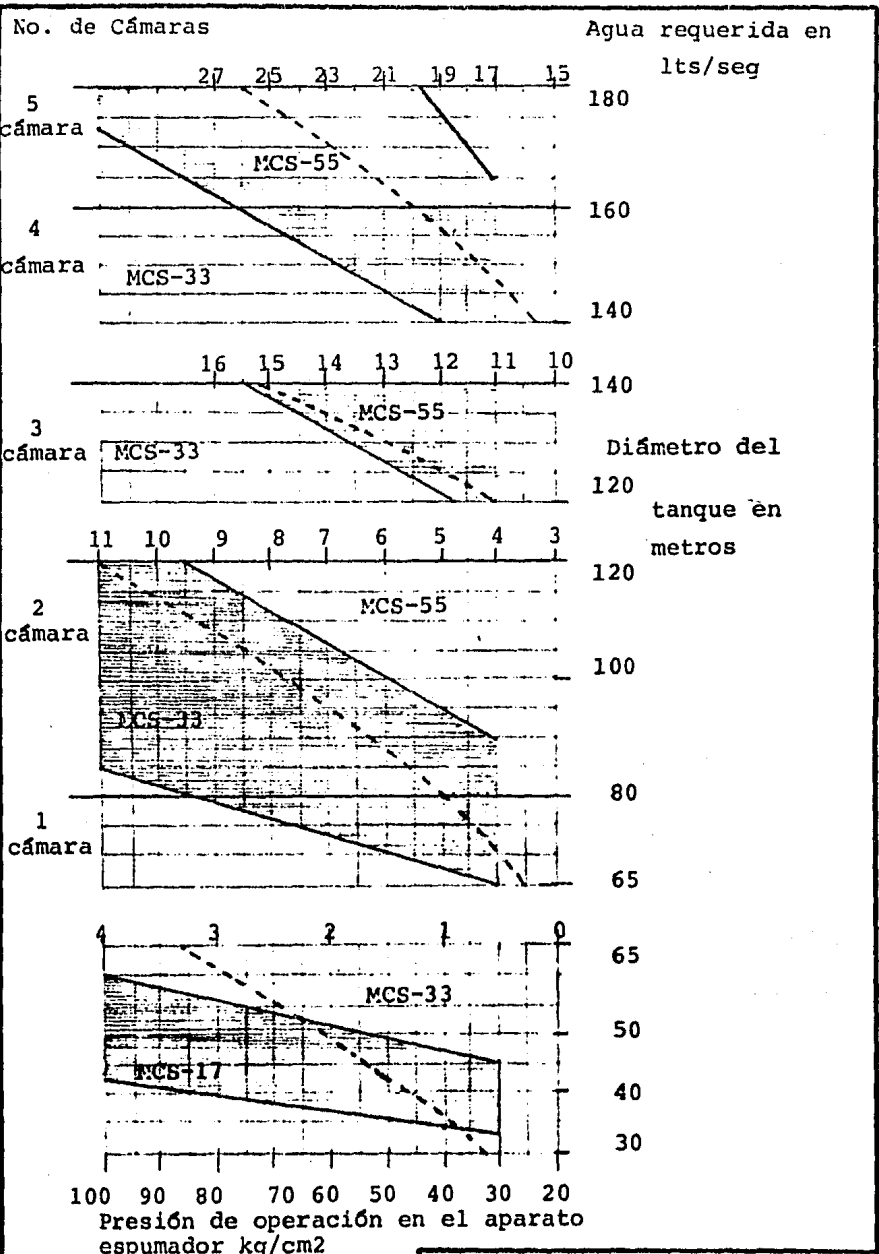
ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
R.A.O.S.	1986	sin	9



U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON

DETALLE DE MONITOR

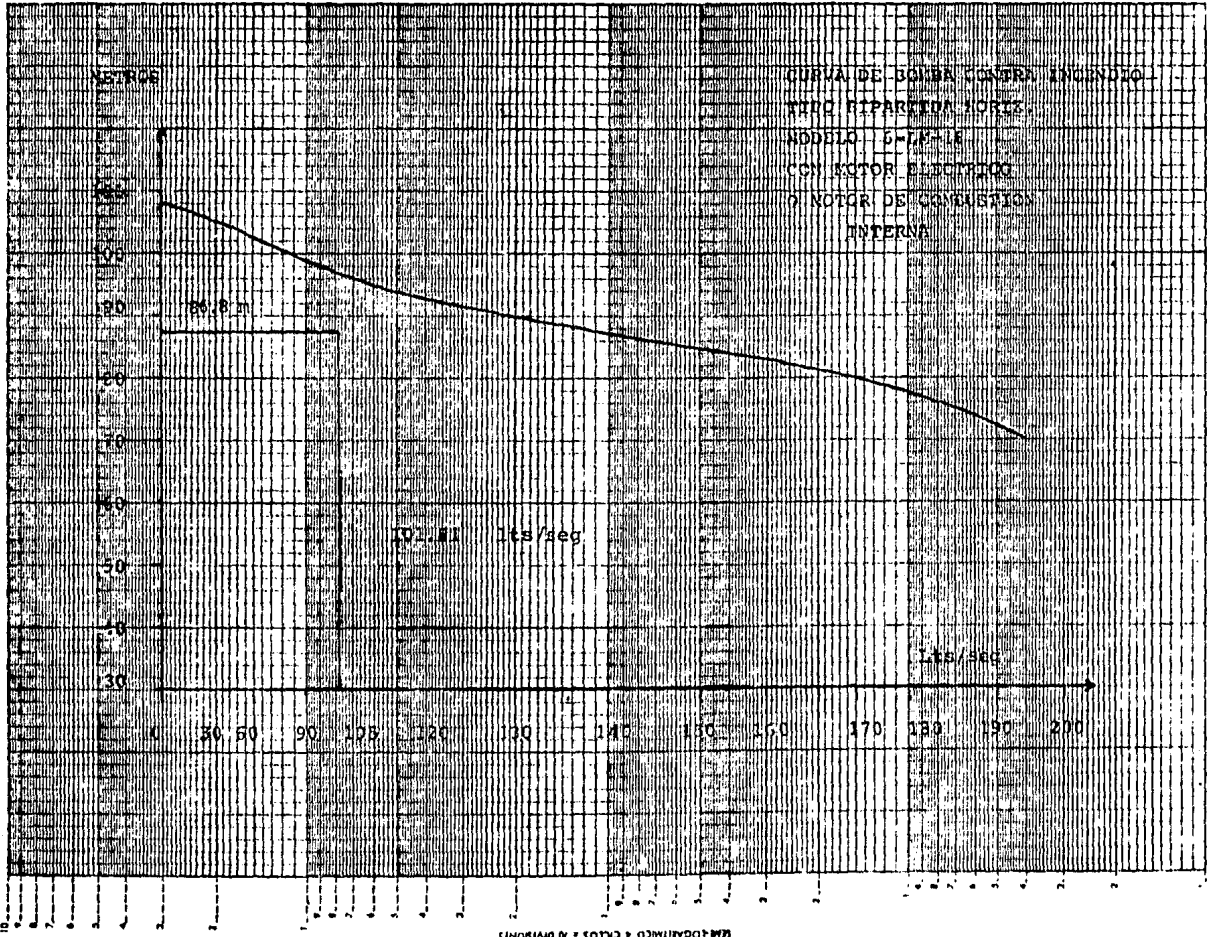
ALUMNO	FECHA	ESCALA	FIG.
R.A.O.S.	1986	sin	10



Diámetro por 0.3048  
 Presión por 0.07047  
 Agua requerida por 6.308

U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON			
CAMARAS DE ESPUMA			
ALUMNA	FECHA	ESCALA	FIG.
R.A.O.S	1986	sin	11





SEM-FOLIO 1000 - 4 CICLOS - 20 DIVISIONES

T A B L A A

DIAMETROS DE TUBERIA

EXTREMOS BISELADOS, SIN COSTURA, ASTM-A53 Gr.B

DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR	DIAMETRO INTERIOR	AREA TRANSVERSAL
mm.	mm.	mm.	mm.	mm <sup>2</sup>
13	21.336	2.768	15.798	196.128
19	26.670	2.870	20.929	343.870
25	33.401	3.378	26.644	557.419
32	42.164	3.556	35.052	964.514
39	48.260	3.683	40.894	1313.545
50	60.325	3.911	52.552	2164.511
65	73.025	5.156	62.712	3089.026
75	88.900	5.846	77.927	4769.668
90	101.600	5.740	90.119	6378.052
100	114.300	6.019	102.260	8212.886
125	141.300	6.553	128.193	12907.071
150	168.275	7.112	154.051	18639.318
200	219.075	8.178	202.717	32275.419
250	273.050	9.271	254.508	50874.092
300	323.850	10.312	303.225	72212.759
350	355.600	11.125	333.349	87277.092

T A B L A B

Modelo	Rango Nominal de la Solución Lt/seg
RF - 20	2.51 - 12.61
RF - 40	4.1 - 31.55
RF - 60	6.31 - 37.85
RF - 90	9.46 - 56.78
RF - 120	12.61 - 75.71
RF - 200	18.93 -126.18
RF - 250	25.23 -157.73
RF - 300	31.55 -189.26
RF - 400	41.02 -252.36



T A B L A    D

LONGITUD EQUIVALENTE REPRESENTATIVA DE DIAMETROS DE TUBERIA

( L/D ) Y DE VARIAS VALVULAS Y ACCESORIOS

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	LONGITUD EQUIVALENTE EN DIAMETRO L/ D
V. de Globo Para flujo perpen <u>d</u> icula <u>r</u> contra corriente	Sin obstruc <u>ci</u> ón en el piso tot. Ab. 340
	Con ala o - disco guia <u>d</u> o con pasa <u>d</u> or. Tot. Ab. 450
Diseño Y	Sin obstruc <u>ci</u> ón en el piso Tot. Ab. 175
	Con flujo a 60° de con <u>tra</u> corrien <u>te</u> de la lí <u>nea</u> de la <u>t</u> ubería Tot. Ab. 175
	Con flujo a 45° Tot. Ab. 145
V. de Angulo	Sin obstruc <u>ci</u> ón en el piso Tot. Ab. 145
	Con ala o - disco Tot. Ab. 200
V. de Com - puerta	Disco apretado Tot. Ab. 13
	Disco doble 3/4 Ab. 35
	Disco con bola 1/2 Ab. 160
	1/4 Ab. 900
V. de Reten <u>ci</u> ón	Columpio Convencional Tot. Ab. 135
	En la salida de bola Tot. Ab. 150
V. de Pie con filtro	De levantamiento tipo disco Tot. Ab. 420
	De disco y correa Tot. Ab. 75
V. de mariposa	Tot. Ab. 40

Coples	Continuamente recto. Tapón rectangular cerrado con área de parte igual al 100 % del área de la tubería	Tot. Ab.	18
	De tres vías. Tapón rectangular cerrado con área de parte igual al 80% del área de la tubería	Flujo Rec. F. por Div.	44 40
Codos	Angulo 90° standard		30
	Angulo 45° standard		16
	Angulo 90° radio largo		20
Tee	standard con flujo con contra corriente		20
	standard con flujo por medio de divisiones		50
Reducciones			30

T A B L A E

PROPIEDADES DEL AGUA

A DIFERENTES TEMPERATURAS Y A PRESION ATMOSFERICA

Tem °C	Cp $\frac{W}{kg \text{ } ^\circ C}$	K $\frac{W}{m \text{ } ^\circ C}$	$\mu$ $\frac{kg}{m \text{ s}} \times 10^4$	$\rho$ $\frac{kg}{m^3}$	$\alpha$ $\frac{m^2}{s} \times 10^{-6}$	Pr
0	4.309	0.583	17.859	1006.3	1.580	13.2
5	4.303	0.588	17.069	1004.3	1.520	12.6
10	4.297	0.593	16.279	1002.2	1.308	11.9
15	4.292	0.598	15.489	1000.2	1.142	11.4
20	4.286	0.603	14.699	998.32	1.007	10.76
25	4.280	0.609	13.909	996.2	0.897	10.15
30	4.275	0.612	13.119	994.1	0.804	9.54
35	4.269	0.619	12.329	992.1	0.727	8.93
40	4.263	0.624	11.539	990.1	0.661	8.32
50	4.252	0.635	9.959	986.6	0.556	7.10
55	4.246	0.640	9.169	984.0	0.528	6.49
60	4.240	0.645	8.379	982.0	0.501	5.88
65	4.235	0.650	7.589	980.0	0.473	5.27
70	4.229	0.655	6.789	978.0	0.446	4.66
75	4.224	0.661	6.009	976.0	0.418	4.05
80	4.218	0.666	5.219	973.0	0.391	3.44

Tem °C	Cp $\frac{W s}{kg \text{ } ^\circ C}$	K $\frac{W}{m \text{ } ^\circ C}$	$\mu$ $\frac{kg \times 10^4}{m s}$	$\rho$ $\frac{kg}{m^3}$	$\alpha$ $\frac{m^2}{s} \times 10^{-6}$	Pr
85	4.212	0.671	4.429	971.9	0.363	2.82
90	4.206	0.676	3.639	969.9	0.336	2.22

$\times 10^{-3}$



DATA SHEET



WORTHINGTON  
DE  
MEXICO, S. A.

INQUIRY No.  
REQN. No.  
QUOTATION No.  
DATE

FOR \_\_\_\_\_ UNIT \_\_\_\_\_ ITEM No. \_\_\_\_\_  
 SITE SISTEMA CONTRA TUBERIA MOTOR DRIVE \_\_\_\_\_ TURBINE DRIVE \_\_\_\_\_  
 SERVICE \_\_\_\_\_ PUMP SIZE & TYPE 6 LN-18" A / REPARACION NOMINATA NO. REQD. \_\_\_\_\_

OPERATING CONDITIONS

PERFORMANCE

LIQUID Agua Limpia US GPM @ P. T.—NORM. DES. 1800 PROPOSAL CURVE No. EQ-7996  
 DISOL. PRESS. PSIG. 140 NPSH REQ'D—(WATER) FT. 9.5  
 PUMP TEMP. °F. \_\_\_\_\_ SUCT. PRESS. PSIG. 0 No. OF STAGES 1 (Uno) RPM 1775  
 SP. GR. @ P. T. 1.0 DIFF. PRESS. PSI 140 DES. EFF. 78 % BHP 162.7  
 VAP. PRESS @ PT-PSIA \_\_\_\_\_ DIFF. HEAD FEET 323 MAX BHP DES. IMP. \_\_\_\_\_  
 VISC. @ P. T. 1.0 C.P. NPSH AVAIL @ P. T.—FEET \_\_\_\_\_ MAX HEAD DES. IMP. FT. 347  
 CORR./EROS. DUE TO \_\_\_\_\_ HYDRAULIC HP 130.5 MIN. CONTINUOUS GPM (BY MFR) 1200  
 ROTATION FACING COUPLING END RIGHT (Derecha)

CONSTRUCTION & MATERIALS

CASING—MOUNTING (CENTERLINE ) (FOOT ) (BRACKET ) (VERT. )  
 SPLIT (RADIAL ) (AXIAL )  
 TYPE (SINGLE VOLUTE ) (DOUBLE VOLUTE ) (DIFFUSER )  
 TAPPED COUPLERS (EVENTS ) (DRAINS ) (GAGE )  

NOZZLE	SIZE	RATING	FACING	POSITION
SUCTION	10"	125 #	F.F.	HORIZONTAL
DISCHARGE	6"	125 #	F.F.	HORIZONTAL

 IMPELLER DIA. DES. 12.75" MAX. 12.75" TYPE SR8000  
 BEARINGS RADIAL BOLAS THRUST BOLAS LUBE ASHTA  
 COUPLING FLANGES GUARD TIPO COND BASEPLATE TIPO COND  
 PACKING ASBESTO SR8000  
 MECH. SEAL \_\_\_\_\_ MFR. \_\_\_\_\_

MATERIAL CODE — CASING HIERRO FUNDIDO INTERNALS BRONCE

I — CAST IRON B — BRONZE S — STEEL C — 11-13% CHROME A — ALLOY H — HARDENED F — FACED X	INTERNALS CODE	I B S C X					SHOP TESTS	REQUIRED	WITNESS
		I	B	S	C	X			
	IMPELLER	I	B	S	C	X	RUNNING PERFORM.		
	INNER CASE PARTS	I	B	S	C	X	N.P.S.H.		
	SLEEVE (PACKED)	Ch	Ch	At	At	X			
	SLEEVE (SEAL)	C	C	C	C	X			
	WEAR PARTS	I	B	C	C	X	HYDROSTATIC		
	SHAFT	S	S	S	S	X	MAX. ALLOW W.P. <u>175</u> PSIG		

NET WT. PUMP 600 BASE 850  
 (Kg) MOTOR 1600 TURB.

MOTOR DRIVER By WORTHINGTON

TURBINE DRIVER By \_\_\_\_\_

ITEM No. \_\_\_\_\_ MTD. BY WORTH. ACTUAL IMPELLER DIA. \_\_\_\_\_  
 HP. 300 RPM. 1800 FRAME 800B CLASS \_\_\_\_\_  
 MFR. U.S. SIMILAR MFR. & TYPE \_\_\_\_\_  
 TYPE INDUCTION, INSUL. "0" INLET STEAM PSIG \_\_\_\_\_ TEMP. °F. \_\_\_\_\_  
 ENCL. F.C.C.V. TEMP. RISE °C 80 EXHAUST \_\_\_\_\_  
 VOLTS/PHASE/CYCLES 440/3/60 STEAM RATE - P. L. 41HP/HR  
 BEARINGS 2025 LUBE SR800 BEARINGS \_\_\_\_\_ LUBE \_\_\_\_\_  
 FULL LOAD AMPS \_\_\_\_\_ NOZZLE SIZE RATING FACING POSITION  
 INLET \_\_\_\_\_ EXHAUST \_\_\_\_\_

MFR. FINAL DATA (AS BUILT)

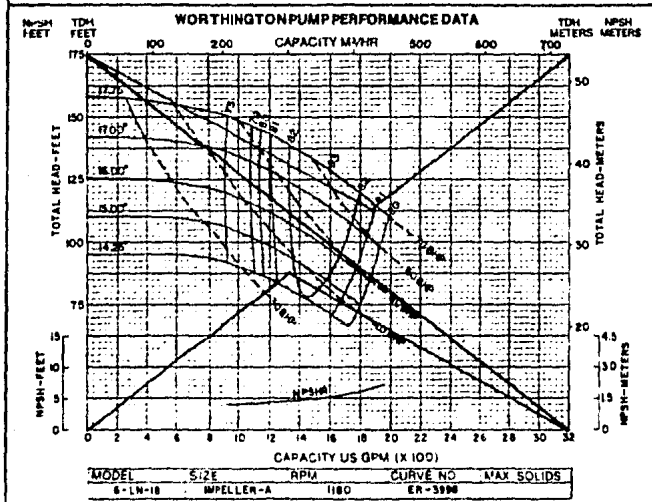
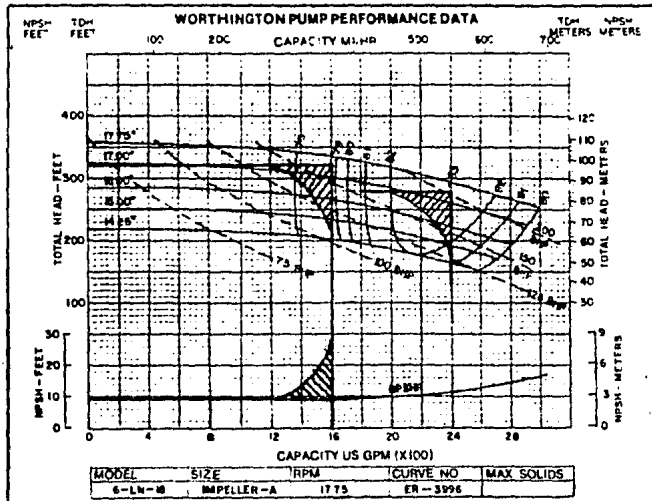
TEST CURVE No. \_\_\_\_\_  
 OUTLINE DWG. No. \_\_\_\_\_  
 PUMP SECT. DWG. No. \_\_\_\_\_  
 SEAL DIM. DWG. No. \_\_\_\_\_  
 PUMP SERIAL No. \_\_\_\_\_

2118-7 Page 6  
 June 1976  
 Type LN - LNH

New

Customer: \_\_\_\_\_ Worthington's D \_\_\_\_\_  
 Project: \_\_\_\_\_ Proposal Order No \_\_\_\_\_  
 Cust. Proposal Order No \_\_\_\_\_ Certified By \_\_\_\_\_  
 Customer Item No \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Liquid/Service \_\_\_\_\_ Sp. Gr. \_\_\_\_\_ Visc. \_\_\_\_\_ SSU  
 Capacity \_\_\_\_\_ Head \_\_\_\_\_ Temp. \_\_\_\_\_ °F/°C Consistency \_\_\_\_\_ %



DATA SHEET



WORTHINGTON  
DE  
MEXICO, S. A.

INQUIRY No.  
REQN. No.  
QUOTATION No.  
DATE

FOR .....  
SITE ..... UNIT ..... ITEM No. ....  
SERVICE JOCKEY MOTOR DRIVE ..... TURBINE DRIVE .....  
PUMP SIZE & TYPE 0-2X1X10 / 7100 RMS NO. REQ'D. ....

OPERATING CONDITIONS				PERFORMANCE			
LIQUID <u>Neve</u>	US GPM @ P. T.—NORM	DES	<u>50</u>	PROPOSAL CURVE No.	<u>0-15940</u>		
	DISCH. PRESS. PSIG.		<u>143</u>	NPSH REQ'D.—(WATER) FT.	<u>3.5</u>		
PUMP TEMP. °F.	SUCT. PRESS. PSIG.		<u>0</u>	No. OF STAGES	<u>15</u> RPM		
SP. GR. @ P. T.	DIFF. PRESS. PSI		<u>143</u>	DES. EFF.	<u>70%</u> BHP <u>13.88</u>		
VAP. PRESS @ PT-PSIA	DIFF. HEAD FEET		<u>330</u>	MAX BHP, DES. IMP.	<u>15</u>		
VISC @ P. T.—SSU	NPSH AVAIL @ P. T.—FEET		<u>4.12</u>	MAX HEAD DES. IMP. FT.	<u>340</u>		
CORR. EROS. DUE TO	HYDRAULIC HP			MIN. CONTINUOUS GPM (BY MFR)	<u>40</u>		
				ROTATION FACING COUPLING END	<u>C.W.</u>		

CONSTRUCTION & MATERIALS					
CASING—MOUNTING (CENTERLINE	(FOOT	(BRACKET	(VERT.		
SPLIT (RADIAL	(AXIAL				
TYPE (SINGLE VOLUTE	(DOUBLE VOLUTE	(DIFFUSER			
TAPPED COMPS.	(VENTS	(DRAINS	(GAGE		
NOZZLE	RATING	FACING	POSITION		
DIJECTION	<u>2"</u>	<u>125 #</u>	<u>F.F.</u>	<u>HORIZONTAL</u>	
DISCHARGE	<u>2"</u>	<u>125 #</u>	<u>F.F.</u>	<u>VERTICAL</u>	
IMPELLER DIA. DES.	<u>0.7"</u>	MAX.	<u>0.7"</u>	TYPE	<u>GERA-900</u>
BEARINGS	RADIAL	THRUST	<u>0.25"</u>	LUBE	<u>ALC-10</u>
COUPLING	<u>FLEX-EMT</u>	GUARD	<u>TIGR. RMP</u>	BASEPLATE	<u>BRNMG</u>
PACKING	<u>AL-05670</u>	<u>600-17-000</u>			
MECH. SEAL	MFR. ....				

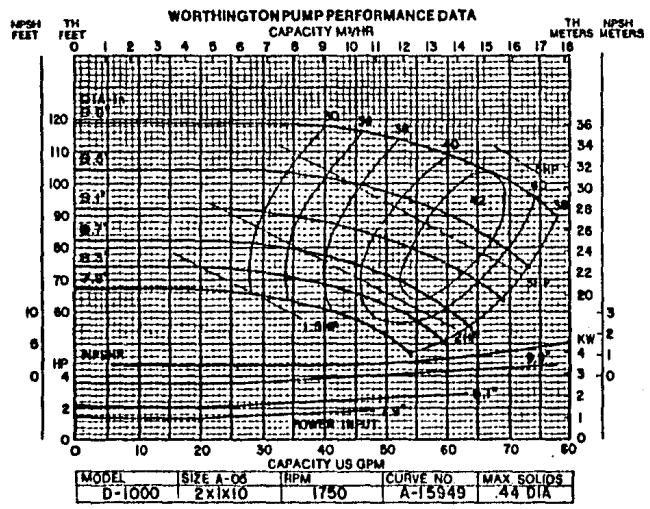
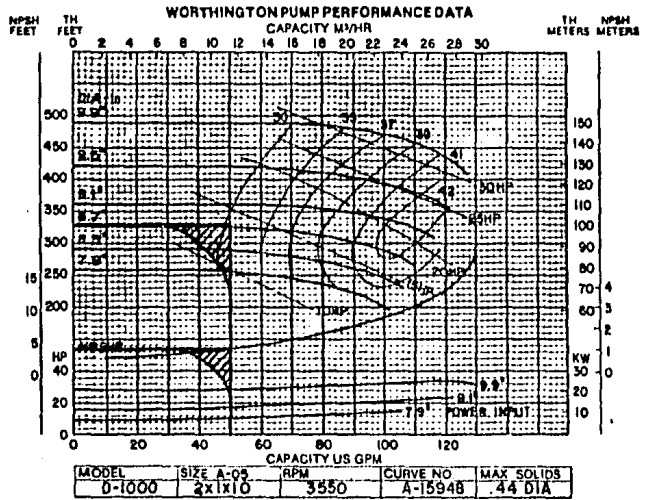
MATERIAL CODE — CASING <u>Hearno Fw1000</u> INTERNALS <u>Hearno Fw1000</u>						
I — CAST IRON	IMPELLER	I	B	S	C	X
B — BRONZE	INNER CASE PARTS	I	B	S	C	<u>Hearno Fw1000</u>
S — STEEL	SLEEVE (PACKED)	I	I	S	C	<u>Hearno Fw1000</u>
C — 11-13% CHROME	SLEEVE (SEAL)	Ch	Ch	AI	AI	<u>A.I. - 416</u>
A — ALLOY	WEAR PARTS	C	C	C	C	
H — HARDENED	SHAFT	I	B	C	C	<u>Hearno Fw1000</u>
F — FACED		S	S	S	S	<u>ALSI - 4140</u>
X						

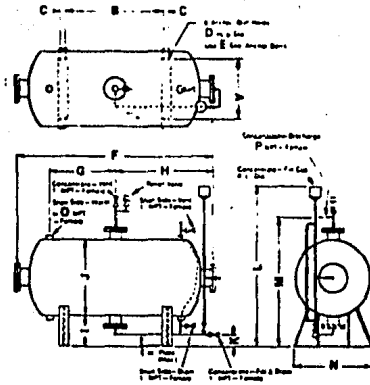
MOTOR DRIVER By		TURBINE DRIVER By		SHOP TESTS		REQUIRED	WITNESS
ITEM No.	MTD. BY	ITEM No.	MTD. BY	RUNNING PERF.			
HP. <u>15</u>	RPM. <u>3600</u>	HP.	R.P.M.	N.P.S.H.			
MFR. <u>U.S. 0</u>	CLASS.	MFR. & TYPE	CLASS				
TYPE <u>THROTTLED</u>	INLET	INLET STEAM PSIG	TEMP. °F.	HYDROSTATIC	<u>262</u>	PSIG	
ENCL. <u>F.S.S. V.</u>	TEMP. BISE °C	EXHAUST	TEMP. °F.	MAX. ALLOW. W.P.	<u>175</u>	PSIG	<u>70</u> °F
VOLTS/PHASE/CYCLES <u>220-440/3/60</u>		STEAM RATE - F. L.	± IMP/HR	NET WT. PUMP	<u>70</u>	BASE	<u>75</u>
BEARINGS <u>00-95</u>	LUBE <u>EPANA</u>	BEARINGS	LUBE	(Kg) MOTOR	<u>120</u>	TURB.	
FULL LOAD AMPS		NOZZLE	SIZE	MFR. FINAL DATA (AS BUILT)			
		INLET	RATING	ACTUAL IMPELLER DIA. ....			
		EXHAUST	FACING	TEST CURVE No. ....			
			POSITION	OUTLINE DWG. No. ....			
				PUMP SECT. DWG. No. ....			
				SEAL DIA. DWG. No. ....			
				PUMP SERIAL No. ....			

Customer No. \_\_\_\_\_      Working No. 5  
 Project \_\_\_\_\_      Project Director \_\_\_\_\_  
 Cust. Proposal/Order No. \_\_\_\_\_      Certified By \_\_\_\_\_  
 Customer Item No. \_\_\_\_\_      Date \_\_\_\_\_

Liquid Service LOCKE Sp. Gr. \_\_\_\_\_ V \_\_\_\_\_ 55  
 Capacity \_\_\_\_\_ Head \_\_\_\_\_ Temp. \_\_\_\_\_ °C Consistency \_\_\_\_\_

2013 8 Page 5  
 August 1978  
 Superseded  
 April 1973 Issue  
 2 x 1 x 10 D1000  
 60 CYC...  
 CLOSED IMPELLER

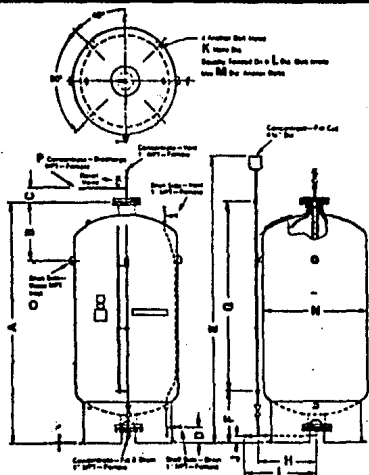




**CONCENTRATE CONTROL SYSTEMS TABULATED DIMENSION**

		CCS SIZE (GALLONS)															
		100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	1800	2000	
A	17"	24"	24"	26"	30"	30"	30"	34"	34"	34"	34"	44"	44"	44"	44"	44"	
B	21 1/2"	25 1/2"	26 1/2"	31 1/2"	31 1/2"	31 1/2"	35 1/2"	35 1/2"	35 1/2"	35 1/2"	45 1/2"	45 1/2"	45 1/2"	45 1/2"	45 1/2"	45 1/2"	
C	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	
D	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	
E	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	
F	7 1/2"	7 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"	
G	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	
H	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	25 1/2"	
I	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	
J	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	
K	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	
L	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	
M	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	6 1/2"	
N	20"	22"	22"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	
O	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	
P	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	

NOTE — ALL DIMENSIONS SHOWN ARE NOMINAL



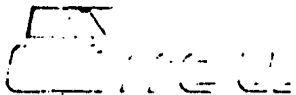
**CONCENTRATE CONTROL SYSTEMS TABULATED DIMENSION**

		CCS SIZE (GALLONS)															
		50	100	150	200	300	400	500	600	800	900	1000	1200	1500	1800	2000	
A	40"	77"	76"	87"	100"	100"	117"	116"	121"	130"	130"	140"	140"	142"	142"	142"	
B	16"	16"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	17"	
C	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	8 1/2"	
D	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	6"	
E	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	
F	8 1/2"	8 1/2"	14"	22"	20"	20"	45"	51"	50"	60"	62"	51"	71"				
G	40"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	77"	
H	14 1/2"	14 1/2"	17 1/2"	17 1/2"	20 1/2"	23 1/2"	23 1/2"	27"	27"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	
I	10 1/2"	10 1/2"	22 1/2"	22 1/2"	25"	28"	28"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	30"	
J	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	
K	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	
L	22 1/2"	22 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	27 1/2"	
M	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	
N	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	
O	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	
P	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	

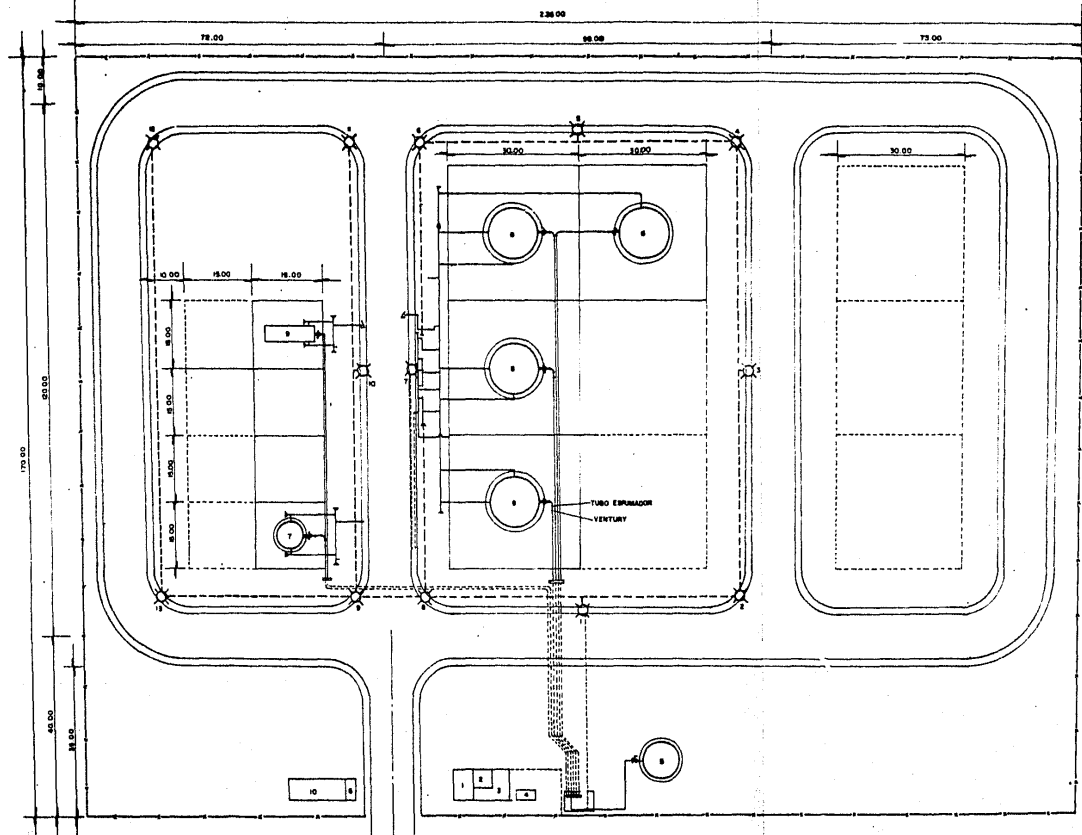
NOTE — ALL DIMENSIONS SHOWN ARE NOMINAL

**IMPORTANT NOTICE TO PURCHASER:** All statements, technical information and recommendations contained herein are based on information and tests we believe to be reliable. The accuracy or completeness thereof are not guaranteed. In accordance with Arrow's "Terms and Conditions of Sale" and

since conditions of use are outside our control, the purchaser should determine the suitability of the product for its intended use and assumes all risk and liability whatsoever in connection therewith.



**ARROW TANK & ENGINEERING COMPANY** • 8950 Evergreen Blvd., Minneapolis, MN 55433 • Phone: 612 / 786-9510



- 1- OROZCO
- 2- BOMBAS
- 3- TABLERO DE CONTROL, ELECTRICO.
- 4- SUBESTACION ELECTRICA.
- 5- TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
- 6- CASITA CONTROL DE VEHICULOS
- 7- TANQUE PARA GAS APTON 100/30 CAP. 100,000 IN
- 8- TANQUES PARA TURBOGAS.
- 9- TANQUE PARA GAS APTON 80/PT.
- 10 - TALLER Y BOQUERA.

<b>UNAM</b>	
<b>ENEP</b>	<b>ARAGON</b>
PLANO GENERAL DEL AREA DE COMBUSTIBLES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE GUADALAJARA JAL. MEXICO	
OCAMPO SORIA JOSE LUIS RICO BILCANTANA RICARDO A	FECHA JUNIO 1986 PLANO ESCALA SCE-1 1/500

## C O N C L U S I O N E S

El propósito del presente trabajo, es dar una información sobre un sistema eficiente para proteger contra posibles incendios a los tanques de almacenamiento de combustible para aviación, ya que estas zonas son consideradas como muy peligrosas, debido a que estos combustibles, turbosina y gasavión son altamente inflamables.

Como se puede observar, el sistema contra incendio propuesto tiene como ventajas principales, una mayor seguridad del personal que trabaja en esas zonas, y una mayor protección a las instalaciones, ya que se moderniza y automatiza la puesta en operación de los elementos del sistema, para que en poco tiempo se combata el incendio.

Otra ventaja que se puede mencionar, es el rápido mantenimiento a los componentes del sistema, debido a su sencilla fabricación .

Además, el equipo puede ser utilizado para posibles ampliaciones, conectando a la línea elementos de protección adicionales, pero sin exceder la capacidad del área de mayor riesgo a proteger, puesto que el sistema está calculado hidráulicamente.

Considerando los factores anteriores se tiene - la necesidad de utilizar los elementos y componentes comerciales, fabricados especialmente para sistemas contra incendio, atendiendo principalmente a la disminución de costos.

Por otro lado , se puede tomar de base para otro tipo de riesgo, cambiando los dispositivos de detección, el agente extintor dependiendo del combustible y el área a proteger, en algún caso particular.

En cuanto al aspecto económico, se realiza la cotización del proyecto para saber cual es el precio de la instalación, no tomandola como una comparación para justificar su colocación, ya que lo más importante es proteger las vidas humanas , ya que su precio es incalculable.



B I B L I O G R A F I A

- 1) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
  - Panfleto 10.-1981 Portable Fire Extinguishers
  - Panfleto 11.-1978 Foam Extinguishing Systems
  - Panfleto 14.-1980 Installation of Standpipe  
and Hose Systems
  - Panfleto 20.-1980 Installation of Centrifugal  
Fire Pumps.
  - Panfleto 325-M-1-1977 Flamable Liquids, Gases  
and Volatile Solids
  - Panfleto 72E-1978 Standard on Automatic Fire  
Detectors
  
- 2) PETROLEOS MEXICANOS
  - Norma de Sistemas para Agua de  
Servicio Contra - Incendio
  - No. 2.607.21
  - Ed. 1974
  
- 3) PETROLEOS MEXICANOS
  - Normas de Seguridad
  - Protección Contra Incendio en las Instalaciones  
de Proceso No. A.I. 1.

4) PETROLEOS MEXICANOS

Especificación para Protección de  
Tanques de Almacenamiento

No. GPEI-IS-3600

Agosto - 1983

5) FIRE PROTECTION MANUAL FOR HYDROCARBON  
PROCESSING PLANTS

BY CHARLES H. VERVALIN

Editorial Gulf Publishing Company, Book Division

Houston, Texas ; 1973

6) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

( A.S.T.M. )

Parte 1 Tomo I

-1981-

7) MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS

MATAIX CLAUDIO

Editorial Harla.-1980-.

8) FLOW OF FLUIDS THROUGH  
VALVES, FITTING, AND PIPE

BY the Engineering Division Crane

- 1970 -