



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

" DESCRIPCION DE UNA PLATAFORMA MARINA DE  
ENLACE Y CALCULO DEL SISTEMA DE PROTECCION  
CONTRA INCENDIO EN UN TANQUE RECEPTOR DE  
DRENAJES COMO EQUIPO REPRESENTATIVO DEL  
COMPLEJO AKAL-C, UBICADO EN LA  
SONDA CAMPECHE "

FALLA DE ORIGEN

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

FLORES RANGEL FRANCISCO SALVADOR

DIRECTOR DE TESIS :

ING. ARNULFO CHAVANDO RAMIREZ

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO.

1989



## **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.

## INDICE

|   | Pag. |
|---|------|
| Resumen   | 1    |
| Glosario  | 2    |
| Capítulo I  |      |
| 1.1 Antecedentes  | 6    |
| 1.2 Descripción de Plataformas  | 7    |
| Capítulo II   |      |
| 2.1 Clases de Fuego   | 10   |
| 2.2 Recomendaciones para Extinción de Fuego                                   | 12   |
| 2.21 Control de Ignición  | 13   |
| 2.22 Protección a la Explosión  | 14   |
| 2.3 Métodos de Extinción  | 16   |
| 2.4 Sistemas Fijos de Aspersión de Agua<br>Para la Protección Contra Incendio | 19   |
| 2.5 Sistemas Automáticos  | 22   |
| 2.6 Sistemas de Acción  | 33   |
| 2.7 Sistemas de Detección   | 35   |
| 2.71 Sistema Eléctrico  | 35   |
| 2.72 Sistema Neumático  | 36   |
| 2.73 Sistema Hidráulico   | 37   |
| 2.74 Sistema Electrónico  | 38   |

## Capítulo III

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.1    | Normas Códigos y Reglamentos                  | 41 |
| 3.1.1  | Cimentaciones y Estructuras de Acero          | 42 |
| 3.1.2  | Recipientes                                   | 42 |
| 3.1.3  | Tanques de Almacenamiento y Proceso           | 43 |
| 3.1.4  | Bombas y Compresoras                          | 44 |
| 3.1.5  | Instrumentación                               | 44 |
| 3.1.6  | Equipo de Seguridad y Protección Contra Fuego | 46 |
| 3.1.7  | Tuberías                                      | 46 |
| 3.1.8  | Equipo de Proceso                             | 47 |
| 3.1.9  | Turbinas                                      | 48 |
| 3.1.10 | Calentadores y Hornos                         | 49 |
| 3.1.11 | Cambiadores de Calor                          | 49 |
| 3.1.12 | Equipo de Operaciones Unitarias               | 50 |
| 3.2    | Normas de Sistemas de Agua Contra Incendio    | 52 |
| 3.2.1  | Bombas  | 54 |
| 3.2.2  | Alarmas                                       | 54 |
| 3.2.3  | Hidrantes                                     | 55 |
| 3.2.4  | Válvulas                                      | 56 |
| 3.2.5  | Diseño  | 56 |
| 3.2.6  | Condiciones de Diseño                         | 60 |
| 3.2.7  | Criterios de Diseño                           | 64 |
| 3.2.8  | Selecciones de Bombas                         | 66 |
| 3.2.9  | Criterios de Cálculo                          | 67 |

## Capítulo IV

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.1 | Datos Generales de Diseño                                   | 71 |
| 4.2 | Datos de Ubicación de la Plataforma en la Bahía de Campeche | 75 |
| 4.3 | Descripción del Proceso de la Plataforma de Enlace          | 79 |
| 4.4 | Servicios Auxiliares  | 84 |
| 4.5 | Flujos por Corriente  | 88 |

## Capítulo V

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 5.- | Introducción                            | 90  |
| 5.1 | Cálculo para la Protección de un Tanque | 105 |
| 5.2 | Cálculo del Hidrante de dos tomas       | 146 |
|     | Conclusiones                            | 156 |
|     | Bibliografía                            | 158 |

## RESUMEN

Este trabajo trata de la descripción de una plataforma marina de enlace, en el cual se da a conocer el sistema de operación de dicha plataforma marina, debido en parte a que dentro del programa de Ingeniería Química no se comprenden estudios enfocados hacia esta área.

Inicialmente se hace una introducción donde se describe el planteamiento de la idea del proyecto sonda de Campeche y la descripción de las Plataformas así como la descripción de operación de la Plataforma de Enlace.

Enseguida se mencionan las recomendaciones para la extinción del fuego, así como las diferentes métodos del mismo, las normas y códigos de seguridad que servirán de base para realizar nuestros cálculos.

Posteriormente como parte fundamental de la Tesis se realiza la descripción del proceso de la Plataforma de Enlace en donde se visualizarán, las partes que constituyen el sistema, haciendo hincapié en la zona en donde se ubica el equipo crítico representativo del complejo; en donde se calcularon la red de protección contra incendio y la presión de descarga del hidrante en dicha red.

Finalmente se establecen conclusiones referentes al trabajo desarrollado.

## GLOSARIO.

Alarma.- Dispositivo que señala la existencia de una condición anormal mediante un cambio discreto audible o visible o ambos, con el fin de llamar la atención.

Boquilla de aspersión de agua.- Es un dispositivo normalmente abierto para la descarga de agua, el que cuando se alimenta con agua a presión distribuye el agua con un patrón peculiar al dispositivo en particular.

Choque (impingement).- Es el golpe a la superficie protegida por las gotas de agua provenientes directamente de una boquilla de aspersión de agua.

Circuito de Instrumentación.- Es una combinación de uno o más instrumentos interconectados en un arreglo para medir y/o controlar una variable de proceso.

Control de ignición.- Es la aplicación de la aspersión de agua a equipos o áreas donde un fuego puede ocurrir para controlar la velocidad de la ignición y así limitar la emisión de un fuego.

Controlador.- Dispositivo cuya señal de salida puede ser variada para mantener una variable controlada en un valor específico o dentro de ciertos límites especificados o para alterar la variable de una manera específica.

Convertidor.- Dispositivo que recibe información en la forma de una señal de instrumento (corriente, voltaje, presión, etc.) altera la forma de la información y envía una señal de salida resultante. Un convertidor es una forma especial de relevador. Un convertidor se conoce también como un transductor, aunque transductor es un término completamente general y su uso no se recomienda específicamente para conversión de señal.

Densidad.- Es la relación aplicada de agua en un área o superficie en GPM (Galones por minuto) por cada pie cuadrado.

Elemento final de control.- Dispositivo que cambia directamente el valor de la variable manipulada de un circuito de control.

Elemento primario.- Parte de un circuito o de un instrumento que primeramente sensa, el valor de una variable de proceso, y que asume un estado o salida predeterminada o intelegible. El elemento puede estar separado o integrado con otro elemento funcional de un circuito. También se conoce al elemento primario como detector o sensor.

Equipo de detección automática.- Es el equipo que automáticamente detectará una o varias variables como calor, flama, humo, gases inflamables u otras condiciones capaces de producir fuego o una explosión y que producirán la actuación automática del equipo de alarma y protección.

Escuadría.- Equipo de integración para llevar a cabo la instalación de la plataforma, la escuadría consiste en una barcaza con grúa, equipo de perforación Driller, - cápsulas de instalación y Helicópteros.

Estación de control.- Estación manual de carga que también proporciona la transferencia entre los modos de - control automático y manual de un circuito de control.- se conoce también como estación auto-manual.

Error.- La cantidad de falla al especificar exactamente la magnitud de una variable de proceso o la discrepan- cia entre el valor real y el establecido de una varia- ble de proceso. Un error positivo denota que la indica- ción del instrumento es más grande que el valor real.

Función.- Propósito de acción realizada por un disposi- tivo.

Hidrante.- Son tomas en las cuales se conectan manguer- ras de agua contra incendio.

Instrumento.- Dispositivo usado directa o indirectamen- te para medir y/o controlar una variable. El término - incluye válvula s de control, válvulas de seguridad y - dispositivos eléctricos tales como anunciadores y boto- nes de paro.

Lanzador de diablo.- Dispositivo empleado para limpieza de las líneas de conducción de crudo.

Monitor.- Dispositivo provisto de una boquilla regulable que dirige un chorro compacto de agua en forma de neblina.

Tablero.- Una estructura que tiene un grupo de instrumentos montados en el y al cual se le da una designación individual. Puede consistir de una o más casillas secciones o paneles.

Montado en tablero.- Término aplicado a un instrumento que se encuentra atrás del tablero y que contiene los instrumentos que no es necesario que se encuentren -- accesibles al operador para su uso normal.

Plataforma petrolera marina.- Estructura metálica soportada por cuatro largueros los cuales se encuentran sumergidos hasta 112 mt. en la corriente marina y soportan la base piramidal de la estructura y la sub-estructura en la cual se ubican los equipos de proceso.

Proceso.- Cualquier operación o secuencia de operaciones que involucre un cambio de estado de energía de composición, de dimensión, o de otra propiedad que pueda definirse con respecto a un dato.

Tubería cargada.- Dispositivo de acción hidráulica o neumático, que al accionarse una señal de mando descarga el fluido contenido sobre el área afectada.

Variable.- Cualquier fenómeno que no es de estado estacionario, sino que involucra condiciones continuamente cambiantes.

## INTRODUCCION

### 1.1.- Antecedentes.

Cuando se concibió la idea del proyecto Sonda de Campeche, mismo que fué aprobado. Ya que se pretendía manejar un volumen de gas de 400 MMPCSD, (millones de pies cubicos estandart por día) mismos que llegarían a tierra a través de un gasoducto submarino el cual tiene su origen en la unidad de producción (Plataforma de Producción) o bien se realiza un enlace con la plataforma del mismo nombre; esto sucede cuando la capacidad de almacenamiento de las plataformas adyacentes (Perforación, Producción, y Compresión) pudieran estar llegando a la situación de sobre saturación es entonces cuando la plataforma de enlace entra en operación realizando las funciones de interconexión necesarias entre los ductos de transporte de hidrocarburos de las plataformas adyacentes.

Por otra parte debemos saber que un complejo esta integrado por:

- .(1) Plataforma de Compresión
- .(2) Plataforma de Producción
- .(1) Plataforma de Enlace

Ahora bien en lo que comprende la Sonda de Campeche se instalaron los primeros cuatro módulos de compresión en el año de 1982 con capacidad cada uno para 100 MMPCSD. (Millones de pies cubicos estandart por día). -

Este complejo es el primero de siete que tiene programados PETROLEOS MEXICANOS en la Sonda de Campeche, y con su funcionamiento se da un paso fundamental para el total aprovechamiento del gas que ahí se produce al dejar de quemarse a la atmósfera, en donde solo permanecerán encendidos los quemadores piloto que sirven de desfogue cuando se registra alta presión, y que en la gran mayoría de los casos cuando estos quemadores piloto no llegan a accionar, se producen conatos de incendio.

### 1.2.- Descripción de plataformas:

Se sabe que las plataformas tienen una altura desde el lecho marino a la cima de las instalaciones de 71.25m y un peso total promedio 10,800 toneladas.

Misma que consta de tres partes, una estructura principal que se asienta en ocho patas de 1.52m de diámetro, fijadas mediante pilotes que penetran 112m en el fondo del mar en una tirante de agua de 44m.

La segunda parte es la subestructura, la cual se encuentra asentada sobre la estructura principal, dicha subestructura está constituida por dos niveles, su cubierta superior tiene una superficie de 65m de largo por 28m de ancho.

En la primera cubierta de la estructura principal, localizada a 16m de altura a partir del nivel medio del mar, se encuentran alojadas las plantas y servicios --

auxiliares que requiere la propia plataforma, como son:

- . Planta de producción de gas inerte.
- . Dos plantas potabilizadoras de agua.
- . Una planta productora de hipoclorito de sodio.
- . Separadores de Condensados.
- . Moto-bombas para sistemas contra incendio.
- . Tanques de almacenamiento de aceite y productos químicos.
- . Compresores para aire de instrumentos y servicios
- . Cápsulas de salvamento (Capacidad 36 personas).

En la cubierta superior, a 24m sobre el nivel del mar, se asienta el sistema de enlace de gas, el módulo de generación de corriente eléctrica y el centro de control de la plataforma, en cuyo techo se encuentran las plantas de tratamiento de aguas.

Finalmente con el programa de plataformas para la sonda de Campeche se llegará a la utilización del 98% del gas producido. Proporción semejante a la que se aprovecha en tierra firme. Y al concluirse este proyecto en la Sonda se tendrá en el mar una capacidad total instalada de 2,600 MMPCSD, por unidad.

### 1.3.- Descripción de operación.

Para la operación de la plataforma de compresión de gas AKAL-C, el gas natural producido en los pozos de los complejos AKAL-G, y AKAL-J, se recibirán por medio-

de los gasoductos de la plataforma de enlace.

Una vez que la plataforma de compresión recibe el gas a una presión de 2 a 6 Kg/cm<sup>2</sup>. Los módulos elevan la presión de descarga a 84 Kg/cm<sup>2</sup> y lo envían por una línea marina de 36" de diámetro y 85 Km de longitud hasta la estación intermedia de compresión en tierra firme.

La plataforma de enlace AKAL-C además de poseer los gasoductos de enlace para enviar gas a tierra firme cuenta con un equipo de proceso que le permite generar su propia energía, por otro lado todas las plataformas cuentan con un sistema de seguridad de enlace, el cual consiste en operar desde cualesquiera de las plataformas un sistema ya sea de evacuación y/o protección de equipos riesgosos mismos que advierten inmediatamente cualquier fuga de gas tóxico, o conato de incendio esto es lógicamente, con la finalidad de evitar problemas que pudieran presentarse, y así salvaguardar la vida del personal que en ella labora y al mismo tiempo proteger el equipo.

**CAPITULO II**  
**GENERALIDADES DE SISTEMAS**  
**CONTRA INCENDIO**

## 2.1.- Clases de Fuego.

Con el propósito de facilitar la selección y uso - de extintores portátiles de NFFA (Asociación Nacional- de Protección Contrafuego) clasifica los fuegos en - cuatro tipos diferentes:

Fuegos clase "A".- Son fuegos de materiales combusti-- bles sólidos ordinarios como: madera, tejidos, papel, - hule y algunos plásticos, que para su extinción necesi-- tan los efectos de enfriamiento o absorción de calor - que proporciona el agua, las soluciones acuosas o los- efectos protectores de ciertos polvos que retardan la- combustión.

Fuegos clase "B".- Son fuegos de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales- similares, cuya extinción se logra eliminando el aire- (oxígeno), inhibiendo la emisión de vapores combusti-- bles o interrumpiendo la cadena de reacción de combus- tión.

Fuegos clase "C".- Son fuegos de equipos, cableados y- maquinaria eléctrica bajo tensión, en los que la segu- ridad de la persona que opera el extintor exige el em- pleo de agentes de extinción que no conduzcan la elec- tricidad (cuando el equipo eléctrico no está bajo ten- sión pueden utilizarse extintores para las clases "A"- o "B").

Fuegos clase "D".- Son fuegos de ciertos metales combustibles como: magnesio, sodio, potasio y otros, que requieren un medio extintor que absorba el calor y - que no reaccione con los metales incendiados.

#### Líquidos Combustibles.

Se refiere a cualquier líquido cuya temperatura de inflamación es mayor a  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $310.8^{\circ}\text{K}$ ), se subdividen como sigue:

Clase II.- Son líquidos cuyo punto de inflamación - corresponde a  $37.9^{\circ}\text{C}$  ( $310.8^{\circ}\text{K}$ ) o más alto, pero menor de  $60^{\circ}\text{C}$  ( $333^{\circ}\text{K}$ ).

Clase III A.- Son líquidos cuyo punto de inflamación - corresponde a  $60^{\circ}\text{C}$  ( $333^{\circ}\text{K}$ ) o más alto, pero menor de -  $93.3^{\circ}\text{C}$  ( $366^{\circ}\text{K}$ ).

Clase III B.- Son líquidos cuyo punto de inflamación - corresponde a  $93.3^{\circ}\text{C}$  ( $333^{\circ}\text{K}$ ) o mayor.

#### Líquidos Inflamables.

Son líquidos cuyo punto de inflamación es menor a  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $310.8^{\circ}\text{K}$ ) y que tenga una presión de vapor que no exceda de  $2.805 \text{ hg/cm}^2$  ( $2.068 \text{ mm Hg}$ ) a  $37.8^{\circ}\text{C}$  (Clase I, NFPA).

Los Líquidos Clase I (Inflamables) se subdividen en:

Clase IA.- Incluye aquellos líquidos cuyo punto de inflamación es inferior a  $22.8^{\circ}\text{C}$  ( $295.8^{\circ}\text{K}$ ) y cuyo punto-

de ebullición es mayor a  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $310.8^{\circ}\text{K}$ ).

Clase IB.-- Incluye aquellos líquidos cuyo punto de inflamación es menor a  $22.8^{\circ}\text{C}$  ( $295.8^{\circ}\text{K}$ ) y cuyo punto de ebullición es igual o mayor a  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $310.8^{\circ}\text{K}$ ).

Clase IC.-- Incluye aquellos líquidos cuyo punto de inflamación es igual o mayor a  $22.8^{\circ}\text{C}$  ( $295.8^{\circ}\text{K}$ ) y menor a  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $310.8^{\circ}\text{K}$ ).

## 2.2.- Recomendaciones para la extinción de fuego.

La extinción de fuego, por medio de aspersión de agua, puede lograrse por el enfriamiento de la superficie, por sofocamiento causado por el vapor producido, por la emulsificación, por dilución y por combinación de los anteriores. Los sistemas serán diseñados de tal forma que dentro de un período razonable de tiempo, se logrará la extinción y todas las superficies serán enfriadas lo suficiente para evitar la reignición después de que el sistema esté fuera de operación.

La densidad de diseño para extinción, se basará en datos de pruebas de condiciones similares a aquellas que aplicarán en la instalación real. El intervalo general de aplicación de agua por aspersión que aplicará la mayoría de los sólidos combustibles o líquidos inflamables ordinarios, es de  $0.2 - 0.5 \text{ GPM/pie}^2$  ( $8.1 - 20.4 \text{ Lt/min/m}^2$  de área protegida).

Cuando se requiere proteger alambres y cables aislados o tubing no metálico, por un sistema de boquillas de aspersión de agua automático (boquillas tipo

abierto), para extinción del fuego que se origina dentro del cable o tubo (por ejemplo, al aislamiento o tubo, esta sujeto a la ignición y propagación del fuego), el sistema deberá ser diseñado hidráulicamente para dirigir el agua directamente a cada plato o tubos, a una densidad de  $0.15 \text{ GPM/pie}^2$  ( $6.1 \text{ Lt/min/m}^2$ ) en el plano horizontal o vertical en que se encuentran los cables.

### 2.2.1.- Control de la Ignición.

Un sistema para el control de la ignición, deberá funcionar con una completa efectividad hasta que ha pasado tiempo suficiente para que: los materiales inflamables se consuman; para que se tomen los pasos necesarios para cortar el flujo del material que está fugando, para la preparación de las fuerzas de reparación, etc. En algunos casos podrá ser requerida la operación del sistema por horas.

Las boquillas deberán ser instaladas para proyectar el agua en las áreas de fuente de fuego y donde las fugas puedan acumularse. La densidad de aplicación en la probable fuente de la fuga, no deberá ser menor a  $0.5 \text{ GPM/pie}^2$  ( $20.4 \text{ Lt/min/m}^2$ ).

Las bombas y otros accesorios que manejen líquidos y gases inflamables deberán tener los ejes, empaques, conexiones y otras partes críticas protegidas por la aspersion de agua no deberá ser menor a  $0.5 \text{ GPM/pie}^2$  ( $20.4 \text{ Lt/min/m}^2$ ).

## 2.2.2.- Protección a la explosión.

### General

El sistema será capaz de funcionar efectivamente-- por el tiempo de duración de la exposición al fuego,-- que depende del conocimiento de la naturaleza y cantidad de combustibles y del probable efecto de los materiales y combate contraincendios. En algunos casos -- será requerida la operación del sistema por horas. -

Los sistemas de aspersion de agua automáticos para la protección contra exposición, deberán ser diseñados para operar antes de la formación de depósitos de carbón en la superficie a proteger y antes de la posible falla de cualquier recipiente que contenga líquidos o gases inflamables, debido al aumento en la temperatura.

El sistema deberá ser, por lo tanto, diseñado para descargar efectivamente el agua dentro de los 30 segundos siguientes a la operación del sistema de detección.

Las densidades especificadas para la protección -- contra la exposición contemplan una pérdida mínima de  $0.05 \text{ GPM/pie}^2$  ( $2.0 \text{ Lt/min/m}^2$ ).

### Recipientes.

Estas reglas para la protección a la exposición -- contemplan la capacidad para relevo de emergencia para recipientes, brisado en la entrada máxima permisible -- de calor de  $6000 \text{ BTU/hr/pie}^2$  de área expuesta.

La densidad será aumentada para limitar la absorción de relevo de emergencia.

El agua deberá ser aplicada a la superficie de recipientes horizontales o verticales a una densidad neta no menor a 0.25 GPM/pie<sup>2</sup> (10.2 Lt/min/m<sup>2</sup>) de área expuesta no aislada. Las densidades de boquillas individuales serán aumentadas para lograr compensar las pérdidas donde se contemple el aprovechamiento de escurrimientos, la distancia entre boquillas, no podrá ser mayor a 12 pies.

Las superficies esféricas u horizontales debajo del ecuador de los recipientes, no podrán ser consideradas susceptibles de escurrimientos, a menos que existan datos que comprueben lo contrario.

Cuando existan proyecciones (bandas de registro hombre, bandas para tuberías, soportes, etc.) que obstruyan la cobertura de la aspersion de agua, incluyendo escurrimientos o pérdidas en recipientes verticales, se instalarán boquillas adicionales alrededor de las proyecciones para mantener el patrón de aspersion.

Las partes inferiores y superiores de recipientes verticales serán completamente cubiertas a una densidad no menor a 0.25 GPM/pie<sup>2</sup>. Deberán considerarse los escurrimientos, pero los extremos horizontales de las superficies del inferior deberán cubrirse.

Deberá darse especial atención a la distribución de agua alrededor de válvulas de alivio y de las tuberías y válvulas de suministro.

El área no aislada de los faldones deberá tener sus sistemas de aspersión de agua , aunque dentro o fuera esté aislado, a una densidad no menor a  $0.10 \text{ GPM/pie}^2$  ( $4.1 \text{ Lt}/\text{min}/\text{m}^2$ ).

Estructuras y equipo misceláneo.

Los miembros estructurales de acero reforzados (primeramente), horizontales, deberán estar protegidos por boquillas espaciadas no más de 10 pies en los centros (preferentemente en lados alternados) y de tal tamaño y arreglo para descargar no menos de  $0.10 \text{ GPM/pie}^2$  del área mojada.

En el caso de miembros verticales, la densidad será no menor de  $0.25 \text{ GPM/pie}^2$ .

Tuberías metálicas, tubing y conduits deberán estar protegidos por aspersión de agua dirigida hacia la superficie horizontal proyectada por el fondo de la tubería.

Las boquillas serán seleccionadas para lograr esencialmente la cobertura total de la superficie horizontal dentro de lo que las tuberías están o pudieran estar localizadas.

### 2.3.-- Métodos de extinción

#### a) Método de enfriamiento.

Este método consiste en la eliminación del calor para evitar que continúe la combustión lo cual se lo--

grará mediante agentes refrigerantes, ya que una vez iniciado el fuego, éste proporciona la suficiente energía para retro-alimentar calor, manteniendo energía para retro-alimentar calor, manteniendo así la temperatura adecuada de inflamación por lo que la eficacia con que se combata dependerá en sí de su calor latente, y de su calor específico, por lo que solo será necesario absorber una pequeña parte del calor total. Esto es debido a los efectos calorimétricos del fuego ya que éste al ser disipado por radiación, convección y conducción, al eliminar la retroalimentación por radiación, el material combustible ya no se vaporiza razón que es necesaria para la combustión por lo que el material se enfría y en consecuencia se apaga.

b) Método de sofocamiento (Dilución de Oxígeno).

Este procedimiento es muy común emplearlo en los fuegos de las clases siguientes: "B", "C", "D"; el cual consiste en evitar que lleguen a hacer contacto el oxígeno y vapores combustibles. Esto es posible que se lleve a cabo colocando una atmósfera inerte por medio de agentes extintores, a base de  $CO_2$ , polvos químicos secos y líquidos vaporizantes o bien aislando el combustible del aire por medio de una capa química. Es notorio que esto consistirá en un método de dilución del oxígeno lo cual se logrará por la formación del vapor generado durante la aplicación del agua a los incendios declarados en el in-

terior. El grado necesario de dilución de oxígeno para éste objeto, varía enormemente según el material o combinación de materiales combustibles que se encuentren ardiendo. Como mencionamos anteriormente el sofocamiento se logrará por medio de una aplicación de capas químicas que son formadas por la aplicación de los agentes extintores, en este caso suelen ser los polvos químicos secos y los diversos tipos de espumas químicas.

Nota: Este método suele emplearse en extinción de fuego por eliminación de combustible.

### c) Método de inhibición.

Aquí el procedimiento se basa en interrumpir las reacciones en cadena de la combustión sin eliminar el combustible, como sucede en el caso de los polvos químicos o hidrocarburos halogenados, y dicha reacción en cadena suelen ser del sistema Hidrógeno-Oxígeno. En donde dicha reacción es la más simple y en consecuencia la más rápida de todos los tipos de combustión. Tras la división inicial de la molécula de hidrógeno, los distintos átomos de hidrógeno  $H^+$  activos, se intercambian con las moléculas de oxígeno para así producir radicales activos  $OH^+$  y  $O^+$ .

Nótese que las especies activas se forman como productos al mismo tiempo que se consumen como reactivos, - por tanto presentan doble funcionalidad, por lo cual se les puede denominar portadores en cadena.

La extinción por inhibición de la llama solo es posible cuando no se permite a las especies activas  $\text{OH}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{O}^+$  que cumplan su finalidad de mantener la llama. - Resultando estos tres métodos, por sus efectos que produce en la acción contra el fuego.

Para estos métodos de extinción; contamos con una gran variedad de equipos que suelen operar dichos sistemas entre los cuales podemos mencionar los siguientes: - Hidrantes, Hidrante con monitor, monitores, extintores-portatiles, así como sistemas fijos contra incendio.

#### 2.4.- Sistemas fijos de aspersión de agua para la protección contra incendio.

El término "Aspersión de Agua", se refiere al uso de agua en una forma que tenga un patrón predeterminado, tamaño de partícula, velocidad y densidad, descargada de boquillas o dispositivos especialmente diseñados. Los sistemas fijos de aspersión de agua son usualmente aplicados a problemas especiales de la protección contraincendio, (Ejemplo: cuarto de bombas) debido a que la protección puede ser específicamente diseñada para lograr un efectivo control del fuego, extinción, - prevención ó protección contra la exposición. Los sistemas de aspersión de agua, pueden ser independientes -

de, o suplementarios a, otras formas de protección. El diseño de sistemas específicos puede variar considerablemente, dependiendo de la naturaleza del riesgo y los propósitos básicos de la protección. Debido a estas variaciones y a la amplia variedad de selección en las características de las boquillas, estos sistemas deben ser diseñados e instalados por personal competente. Es esencial que sus limitaciones, así como capacidad sean completamente comprendidos por el diseñador.

Los sistemas fijos de aspersión de agua son comúnmente usados para proteger equipo de proceso y estructuras, recipientes para gases y líquidos inflamables, tuberías y equipo tal como transformadores y motores. Este tipo de protección también se ha demostrado que es efectivo en muchos combustibles sólidos. Existe una gran variedad de métodos de cálculo hidráulico que producirán resultados satisfactorios; sin embargo, existe la necesidad por un método uniforme de cálculos hidráulicos para lograr simplicidad y consistencia. Por esta razón el método recomendado ha sido incluido durante el desarrollo del capítulo V.

Los sistemas de aspersión fijos son usados para proporcionar al menos uno de los siguientes aspectos.

- . Prevención de fuego
- . Control de incendio
- . Protección a la radiación
- . Extinción.

Este tipo de sistemas generalmente es empleado en instalaciones que son consideradas de alto riesgo: -- una instalación de alto riesgo se define como: "Aquel centro de trabajo en el que se manejan materias pri-- mas, productos y/o subproductos que puedan acelerar -- su punto de ignición en presencia de oxígeno". o bien que aceleren la velocidad de reacción química y que -- generen calor y puedan producir una explosión.

Para poder dar la protección adecuada a los dife-- rentes tipos de riesgo que se pueden presentar, exis-- ten dos tipos básicos de boquillas para descargar el-- agua: Media y Alta Velocidad, la cuales pueden usarse-- separadamente o en conjunto.

Cada sistema consiste de un arreglo de tuberías -- arriba y alrededor del área de riesgo, con las bo---- quillas colocadas para dar una descarga direccional -- adecuada para los fines deseados. En este caso la tu-- bería normalmente es 'seca', con agua bajo presión re-- tenida por un sistema de válvula de diluvio o inunda-- ción, que puede ser operado automáticamente por la ac-- tuación de un sistema separado de detección de fuego.-- Cuando la válvula de diluvio opera, el agua fluye a -- través de la tubería y se descarga por todas las bo---- quillas simultáneamente, inundando el área a prote---- ger.

Las boquillas de media velocidad descargan el --- agua en forma de vacío con gotas finamente divididas-- a media velocidad. Estos aspersores utilizan un deflec

tor externo para obtener las características de aspersión y el ángulo deseado. Logrando así una alta absorción de calor, lo que lo hace ideal para la protección de riesgos involucrando aceites ligeros, así como también obtener un fuego controlado y/o una protección a la exposición al calor.

Los sistemas de media velocidad son usados en riesgos donde los tanques y estructuras se deben proteger del ataque directo del fuego, como puede ser, esferas de gas licuado, en el proceso o tuberías de plantas químicas, recipientes de almacenamiento, etc. También se puede utilizar cuando no se tienen altas presiones requeridas por los sistemas de alta velocidad, para riesgos con aceites pesados o medianos.

La presión de trabajo mínima para los aspersores de media velocidad es 21.8 psi, con excepción de los utilizados para proteger la parte superior de los tanques verticales que puede ser reducida a 14.5 psi.

Los aspersores pueden ser construídos de bronce o de acero inoxidable para aplicación marina o alta intensidad de calor.

## 2.5.- Sistemas automáticos.

Los tipos más comunes de sistemas automáticos de protección contra incendio son:

SISTEMAS FIJOS  
AUTOMATICOS PA  
RA PROTECCION-  
CONTRA INCENDIO.

ROCIADORES AUTOMATICOS.

DILUVIOS AUTOMATICOS DE  
NIEBLA DE AGUA.

DILUVIOS AUTOMATICOS DE  
ESPUMA.

AHOGOS AUTOMATICOS DE  
BIOXIDO DE CARBONO.

AHOGOS AUTOMATICOS DE  
POLVO QUIMICO SECO.

Los sistemas automáticos son empleados para la -  
protección de los diversos procesos industriales en-  
general o bien como protección básica en aquellas zo-  
nas que ofrecen especial riesgo de incendio (caso de  
la plataforma de enlace). Estos tienen un gran por-  
centaje de eficiencia; en ya casi 100 años, entre -  
los sistemas de protección contra incendio, debido a  
su satisfactoria operación según registros de la -  
(NFPA) National Fire Protection Association. (Asocia-  
ción Nacional de Protección al Fuego). Es del 96.2 %  
y el complemento no satisfactorio de 3.8 %. Es debi-  
do a causas ajenas al sistema: entre las que podemos  
mencionar: válvulas de alimentación cerradas o defec-  
tuosas, fuentes de alimentación de agua inadecuadas, -

protecciones incompletas, cierre prematuro, congelación, obstrucción a la distribución, etc. He aquí -- donde radica la importancia del conocimiento de es--- tos sistemas y sus características.

Para dar inicio, a la descripción de los siste--- mas fijos automáticos, hablaremos en este caso solo-- de uno de ellos que son los Rociadores automáticos,-- además de que el funcionamiento de los demás siste--- mas es similar a este.

El sistema de rociadores automáticos esta compues-- to de rociadores que al abrirse automáticamente, dis-- tribuyen agua pulverizada sobre el fuego, en suficien-- te cantidad para extinguirlo o para evitar su propaga-- ción. Ahora bien si el fuego es del tipo que el agua no puede extinguir completamente se junta con diver-- sos agentes extintores que pueden operar en el siste-- ma de rociadores automáticos, estos rociadores se en-- cuentran suspendidos del techo de la zona de riesgo - a través de una red de tubería con los rociadores a-- coplados a intervalos regulares.

Los rociadores son válvulas con salida de (7/16") 11mm, (milímetros) obturada con un tapón sosteniendo-- por el juego de palancas inestables, sujetas con un - aro de metal que se funde a una temperatura fija , - usualmente a 165°F (70°C) permitiendo que se destape.

Un marco sostiene al deflector contra el que el agua golpea pulverizandose y lloviendo sobre la zona afectada.

Ahora bien la manera más usual de dar automáticamente la alarma a la operación de los rociadores, es con la "válvula de alarma" de uno o varios rociadores, en las cuales una de estas permiten pasar agua a una turbina hidráulica que acciona un vastago el cual golpea una campana (alarma sonora).

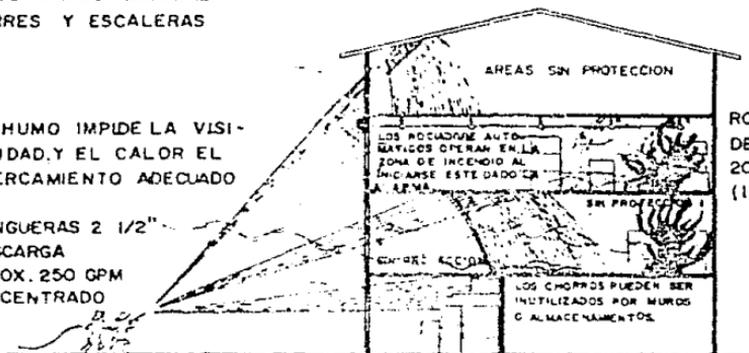
Existe otro tipo de operación el cual es por efectos eléctricos, solo que por la posible falta de suministro de corriente los hace inoperantes.

En la siguiente figura se podrá observar en forma muy objetiva. La comparación entre mangueras y rociadores automáticos.

PISOS ALTOS REQUIEREN  
TORRES Y ESCALERAS

EL HUMO IMPIDE LA VISI-  
BILIDAD Y EL CALOR EL  
ACERCAMIENTO ADECUADO

MANGUERAS 2 1/2"  
DESCARGA  
APROX. 250 GPM  
CONCENTRADO



ROCIADOR AUT.  
DESCARGA APROX.  
20 GPM  
(1 GPM x M<sup>2</sup>)

CORTE TRANSVERSAL  
ESQUEMATICO Esc. 1/200

S. FLORES TECNICO PROFESIONAL

COMPARACION OBJETIVA ENTRE  
MANGUERAS Y ROCIADORES  
AUTOMATICOS.

UNAM - CENSA - 1980

Existen variedades en el sistema anteriormente descrito llamado de "tubería cargada". Estas variedades son originadas para hacerse cargo de operaciones en condiciones especiales, pero el principio de operación es el mismo. Donde las variaciones son las siguientes:

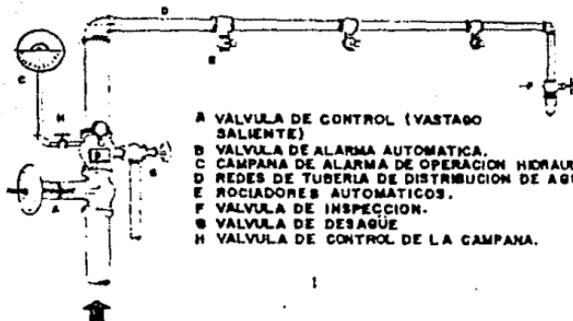
SISTEMAS  
DE TUBERÍA  
CARGADA

TUBERIA SECA.- Aplicable en sitios donde existe peligro de congelación, el sistema se encuentra lleno de aire a presión que precede al agua al abrirse uno o varios rociadores.

PREACCION.- Aquí las redes de tuberías se encuentran vacías y la operación de llenado de estas es mediante un sistema auxiliar de detección accionado por un incremento de temperatura que detecta el fuego antes de que actúen los rociadores dando una alarma previa en la que se puede combatir el fuego en su primera etapa.

(continua)

DE PARED .- Estos se emplean para-  
crear cortinas de agua  
para protección contra  
explosión. Emplean es-  
tos sistemas rociado--  
res decorativos tipo -  
"FLUSH" los cuales se-  
encuentran en tubería-  
oculta, en donde unica-  
mente exhiben el fusi-  
ble y un anillo de me-  
tal decorativo.



- A VALVULA DE CONTROL (VASTAGO SALIENTE)
- B VALVULA DE ALARMA AUTOMATICA.
- C CAMPANA DE ALARMA DE OPERACION HIDRAULICA
- D REDES DE TUBERIA DE DISTRIBUCION DE AGUA.
- E ROCIADORES AUTOMATICOS.
- F VALVULA DE INSPECCION.
- G VALVULA DE DESAGUE
- H VALVULA DE CONTROL DE LA CAMPANA.

AGUA CONTRA INCENDIO  
(VIENE DE LA FUENTE  
AUTOMATICA DE ABASTO)

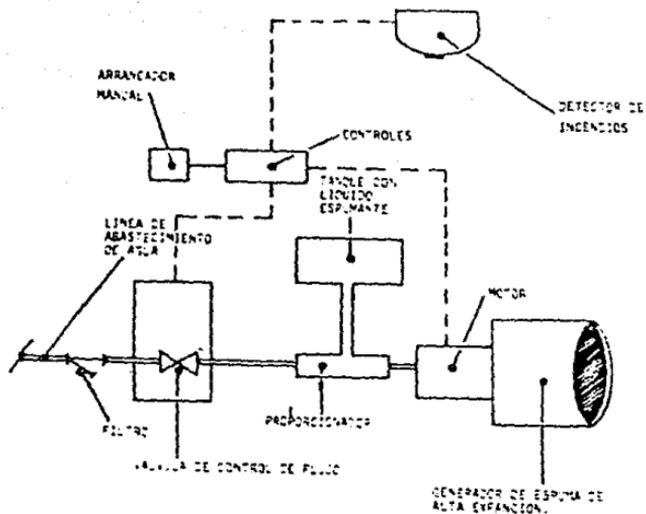
|  |                   |          |
|--|-------------------|----------|
| S. FLORES  | TESIS PROFESIONAL |          |
| SISTEMAS DE ROCIADORES<br>AUTOMATICOS CONTRA INCENDIO<br>TIPO TUBERIA CARGADA. |                   |          |
|  | UNAM-FES-C        | fig-11-2 |

El sistema de espuma de alta expansión es un conjunto de burbujas generadas mecánicamente por el paso del - aire u otros agentes a través de una red, malla u otro - medio poroso que se moja con una solución agua-agente - espumante de superficie activa. La espuma así generada - es un medio de transportar el agua a lugares de difícil- acceso, al inundar totalmente los espacios confinados, - así como desplazar vapores, calor y humos. La espuma de alta expansión resulta ser muy útil en siniestros de espacios confinados. En el exterior presenta limitaciones dependientes del estado del tiempo ya que por su ligereza, el aire puede arrastrarla y destruirla fácilmente.

- A) Cuando se genera la espuma en cantidad suficiente, - absorbe parte del aire que daría pauta a la combus- - tión.
- B) Cuando absorbe 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 ca- - llente expuesto a la espuma, continuara con el proce- - so de rompimiento de la misma, convirtiendo el agua - en vapor, el cual se expandirá alejando el aire y por consiguientes sofocando y enfriando el objeto o mate- - rial incendiado.

D) Debido a su relativa baja tensión superficial, la solución de la espuma que no se convierte en vapor tenderá a penetrar en los materiales que al prenderse dejan residuos carbonosos.

Espuma de alta expansión.- Este concentrado aumenta mil veces su volumen al generar la espuma, el método para realizarlo es similar al de las otras espumas, solo que para agregar el aire se requiere un ventilador que maneje el volumen adecuado del aire. Ver fig.-  
No. II-3



|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| S. FLORES                       | TESIS PROFESIONAL |
| VENTILADOR PARA MANEJO DE AIRE. |                   |
| UNAM-FES-C                      | 11q-11-3          |

## 2.6.- Sistemas de acción.

A continuación, se hará una breve presentación de los sistemas de acción que pueden emplearse en el Sistema de Seguridad dicha presentación consiste en realizar un análisis, tanto de funcionalidad, velocidad de respuesta y mantenimiento de dichos sistemas de acción.

Los instrumentos de medición y control son relativamente complejos y su función puede comprenderse bien si están incluidos dentro de una clasificación adecuada. Como es lógico pueden existir varias formas para clasificar los instrumentos, cada una de ellas con sus propias ventajas y limitaciones. La clasificación se considera en relación primero con la función del instrumento y segundo con la variable de proceso.

Ahora bien dentro de la función de un instrumento los tenemos del tipo Instrumentos ciegos, y estos son aquellos que no tienen indicación visible de la variable. Haciendo notar que son ciegos los instrumentos de alarma. Entre los que se pueden mencionar preseostatos, termostatos, interruptores de presión y temperatura respectivamente que poseen una escala exterior con un índice de selección de la variable, ya que sólo ajustan el punto de disparo del interruptor o conmutador al cruzar la variable el valor seleccionado.

Por lo que respecta a los instrumentos indicadores, son aquellos que disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede verse el valor de la variable y según la escala del indicador pueden ser concéntricos y excéntricos, existiendo también los indicadores digitales.

Así mismo existen los instrumentos registrados, que registran con trazo continuo o a puntos la variable y bien pueden ser circulares o rectangulares.

Los transmisores captan la variable de proceso - a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumáticos de margen 3a 15-PSI equivale a  $0.21 - 1.05 \text{ Kg/cm}^2$ .

Los transductores reciben una señal de entrada - función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida. Ejemplos de transductores, son un relé, un elemento primario, un transmisor, un convertidor PP/1 (Presión de proceso a intensidad) un convertidor PP/F (Presión de proceso a señal neumática).

Convertidores.- Son aparatos que reciben una señal de neumática (3a 15PSI) o electrónica (4a 20mA - C.C) procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar, ejemplo un convertidor I/P (señal de -

de entrada eléctrica a señal de salida neumática).

## 2.7.- Sistemas de detección.

Por lo que se refiere a los sistemas de detección --  
contra incendio y combate tenemos cuatro, los cuales --  
son.

- . SISTEMA ELECTRICICO
- . SISTEMA NEUMATICO
- . SISTEMA HIDRAULICO
- . SISTEMA ELECTRONICO

### 2.7.1.- Sistema eléctrico.

Los sistemas de operación eléctrica, generalmente --  
emplean como dispositivo de acción un termostato, el ---  
cual esta ubicado respectivamente en las zonas de riesgo  
a proteger, para que de esta manera se efectúe la extin-  
ción del incendio. Generalmente estos termostatos se ca-  
libran a 140 °F (60 °C). El contacto del termostato está  
generalmente abierto. Cuando el fuego se presenta, el ca  
lor que este produce origina que el contacto se cierre --  
y de está forma se complete un circuito eléctrico simple  
que mandará la señal al cabezal de control eléctrico, --  
provocando de está forma su accionamiento, cuando el ca-  
bezal de control eléctrico ha sido accionado, un in----  
terruptor rompe el circuito en el termostato. El cabezal  
fue colocado para poder ser accionado también manualmen-  
te por medio de un tornillo para pasar la flecha de --

posición "Released" (Liberado) a posición "Set" (Fija).--  
Es por tanto de suma importancia la inspección visual --  
de este detalle para el buen funcionamiento del sistema.

Los termostatos son también diseñados para operar -  
detectando la rapidez de incremento de la temperatura o -  
bien la combinación de temperatura fija y rapidez del -  
incremento de temperatura.

#### 2.7.2.- Sistema neumático.

Esta forma de detección trabaja cuando el fuego es -  
detectado mediante un incremento repentino en la tempe--  
ratura del ambiente lo que hará que el sistema opere.

El sistema de transmisión neumática está integrado -  
por:

- Un transmisor que mide una variable del proceso -  
y produce una salida de presión de aire definida -  
para cada posición de su puntero.
- El sistema de tubería de aire a través del cual se  
transmite la presión.
- Un receptor que convierte la presión de aire trans  
mitida en una lectura de la medición.

Así mismo, hoy en día con estos tres elementos es -  
posible realizar cualquier combinación posible en los -  
instrumentos de medición y/o control del proceso o cir--  
cuito, pudiéndose resolver tanto los problemas directos--  
de punto de medición, detección y control (el transmisor

se puede colocar en el punto que se requiera, ya sea - para medir, detectar o controlar. (El receptor indicador, registrador y/o controlador en el tablero gráfico y/o control) elemento final se puede instalar en el - punto más conveniente.

### 2.7.3.- Sistema Hidráulico.

Este tipo de sistemas, tiene el mismo principio de operación del sistema neumático, y por lo general trabaja a base de tuberías cargadas, en donde el tapón - fusible se acciona al momento de llegar al punto de - fusión el elemento sensor, cuando la temperatura del - ambiente alcanza dicho punto produciendo el disparo de los procesadores, dicho disparo puede ser en forma de:

- . NEBLINA
- . CHORRO TIPO CISTERNA
- . DILUVIO EN CASCADA

Para el caso de protección de instalaciones marinas, los dos ultimos casos son los que tienen mejor - efecto cuando se trate de sofocar un siniestro por -- enfriamiento, que es lo recomendado. En este tipo de - instalaciones, debido a que en el caso que se utilice - extinción por neblina el efecto será casi nulo por la gran cantidad de calor que se desprende.

#### 2.7.4.- Sistema electrónico.

Este tipo de sistemas operán bajo el mismo principio de accionamiento que los sistemas eléctricos por tal motivo no se realizará la explicación de su funcionamiento.

Ahora bien, una vez que se han expuesto brevemente los cuatro sistemas de acción; procederemos a realizar un breve análisis de selección del sistema o sistemas-que deberemos considerar para que sea empleado en el -circuito contra incendio.

Se iniciará por analizar como afecta el ambiente -marino a cada uno de los dispositivos de acción.

Por lo que respecta al sistema neumático le afecta la humedad relativa del aire y la salinidad del medio-ambiente ya que en muchas ocasiones llega a obstruir -ranuras que envían la señal al cabezal neumático.

En lo que comprende a los dispositivos eléctricos- y electrónicos estos son los que resultan más afecta--dos por el ambiente marino tanto en sus aislamientos - como en los conductores; debido a la acción salina del agua ya que en muchos casos se producen reacciones - químicas "Sulfatandose los elementos sensores y conduc--tores afectando con esto directamente la señal de res--puesta de los cabezales eléctricos y electrónicos.

Así mismo los dispositivos hidráulicos se puede de cir que son los que resultan menos afectados por la -

acción marina; pero resulta conveniente mencionar que las partes que se afectan en los sistemas hidráulicos son la degradación de los empaques, provocando fugas.

Una vez discutida los diferentes sistemas en relación a la acción salina del mar, se sabe que el dispositivo que produce una respuesta más rápida es el sistema electrónico, pero por otro lado el sistema que resulta intrínsecamente más seguro con respecto a las áreas riesgosas es el sistema neumático, así mismo el sistema neumático e hidráulico son los dispositivos de acción que proporcionan una velocidad de respuesta y una fuerza de acción lo suficiente para emitir una respuesta eficaz.

Sin embargo cabe hacer notar que el tipo de dispositivo que presenta mejor velocidad de respuesta es el electrónico, pero no se recomienda emplearlo en ambiente marino, debido a lo expuesto en párrafos anteriores.

Por las situaciones aquí expuestas; nos inclinamos a elegir el sistema neumático e hidráulico, así mismo se deberá contemplar la posibilidad de emplear sistemas combinados, esto será a reserva de la precisión que se requiere, pero como se sabe que la precisión que se requiere en una plataforma debe ser 100% eficaz no se recomienda emplear sistemas combinados.

En conclusión se deberán emplear sistemas hidráulicos y neumáticos, lo cual se podrá verificar en los diagramas contra incendio de la plataforma, así como en el circuito de integración de tubería contra incendio.

Dichos sistemas podrán ser operadas desde el tablero maestro de control, esto se deberá realizar con la finalidad de asegurar el monitoreo de las principales operaciones de la plataforma, y así poder proporcionar una rápida respuesta a cualquier cambio en las condiciones de operación ya sea en los receptores, o lanzadores o bien en el pozo de la plataforma de perforación ya que se debe recordar que la plataforma - sirve de interconexión a las demás plataformas.

**CAPITULO III**

**NORMAS CODIGOS Y REGLAMENTOS**

### 3.1.- Normas codigos y reglamentos.

En nuestro país existe una dependencia oficial de la elaboración de normas. La Dirección General de -- Normas (DGN), que en Coordinación con la Secretaría de Industria y Comercio (SIC).

Las normas elaboradas actualmente por la dependencia antes mencionada se refieren a equipo de seguridad tales como: extinguidores, así como equipo de protección personal tales como gafas, cascos, etc. Careciendo de reglamentación para diseños de redes contra-incendios por en de las industrias nacionales, han elaborado sus propias especificaciones o bien aceptando -- la reglamentación Internacional.

Cabe mencionar la existencia de compañías aseguradoras contra-incendios en plantas Químicas.

Debido a la diversidad de procesos de producción -- elaborados en la Industria de la transformación química, petroquímica, es muy notorio que existieran diversos niveles de peligrosidad durante el proceso y por -- consiguiente las cuotas que apliquen las compañías de seguros varían dependiendo del tipo de materias primas empleadas así como las condiciones de operación, del -- tipo de proceso, y del producto procesado que obtenga y de esta manera la compañía de seguros establecerá -- una cuota en acuerdo a la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS).

Sin embargo las plantas de Petróleos Mexicanos en la actualidad se encuentran auto aseguradas.

Así mismo, los códigos, procedimientos de prueba y especificaciones más utilizados para el diseño de equipo de plantas químicas en México son:

### 3.1.1.- Cimentaciones y estructuras de acero.

ACI Standars.

315- Manual of Standar practice for detailing reinforced Structures.

318- Building code requirements for reinforced concrete.

American Insurance Assn., National Bulding code.

AISC Specificaction for the design, fabrication and erection of structural Steel for building.

ASCE Manual of Engineering practices.

No. 22 building code requirements for requirements for excavations and fundations.

### 3.1.2.- Recipientes.

API Bulletin 510- recommended practice for inspection, repair and rating of unfired pressure vessels in service in petrolewm refineries.

Bulletin RP 520- Pressure relieving systems.

Bulletin RP 524- Testing pressure relieving devices.

ASME Boiler and pressure vessel code.

I Power Boilers.

II Materias Specifications.

III Nuclear Pressure Vessel Code.

VIII Unifired Pressure Vessels.

IX Welding Qualifications.

ASTM Materials Specifications.

FIA Engineering Bulletines.

No. N-35 Sight Glasses

No. N-35 Venting of chemical plant  
equipment.

NBBPVI National Board Inspection Code.

NFPA Standards.

No. 30 Flammable and combustible liquids  
code.

No. 58 Liquefied petroleum gas.

### 3.1.3.- Tanques de almacenamiento y proceso.

API Standard 620-recommenden rules for the design  
and construction of large nelded low-pressure  
storage tanks.

ASME Boiler and pressure vessel code.

II Material specifications.

VII Unifired pressure vessel.

IX Welding qualifications.

NFPA. Standards.

- No. 30 flammable and combustible liquids code.
- No. 58 liquefied petroleum gases storage and handling.
- No. 59 liquefied petroleum gases at -- utility gas plants.
- No. 231 General Storage Indoor.
- No. 231A General Storage, outdoor.
- No. 490 Ammonium nitrate storage.
- No. 566 Bulk oxygen systems.

3.1.4.- Bombas y compresoras.

- AICHE Centrifugal pumps for general refinery services. -
- API Standard 610-Centrifugal pumps general refinery services. -
- standard 617-Centrifugal compressors for general refinery Services. -
- ASTM Material Specifications.
- ANSI Standards.
  - B16 Pipe flanges and fittings.
  - B31 Pressure piping.
  - B36 Iron and steel pipe.

3.1.5.- Instrumentación.

- API Bulletin RP550-manual on Installation of refinery Instruments and control systems.  
1.- Process Instrumentación and control.  
2.- Process Steam Analyzers.
- ASME II Boiler and pressure vessel code section. -  
VIII Unifired pressure vessel.
- ISA Recommended practice  
RP5.1 Instrument flow plan symbols  
RP12.1 Instrument purging for reduction hazardddus area classifications.  
RP12.4 Electrical Instruments in Hazardddus at mosheres.  
RF 16.1-2-3 Terminology, dimension, and safe-ty practice of indicating glass metal, and - extension -type-glass-tube-variable Area - meters ( Rotameters ).
- NFPA Standards  
No. 70 Electrical code.  
No. 75 Electronic Computer Systems.  
No. 493-T Intrinsically safe process control equipment for use in hazardous locations.
- ANSI Standard C 39 electrical Measuring Instrumen-tes.

3.1.6.- Equipo de seguridad y protección contra fuego.

- API Boletín RP 200a Protección contra fuego en refinerías.
- NFPA Asociación nacional de códigos de fuego.  
VOL. VI  
VOL. VII Alarmas y sistemas especiales de extinción.  
VOL. VII Equipo portátil y manual de control de fuego.
- ANSI Estandard de seguridad ( Instituto Nacional Americano de Estandard).
- OSMA Standards.

3.1.7.- Tuberías.

- API Specification 51 line pipe bulletin RP-520-recommended practice for the design and installation of pressure relieving systems in refineries.
- NFPA Standards.  
No. 30 Flammable and combustible liquids code.  
No. 36 Solvent extraction.

ANSI Standards

- B16 Flanges and Fittings.
- B-31 Pressure piping.
- B36 Iron and Steel Pipe.

3.1.8.- Equipo de proceso.

API Bulletin RP-510-recommended practice for inspection repair and rating of unfired pressure vessels in service in petroleum refineries.

ASME Boiler and pressure vessel code, section II, - VII and IX.

ASTM Specifications.

AWS Specifications.

NFPA Standards.

No. 30 Flammable and combustible liquids code.

No. 58 Liquefied petroleum gases, storage and handling.

No. Water colingtowers.

ANSI Standards.

3.1.9.- Turbinas.

API Standard 615--Mechanical, drive steam turbines for General Refinery Services.

ASTM Material Specifications.

IEC Standard Publications.

SM 12 direct connected turbine synchronous generator units air cooled.

SM 20 Mechanical drive steam turbines.

3.1.10.- Calentadores y hornos.

API Bulletin RP-530- Recommended practice for calculation of heater tube thickness for refinery services.

American Insurance Assn. code for installation of heat producing appliances.

ASME Boiler and pressure Vessel code.

I Power Boiler.

II Material Specifications.

VII Unfired pressure vessels.

IX Standards.

No. 31 Oil Burning Equipment.

No. 85 Fuel Oil Natural gas fired water tube boiler furnaces.

ANSI      Estandards.

B16 Pipe flanges and fittings.

B31 Pressure piping.

3.1.11.- Cambiadores de calor.

AICHE.    Equipmente testing procedures.

Heat exchangers ( Sectios 1& LL )

API      Standard 630- Tube and header dimensions for  
fired heaters for refinery services.

Standard 640- Tube dimensions for heat exchan-  
gers for refinery services.

Standard 640- tube dimensions for heat exchan-  
gers RP-530 Recommended practice for calcula--  
tions of heater tube thickness in petroleum -  
refineries.

ASME     Boiler and pressure vessel code.

I Power Boiler.

II Material Specifications.

VII Unifired pressure vessels.

IX Welding Qualifications.

ASTM     Material Specifications.

AWS      Specifications.

TEMA     Standards.

3.1.12.- Equipo de operación unitarias.

AICHE. Equipment testing procedures.

Solid mixing equipment.

Mixing equipment ( impeller type )

Plate distillation columns.

Packed absorption and distillation columns.

Paste and dough mixers.

Dryers.

SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS CORRESPONDIENTES A CAS  
TECNICAS, INDUSTRIALES Y DE SEGURIDAD:

|        |  |
|--------|--|
| ACI    | Instituto Americano del Concreto.  |
| AIEE   | Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos.                                  |
| AICHE  | Instituto Americano de Ingenieros Químicos.                                    |
| AISC   | Instituto Americano de la Construcción de Acero                                |
| ANSI   | Instituto Nacional de Estandars.   |
| API    | Instituto Americano del Petróleo.  |
| ASCE   | Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.                                      |
| ASME   | Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.                                    |
| ASTM   | Sociedad Americana Examinadora de Materiales.                                  |
| AWS    | Sociedad Americana de Soldadores.  |
| FIA    | Asociación de Aseguradores de Compañías.                                       |
| IEC    | Comisión Internacional de Electroquímica.                                      |
| ISA    | Sociedad de Instrumentistas de América.  |
| NBBPVI | Comisión Nacional de Inspectores de calentado-<br>res y recipientes a presión. |
| MCA    | Asociación de fabricantes de la química.                                       |
| NFPA   | Asociación Nacional de Protección contra el --<br>Fuego.                       |
| OSMA   | Actividades Releccionadas a la Seguridad y la -<br>salud.                      |
| TEMA   | Asociación de Fabricantes de Intercambiadores -<br>tubulares.                  |
| UL     | Corporación de Subscritores de Laboratorio.                                    |

### 3.2.- Normas sistemas de agua contra incendio.

Los criterios básicos son tomados de las normas y códigos: NFPA, PEMEX, AMIS.

- . Tubería y conexiones.
- . Los materiales para tubería, conexiones y válvulas deberán estar acordes con el tipo de agua y - se seleccionarán de acuerdo al cuadro No. III-I.

CUADRO 111-1

MATERIALES PARA REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO

|                   | DESCRIPCION                                    | DIAMETRO                            | ESPECIFICACION   |  |
|-------------------|--|-------------------------------------|--|--|
| TUBOS             | EXTREMOS ROSCADOS                              | 1½" y MENORES                       | SIN COSTURA C-60   | ASTM -A53 Gr.B                         |
|                   | EXTREMOS BISELADOS                             | 2" a 6"                             | SIN COSTURA C-40   | ASTM -A53 Gr.B                         |
|                   | EXTREMOS BISELADOS                             | 8" a 10"                            | SIN COSTURA C-20   | ASTM -A53 Gr.B                         |
|                   | EXTREMOS BISELADOS                             | 12" y MAYORES                       | SIN COSTURA C-20   | ASTM -A53 Gr.B                         |
|                   | NIPLES   | 2½"(NOTA 1)                         | SIN COSTURA C-80   | ASTM -A53 Gr.B                         |
| VALVULAS ROSCADAS | COMPUERTA(GUIA SOLIDA)                         | 1½" y MENORES                       | 150#SWP,RSIS,UB  |  |
|                   | COMPUERTA(DOUBLE DISCO)                        | 1½" y 2½"(NOTA 1)                   | 300#RSIS,UB,ROSCA<br>HEMBRA NPT Y ROSCA<br>NSHT(TAPON CAHUCHA<br>Y CADENA) | ASTM -B62<br>ASTM -B62<br>ASTM -B62    |
|                   | ANGULO<br>RETENCION(TIPO PISTON)               | 1½" y 2½" (NOTA 1)<br>1½" y MENORES | 300#SWP,RSIS,UP<br>150# TAPA ROSCADA                                       | (INTERIOR BRONCE<br>CON NIQUEL)        |
|                   | COMPUERTA (GUIA SOLIDA)<br>RETENCION(COLUMPIO) | 2" y MAYORES<br>2 y MAYORES         | 150#FF OS8Y,BB<br>150#FF,BC  | ASTM -A216 Gr.WCB<br>ASTM -A216 Gr.WCB |
| BRIDAS            | CUELLO SOLDABLE                                | 2"y MAYORES                         | 150# (UNION ENTRE<br>BRIDAS)   |  |
|                   |  | 2" y MAYORES                        | 150# (UNION CON<br>VALVULAS)   | ASTM -A181 Gr.1                        |
|                   | ROSCADAS                                       | 1½" y MENORES                       | 2000#TUERCA UNION<br>CON ASIEN TO DE --<br>ACERO CONTRA BRONCE             | ASTM -A105 Gr.11                       |
|                   |  |                                     |  |  |
| CONEXIONES        | COPLS ROSCADOS                                 | 1½" y MENORES                       | 3000#TUERCA UNION<br>CON ASIEN TO DE --<br>ACERO CONTRA BRONCE             | ASTM -A105 Gr.11                       |
|                   | SOLDABLES A TOPE                               | 2" y MAYORES                        | CEDULA DE ACUERDO<br>A LA DE TUBERIA                                       | ASTM -A234 Gr.WPB                      |
|                   | JUNTAS   | TODOS                               | ASBESTO COMPRIMIDO<br>1.5mm DE ESPESOR                                     | ASTM -D1170                            |
|                   | TORNILLERIA                                    | TODOS                               | TORNILLOS DE CABEZA<br>CUADRADA CON TUERCA<br>HEXAGONAL                    | ASTM -A307 Gr. B<br>ASTM -A194 Gr.2H   |
|                   | DESCONECTABLES PARA<br>MANTENIMIENTO           | 1½" y MENORES<br>2" y MAYORES       | TUERCA UNION<br>SOLDABLE A TOPE  |  |
|                   | NORMAL   | 1½" y MENORES<br>2" y MAYORES       | COPLS<br>SOLDABLE A TOPE   |  |
|                   |  |                                     |  |  |

NOTA:

1.- PARA UTILIZARSE EXCLUSIVAMENTE EN HIDRANTES /MONITOR

ABREVIATURAS:

SWP= PRESION DE OPERACION CON VAPOR  
RSIS=VASTAGO ASCENDENTE CON ROSCA  
UB= BONETE DE UNION ROSCADA  
NPT=ROSCA ESTANDART PARA TUBERIA

FF=CARA PLANA  
RF=CARA REALZADA

NSHT=ROSCA ESTANDART PARA CONEXION DE MANGUERA  
OSBY=YUGO CON ROSCA EXTERIOR  
BB=BONETE ATORNILLADO  
BC=TAPA ATORNILLADA

### 3.2.1.- Bombas.

- A) Para el suministro a la red de agua contra incendio se instalarán Bombas cuyo impulsor tenga una característica tal que cuando el gasto sea cero, la presión desarrollada debe ser del 120% de la carga total requerida tratándose de bombas horizontales. Para bombas Turbina vertical la presión desarrollada debe ser del 140%.
- B) La presión de descarga de las bombas deberá ser la necesaria en la red. La bomba deberá proporcionar el 150% del gasto nominal cuando la presión de descarga sea como mínimo 65% de la carga nominal.
- C) En ciertas instalaciones, 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.

### 3.2.2.- Alarmas.

- A) El tablero de control de equipo de bombeo debe contar con alarmas y señales que indique las fallas que se presentan en el equipo principalmente cuando se controla automáticamente "VOL. VII. NFPA".

### 3.2.3.- Hidrantes.

- A) Se preferirán hidrantes del tipo convencional con dos tomas ver figura de hidrante, V-12.
- B) Cuando no se utilicen hidrantes del tipo comercial, estos se podrán fabricar con tubo de 102 mm (4 pulgadas) de diámetro como mínimo, conectado a la línea de agua directamente y en la parte superior del tubo se colocarán acoplamientos de 38- ó 63 mm. (1.5 ó 2.5 pulgadas) de diámetro nominal con cuerda normal de tubería opuestos uno al otro y a una altura de 60 cm sobre el nivel de piso terminado. En los acoplamientos se instalarán válvulas de compuerta de bronce con cuerda normal - hembra en un lado y en el otro con cuerda macho.
- C) En zonas donde el clima lo haga necesario. Se instalarán hidrantes con válvula de entrada y purgadora para vaciarlos evitando así el congelamiento de agua; Nota: en nuestro caso no llega a suceder de bido a las condiciones climatológicas de Campeche pero como información deberemos saber que con objeto de absorber el agua descargada, se hará excavación de 60 cm, de profundidad y 60 cm de diámetro alrededor del hidrante, rellena con grava gruesa en donde descargará la purga.

#### 3.2.4.- Válvulas.

- A) En ningún lugar de la red contra incendio se instalarán válvulas de globo ya que provocan una caída - excesiva de presión. En los casos de gabinetes para mangueras instalados en edificios se podrán utilizar válvulas de ángulo.
- B) En la descarga de las bombas contra incendio se instalarán válvulas de retención con el objeto de evitar que regrese a esta el agua cuando exista sobrepresión o se tenga otra fuente de alimentación.
- C) Para facilitar la reparación de la bomba y/o válvula de retención sin necesidad de sacar del servicio la red contra incendio, se instalará una válvula de compuerta de vástago ascendente en la descarga de la bomba después de la válvula de retención.
- D) Se deberá instalar válvulas de seccionamiento en cada fuente de alimentación ramal o anillo.

#### 3.2.5.- DISEÑO.

- A) Las condiciones básicas que se deben tomar en cuenta para lograr un buen diseño de la red contra incendio en las instalaciones Industriales, son las siguientes;

Consumo de agua, en litros por minuto ( L.P.M. )

Tiempo que se deberá mantener el suministro.

Presión que debe tener el agua en la salida de los hidrantes o monitores ( nunca menor a  $7 \text{ Kg/Cm}^2$  manométricos ) ver cálculo de la presión del hidrante en el capítulo V.

Estas tres (3) condiciones se dictaminarán de --  
acuerdo con las dimensiones de la instalación y --  
Equipo a Proteger.

- B) Los hidrantes deben ser diseñados para que por cada toma proporcionen los siguientes gastos.

| Diámetro Nominal | GASTO L.P.S. | (G.P.M.)    |
|------------------|--------------|-------------|
| 38 mm ( 1 1/2" ) | 6            | 95.11= 100  |
| 63 mm ( 2 1/2" ) | 16           | 253.63= 250 |

- C) Las pérdidas a través del hidrante no deberán ser mayores de  $0.14 \text{ Kg/cm}^2$  ( 2 Lb/Pug<sup>2</sup> ) al estar operando con su gasto máximo.
- D) Estos sistemas se componen generalmente de una --  
fuente de abastecimiento de agua con un volumen --  
tal que pueda satisfacer las necesidades de la demanda en caso de emergencia. Esta fuente de abas--  
tecimiento puede ser: primaria tal como ríos, la--  
gos o cualquier tipo de fuente natural, pozos, --  
servicios municipales; estos que se mencionaron en los párrafos anteriores corresponden a fuentes --

primarias, ahora las secundarias se considerarán a los tanques elevados a cisternas.

- E) Un equipo de bombeo, el cual proporcionará el agua en cantidad y presión necesarios de acuerdo con las necesidades y riesgos a proteger en cada caso.
- F) Una red de distribución de agua intercomunicada, de tal forma que generalmente forme circuitos cerrados en las áreas y zonas a proteger, de tal modo que puedan aislarse por medio de válvulas, contando además con sus respectivas salidas para hidrantes, monitores y sistemas fijos de aspersores y niebla, como se vió en la selección de alternativas de instrumentos en el sistema de seguridad, del capítulo II.
- G.A) Si la red de distribución de agua contra incendio se localiza en donde la fuente es un pozo profundo y el terreno es plano, se utilizará el pozo como fuente primaria, y un tanque elevado como fuente secundaria.
- G.B) Si la red de distribución de agua contra incendio se encuentra situada cerca de ríos, mar lagos o lagunas, o algún lugar similar; como es nuestro caso se considerará a estos como fuente primaria, y una cisterna y/o tanque elevado que debe considerarse como fuente secundaria, con sistema de bombeo.

- H) Los tanques de almacenamiento de agua (fuentes secundarias) deberán estar localizados en lugares seguros y de fácil acceso.
- I) En las redes de agua contra incendio que requieran ser presionadas por bombas estacionarias, deberán ser instaladas al menos dos bombas, una accionada por motor eléctrico y el relevo por cualquier otro medio de accionamiento, entre los cuales se podrían citar algunos de los más comunes y utilizados en las industrias Químicas, Petroquímica y la petrolera como son; motores de combustión interna, turbinas de vapor, turbinas de gas, etc. y cuando el tamaño del complejo industrial así lo permita y a su vez también el tamaño de la red de agua contra incendio, se deberá localizar más de una estación de bombeo.
- J) En los lugares donde el clima lo permita, y en áreas fuera de límite de batería de las instalaciones de una planta, la tubería se podrá instalar a la intemperie como nuestro caso es factible ya que las condiciones climatológicas de Campeche así lo permiten, ahora como comentario cabe mencionarse que en los lugares donde existe peligro de congelación, las zonas de instalaciones de plantas, y en áreas de tránsito, la tubería deberá ir subterránea. Y en las instalaciones de proceso la red de

tuberías estará distribuida en tal forma que generalmente formen anillos, para así poder instalar un máximo de 12 (doce) hidrantes en cada anillo lo cual estará en función al diámetro de la tubería.

- K) Se deberán instalar hidrantes en todas aquellas - áreas donde sean necesarios; pero en las áreas de proceso y almacenamiento de materiales combusti---bles, se tendrá un mayor número de ellos que en - las áreas de almacenamiento general, edificios administrativos y oficinas en general.
  
- L) Cuando sea necesario emplear monitores en áreas de instalaciones industriales y de almacenamiento de productos inflamables, su localización capacidad - y número de monitores, se decidirá de acuerdo con los riesgos de cada área en especial, y esto está fijado por los códigos del NFPA, VOL. VI, - SPRINKLERS, FIRE PUMPS AND WATER TANKS, y en el - código de API, BULLETIN RP 2001 FIRE PROTECCION IN REFINERIES.

### 3.2.6.- Condiciones de diseño.

- A) La fuente primaria deberá tener la capacidad suficiente para asegurar un suministro continuo. Por - tal motivo, es recomendable que en las instalaciones de proceso dicha fuente sea capaz de suminis---trar el 150% del gasto necesario para satisfacer - el riesgo mayor de la instalación durante un lapso de ocho horas como mínimo.

B) Capacidad de la fuente secundaria.

La fuente secundaria estará provista para ser capaz de mantener un suministro de fluido extintor en caso de incendio. Y en la capacidad de almacenamiento dependerá en gran parte de la extinción o sea de la localización y peligrosidad del área a proteger, sin embargo en los lugares donde no se tienen líquidos inflamables o materiales combustibles que produzcan fuego persistente la capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para que la bomba o bombas se accionen en un lapso de 30 minutos aproximadamente sin interrupción, con el máximo gasto previsible en caso de un siniestro declarado, para áreas de instalaciones industriales y su almacenamiento de productos inflamables, la capacidad de almacenamiento de agua contra incendio debe ser suficiente para que la bomba o bombas funcionen durante un período de 5 horas, de acuerdo con el gasto máximo previsible según los riesgos y tamaño que estas tengan, en otras instalaciones se cumplirá con lo establecido en las normas de seguridad aplicables, pudiéndose emplear el agua contenida en las torres de enfriamiento, plantas de tratamiento de aguas, etc. siempre y cuando no se vaya a ocasionar un problema mayor, pero dichos volúmenes no deberán considerarse como almacenamiento de la fuente secundaria debido a que solo se utilizarán en casos extremos.

C) Calidad del agua.

Los suministros de agua que contengan sales o materiales similares que puedan afectar los sistemas de protección contra incendio deberán evitarse en todo lo posible, de preferencia se debe utilizar agua - limpia y dulce que no sea potable. Para nuestro caso debido a que la plataforma de enlace se encuentra ubicada en el golfo de México (ó sea en la mar) se puede solucionar con un tratamiento previo al - fluido en iones  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  esta agua no deberá emplearse para alimentar otras líneas que no sea la - red contra incendio. "En las instalaciones que se - sienten con sistemas de aspersión siempre deberá emplearse agua limpia y dulce."

D) Espaciamiento máximo entre hidrantes y monitores.

En áreas de instalaciones de proceso y almacenamiento de productos altamente inflamables, los hidrantes se colocarán a una distancia de 30 a 50 m uno - con respecto al otro. En áreas de almacenamiento de productos inflamables a una distancia no mayor de - 60 m uno con respecto al otro. En áreas de edifi- - cios administrativos, oficinas y almacenes de pro- - ductos no inflamables a distancia de 75 a 90 m uno con respecto del otro, y en el caso de edificacio- - nes con varios pisos, cada piso deberá considerarse como un área diferente, en otras instalaciones se -

cumplirá con lo dispuesto por las normas correspondientes.

Los monitores se colocarán de acuerdo con el alcance que tengan con chorro y niebla, disposición, forma y riesgo inherente del equipo por proteger.

E) Diámetro de la tubería.

En las instalaciones de proceso y áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio será de 152 mm ( 6" ) y el número máximo de hidrantes y/o monitores por anillo será de (12). En otros casos, el diámetro de la tubería y la colocación de los hidrantes o monitores deberá determinarse tomando en cuenta el número de tomas, distancias y condiciones del lugar, considerando las disposiciones de las normas de seguridad aplicables.

F) Presión de operación.

La presión mínima en las tomas debe ser la necesaria para la operación de aparatos y dispositivos necesarios para cubrir los riesgos a proteger en cada caso particular, pero nunca menor de  $7\text{Kg/cm}^2$  manométricos ( $100\text{ Lb/Plg}^2$ ) en las condiciones más desfavorables y al 100% de la capacidad del sistema.

G) Velocidad de agua.

La velocidad recomendable del agua para la selección del diámetro de la tubería es entre 1.2 a 2.4 m/seg. (4 a 8 pies/seg.)

3.2.7.- Criterios de diseño.

A) Tuberías.

En áreas fuera de instalaciones industriales, caminos de tránsito y en lugares en donde el clima lo permita, la tubería se podrá instalar sobre el Rack principal (arreglo principal) o en trincheras poco profundas cubiertas con rejillas.

En áreas de instalaciones industriales, caminos o lugares donde la temperatura ambiente baje de cero grados centígrados se enterrará a una profundidad mínima de 75 cm. En las instalaciones de proceso y en sus áreas de almacenamiento, se deberá procurar que la red de agua contra incendio forme anillos que contengan 12 hidrantes como máximo, debiéndose instalar válvulas de seccionamiento en lugares que permitan aislar secciones del sistema de tuberías cuando hay necesidad de efectuar operaciones por mantenimiento o ampliaciones y en el caso de que exista más de una fuente de suministro se instalarán válvulas de seccionamiento en cada fuente.

- B) Para seleccionar la tubería se deberán considerar - como mínimo las siguientes limitaciones: capacidad, máxima presión de trabajo, condiciones del medio y del terreno, cargas externas y calidad de agua.
- C) Ahora bien como se va a manejar agua salada, se deberá efectuar un estudio por el departamento de tratamiento de materiales, que nos permita determinar el espesor total de la pared de los tubos, ya sea - aplicando tolerancias para corrosión de acero al - carbón o la utilización de algunos otros materia---les.
- D) En las tuberías enterradas se deberá proveer la protección contra efectos de cargas externas que pue--dan dañarla. Esta protección podrá llevarse a cabo por medio de trincheras camisas o una mayor profundidad de su instalación cuando pase bajo vías de - FF.CC. o calles de tránsito pesado, la tubería se - instalará a una profundidad mínima de 1.30 m (está--profundidad deberá medirse desde la parte superior--del tubo al nivel del piso terminado), pudiéndose - proteger además con una camisa que permita una am--plitud de 10 cm. como mínimo, la tubería no deberá--pasar bajo construcciones o bodegas.

### 3.2.8.- Selecciones de bombas.

- A) Estas bombas deberán 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 corro-- sión deberán ser fabricadas de material resistente a la misma.
- B) Las bombas horizontales deben ser usadas cuando el - nivel mínimo de succión esta arriba del eje de la - bomba.
- C) Cuando no se tenga una carga positiva en la succión, como en aquellos casos en que se deba extraer el - agua de pozos profundos, cisterna, etc., se recomienda emplear bombas del tipo turbina vertical, debiénd-- dose tener en cuenta que los impulsores de la bomba-- deben colocarse abajo del nivel dinámico.
- D) Las bombas pueden ser accionadas por motor eléctrico turbina de vapor o motor de combustión. El acopla--- miento puede hacerse flexible, con engranes o cajas-- multiplicadoras (Reductores) de engranes. La bomba - y tuberías de succión y descarga deben estar arregladas de tal manera que exista espacio suficiente para facilitar la operación y mantenimiento.

- E) Cuando existan instaladas bombas verticales dentro - de casetas, estas deberán tener el techo lo suficientemente alto para facilitar la extracción de ellas.
- F) No se permitirá el uso de válvulas de globo en ningún lugar de las redes de agua contra incendio.
- G) En cada línea de descarga de las bombas contra incendio se instalará una válvula de retención, debiendo localizarse esta lo más cercano posible a la bomba.

### 3.2.9.- Criterios de cálculo.

- A) Tubería. Para calcular la red de distribución de agua contra incendio se deberá procurar que:
  - A.a) La presión disponible en el hidrante de localización más desfavorable, sea de  $7 \text{ Kg/cm}^2$  ( $100 \text{ Lb/plg}^2$ ).
  - A.b) El gasto proporcionado sea suficiente para aumentar la cantidad de mangueras monitores y/o cualquier otro sistema contra incendio que deba emplearse simultaneamente, más 20% a 30% de exceso para absorber posibles fugas y/o conexiones adicionales.
- B) Para calcular la velocidad, caída de presión o gasto en cualquier tramo de la red contra incendio se puede hacer uso de las formulas de Hazen y Williams indicadas a continuación.

PARA VELOCIDAD.

$$V = Cr^{0.63} s^{0.54}$$

PARA CAIDA DE PRESION

$$AP = \frac{4524 Q^{1.085}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

PARA GASTO

$$Q = \frac{Cd^{2.63} AP^{0.54}}{94.19}$$

DONDE:

v= Velocidad en pies/seg.

r= Radio hidráulico

s= Pendiente

Q= Gasto en galones por minuto

C= Coeficiente de Hazen y Williams para el tubo (depende del material y tiempo de uso.)

AP= Caída de presión en Lb/plg<sup>2</sup> por cada 1000 pies.

d= Diámetro interior del tubo en plg.

- C) El coeficiente "C" utilizado para cálculo del gasto y la caída de presión, será el que se indica a continuación.

CLASE DE TUBERIA.

COEFICIENTE "C"

|  |     |
|--|-----|
| Tubería de fierro fundido,<br>hierro o tubería de acero<br>con superficie interior --<br>lisa. _____ | 120 |
| Tubería nueva de acero _____   | 140 |
| Tubería con 10 años de uso _____   | 110 |
| Tubería con 15 años de uso _____   | 100 |
| Tubería con 20 años de uso _____   | 90  |
| Tubería con 30 años de uso _____   | 80  |

Para lograr la seguridad y protección contra incendio en la plataforma de enlace deberán considerarse los siguientes criterios:

El sistema deberá permitir la intercomunicación entre dos o más personas empleando equipo telefónico con capacidad de hasta cinco canales.

El equipo telefónico deberá permitir el voceo a través de altoparlantes, instalados estos en el exterior de la plataforma, y sobre todo en lugares donde se encuentre la mayor concentración de personal.

El mismo equipo deberá permitir la intercomunicación desde el puente hacia la plataforma de producción y deberá hacerse unicamente hacia las plataformas instaladas a los lados (ver plano No. P - V - 3).

El sistema deberá permitir alertar al personal en caso de peligro, a través de señales automáticas y manuales que provengan de los tableros contra incendio (cuarto de instrumentos) así como de las estaciones manuales.

Ahora bien el sistema de seguridad que se integrará, este trabajo es en base a la descripción del diagrama de flujo del sistema de seguridad de la plataforma (fig. No. V-1), dicho sistema deberá ser completamente independiente, es decir deberá estar ubicado en un circuito de control (loop de control), pero a su vez este deberá estar interconectado al monitoreo del tablero maestro de la plataforma. Este sistema estará provisto de controles interfase entre el pozo de producción y el equipo de producción.

## CAPITULO IV

### DATOS DE LA PLATAFORMA DE ENLACE

#### 4.1.- Datos generales de diseño.

La plataforma de enlace del complejo AKal "C" de la sonda Campeche ha sido diseñada para facilitar la interconexión de las tuberías submarinas que entran y salen del complejo Pech, con los diferentes cabezales de recepción localizados en esta plataforma.

Durante el análisis que se han efectuado en el comportamiento de las estructuras del soporte para plataformas, nos encontramos que para poder dar unas condiciones seguras de operación de la plataforma deberemos evitar posibles fallas de las estructuras originadas por coaliciones o requerimientos originadas por el medio ambiente, es evidente que la plataforma no se diseñara para que permanezca en pie después de un impacto con un barco, sino que su capacidad de resistencia se fijará para soportar durante su vida útil los requerimientos ocasionados por la condición de operación más desfavorable o las originadas por el medio ambiente cuya magnitud y probabilidad de ocurrencia está referida a la vida útil de la misma.

El buen funcionamiento de una plataforma marina dependerá de su integridad estructural, razón por lo cual al iniciar el diseño de una plataforma, es necesario establecer en forma simultánea, los requisitos operacionales y los criterios de análisis y diseño, y lograr que los de construcción sean prácticos y costo razonable.

El análisis y diseño estará condicionado a:

- A) Tipo de plataforma, funcionamiento y operación.
- B) Cargas de operación
  - 1.- Perforación
  - 2.- Producción
  - 3.- Almacenamiento
  - 4.- Sistemas auxiliares
- C) Cargas del medio ambiente.
  - 1.- Oleaje y corrientes
  - 2.- Viento
  - 3.- Sismo
- D) Cargas de fabricación.
  - 1.- Ensamble
  - 2.- Colocación en la embarcación de transporte.
- E) Carga de instalación
  - 1.- Transporte de la plataforma
  - 2.- Instalación por levante
  - 3.- Instalación por botadura
  - 4.- Flotación, estabilidad y rotación
  - 5.- Instalación de cubiertas y pilotes.
- F) Combinación de cargas.
- G) Diseño.- Una vez conocidos todos los elementos mecánicos que obran sobre la estructura, el siguiente paso consiste en diseñar los miembros, para resistir los esfuerzos máximos a que se encuentre sujeto

el miembro como resultado de las distintas combinaciones de carga pasando en seguida al diseño y detalle de las conexiones de los mismos.

Ahora bien la plataforma estará constituida por: - una subestructura piramidal totalmente tubular, que se apoyará en el lecho marino, siendo sus elementos principales cuatro marcos trapezoidales formados cada uno por un par de columnas y espaciados uno del otro 13.72m (45'.0") a la elevación de + 4.87m (+16'.0") sobre el nivel medio del mar (N.M.M). Esta se fijará al lecho marino por medio de 8 pilotes que serán insertados a través de las columnas y se soldarán en su extremo superior a la columna correspondiente, en la elevación + 4.44m (+14'-6"). Los pilotes serán tubulares de acero con punta abierta para poder recibir los servicios auxiliares requeridos desde las barcasas, la plataforma contará con dos embarcaderos y con dos escaleras retráctiles.

Así mismo una subestructura que constará de cuatro-marcos sin pendiente formados cada una por un par de columnas y espaciados uno del otro 13.72m (45'-0). Esta se fijará a los pilotes a la elevación de +4.877 (+16'-0"). La super estructura contará con una cubierta a una elevación de +15.85m (52'-0") sobre el nivel medio del mar , con dimensiones en planta de 51.15m x 23.72m (167'-9 3/4"x77'93/4"), su sistema de piso

estará constituido por trabes armadas y largueros de secciones laminadas para servir de apoyo al piso de rejilla galvanizada de barras dentadas, a la cual se le dejarán los huecos necesarios para apoyar los equipos directamente en los largueros.

El equipo que estará instalado en esta plataforma serán: lanzadores y recibidores de diablos, grúa de pedestal, una unidad hidráulica, dos balsas inflables del mismo tipo y capacidad que las usuales en otras plataformas y sistema de recolección de drenaje aceitoso y químicos, además todos los cabezales, cuellos de ganso y tuberías de servicios requeridos.

Además se sabe que la plataforma de enlace estará conectada a la plataforma de perforación por medio de un puente cuya longitud estará determinada según la ubicación del complejo y que a la vez también la de enlace estará preparada para recibir otro puente procedente de la plataforma de producción.

Recomendación: La plataforma deberá diseñarse conforme a las consideraciones del Instituto Americano del Petróleo (API) según los códigos API-RP-2A; AP-RP-26; API-24 y API-RP-2Xm.

4.2.- Datos de la ubicación de la plataforma en la bahía de Campeche.

Orientación SW  $45^{\circ} - 59' - 30''$

Altura de marea astronómica en condiciones ambientales de operación: 2.5 Ft (0.76m)

Altura de marea astronómica en condiciones de tormenta 3.4 Ft (1.04m)

Altura de ola en condiciones ambientales de operación: 24 Ft (7.32m)

Altura de ola en condiciones de tormenta: 56.1 Ft (17.10m).

Perfil de corrientes a lo largo del tirante en condiciones ambientales de operación.

| Profundidad<br>(%) | Velocidad<br>(Ft/seg) | Velocidad<br>(m/seg) |
|--------------------|-----------------------|----------------------|
| 0                  | 2.00                  | 0.61061              |
| 10                 | 1.86                  | 0.567                |
| 20                 | 1.72                  | 0.524                |
| 30                 | 1.58                  | 0.482                |
| 40                 | 1.44                  | 0.439                |
| 50                 | 1.32                  | 0.402                |
| 60                 | 1.18                  | 0.360                |
| 70                 | 1.04                  | 0.317                |
| 80                 | 0.90                  | 0.274                |
| 90                 | 0.68                  | 0.207                |
| 100                | 0.28                  | 0.085                |

NOTA: El % de profundidad esta tomado en base a la longitud que tienen los pedestales de la plataforma, debido a que en esa sección es donde existe mayor esfuerzo mecánico.

Perfil de corrientes a lo largo del tirante en condiciones de tormenta.

| Profundidad<br>(%) | Velocidad<br>(Ft/seg) | Velocidad<br>(m/seg) |
|--------------------|-----------------------|----------------------|
| 0                  | 3.30                  | 1.006                |
| 10                 | 3.00                  | 0.914                |
| 20                 | 2.80                  | 0.853                |
| 30                 | 2.60                  | 0.792                |
| 40                 | 2.40                  | 0.732                |
| 50                 | 2.10                  | 0.640                |
| 60                 | 1.90                  | 0.579                |
| 70                 | 1.70                  | 0.518                |
| 80                 | 1.40                  | 0.427                |
| 90                 | 1.10                  | 0.335                |
| 100                | 0.40                  | 0.122                |

## Vientos.

Velocidad por periodos de 1 min. 149 MPH, (240 Km/h)  
Velocidad por periodos de 1/2 Hora 124 MPH, (200 Km/h)  
Velocidad por periodos de 1 Hora 118 MPH, (190 Km/h)  
Velocidad por periodos de 3 Horas 105 MPH, 169 Km/h)  
Velocidad de rafaga máxima instantánea 180 MPH -  
(290 Km/h).

## Temperaturas.

Máxima ambiental en verano 23°C  
Mínima ambiental en invierno 20°C  
Máxima promedio 33°C  
Mínima extrema 20°C  
Promedio del mes más caliente. 38°C

## Humedad relativa.

Máxima 100%  
Mínima 87.7%  
Diseño 100%

## Precipitación pluvial

Máxima 68 mm/hr.  
tirante de agua: 257 Ft (78.334m)

Una vez ya conocidos los tópicos generales acerca - del diseño de la plataforma, procederemos hablar del pro- ceso de enlace tomando en consideración las bases de di- seño.

#### 4.3.- Descripción del proceso de la plataforma de enlace

Esta plataforma tiene por finalidad recolectar las - líneas submarinas que se interconectarán a algunos de - los siguientes cabezales: crudo en dos fases, crudo bom- beado, gas a baja presión, gas a alta presión. Los cabe- zales anteriores alimentarán a las plataformas de pro- ducción y/o servirán para dar salida al crudo bombeado ó el gas comprimido hacia tierra.

Ahora bien para las operaciones anteriores la plata- forma de enlace dispone de los siguientes cabezales en - los cuales especificaremos las condiciones de operación- recomendables sujetos a consideraciones de ingeniería.

##### Cabezal No. 1

Fluido: crudo en dos fases.

Ductos submarinos conectados: Ducto 1, Ducto 2, Ducto 3, Ducto 4.

Ductos conectados por puente de tuberías: uno de la pla- taforma de (KU.407) producción y otro hacia la platafo- ma de perforación (PB-KUH-1).

Presión de diseño: 1320 psig.  
Temperatura de diseño: 230°F (110°C).  
Diámetro: 24" (609.6mm).

Cabezal No. 2

Fluidos: crudo bombeado

Ductos submarinos conectados: Ducto 1, Ducto 2, Ducto 3,  
Ducto 4.

Ductos conectados por puente de tuberías: uno de la plataforma de (KU-407) producción y otro de la plataforma - de perforación (PB-KUH-1)

Presión de diseño: 1320 psig.  
Temperatura de diseño: 160°F (71.1°C).  
Diámetro: 36" (914.4mm).

Cabezal No. 3

Fluido: Gas de baja presión

Ductos submarinos conectados: Ducto 6, Ducto 7, Ducto 8,  
Ducto 9.

Ductos conectados por puente de tuberías: uno de CB-KUH-1  
Presión de diseño: 1320 psig.  
Temperatura de diseño: 230°F (110°C)  
Diámetro: 24". (609.6mm).

Cabezal No. 4.

Fluido: Gas de alta presión.

Ductos submarinos conectados: Ducto 6, Ducto 7, Ducto 8, Ducto 9.

Ductos conectados por puente de tuberías: uno de plataforma de perforación.

Presión de diseño: 1320 psig.

Temperatura de diseño: 160°F (71.1°C).

Diámetro: 36". (914.4mm).

El equipo mayor de proceso, (como es: Turbo compresor tanque receptor de diesel, tanque de almacenamiento e - inhibidor de corrosión, tanque hidroneumático. Se ubicará de acuerdo a cada uno de los ductos submarinos que - llegarán o saldrán de la plataforma y tendrán instalados un rehervidor o lanzador de diablos para la limpieza de las líneas submarinas. Las condiciones de diseño (presión, temperatura y tamaño) serán las que correspondan a cada ducto.

Tabla IV-1a  
(Condiciones de operación)

| Diámetro                              | Ducto1<br>36"      | Ducto2<br>36" | Ducto3<br>24"      | Ducto4<br>36" |
|---------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| Origen                                | KU-407             | KU-407        | KU-487             | E-KUA-1       |
| Destino                               | E-KUA-1            | E-KUA-1       | E-KUA-1            | E-NA-1        |
| Sentido                               | Sencillo           | Sencillo      | Sencillo           | Sencillo      |
| Fluido                                | Crudo dos<br>fases | Gas           | Crudo dos<br>fases | Gas           |
| Presión<br>de operación.<br>(Psig)    | 360                | 160           | 360                | 1100          |
| Temperatura de<br>operación -<br>(°F) | 200                | 200           | 200                | 130           |
| Presión<br>de diseño -<br>(Psig)      | 1320               | 1320          | 1320               | 1320          |
| Temperatura de<br>diseño.<br>(°F).    | 230                | 230           | 230                | 250           |

(Continua)

Tabla IV-1b  
(Condiciones de operación)

|  | Ducto5                  | Ducto6                  | Ducto7                  | Ducto8   | Ducto9              |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---------------------|
| Diámetro   | 36"                     | 24"                     | 20"                     | 36"      | 36"                 |
| Origen   | E-KUA-1                 | KU-47                   | KU-1292                 | E-KUA-1  | E-KUA-1             |
| Destino  | AKAL-1                  | E-KUA-1                 | E-KUA-1                 | IHTOC    | IHTOC               |
| Sentido  | Sencillo                | Sencillo                | Sencillo                | Sencillo | Sencillo            |
| Fluido   | Crudo<br>dos fa-<br>ses | Crudo<br>dos fa-<br>ses | Crudo<br>dos fa-<br>ses | Gas      | Crudo -<br>bombeado |
| Presión<br>de ope-<br>ración.<br>(Psig)          | 360                     | 360                     | 360                     | 1100     | 1100                |
| Tempera-<br>tura de<br>opera-<br>ción. -<br>(°F) | 200                     | 200                     | 200                     | 130      | 200                 |
| Presión<br>de dise-<br>ño.                       | 1320                    | 1320                    | 1320                    | 1320     | 1320                |
| Tempera-<br>tura de<br>diseño-<br>(°F)           | 230                     | 230                     | 230                     | 230      | 230                 |

#### 4.4.- Servicios auxiliares.

Dentro de los servicios auxiliares con que cuenta la plataforma, son: agua de servicios, agua potable, aire de planta, diesel, sistema de drenaje. Pues bien el agua de servicios, tiene una fuente de suministro cuyo origen proviene de la mar recibándose por puente desde la plataforma de perforación adyacente en una primer etapa y de producción adyacente posteriormente.

El agua potable, será suministrada desde la plataforma de perforación adyacente en una primera etapa y de producción adyacente posteriormente, a través de tubería por puente. Esta tiene por finalidad alimentar a los bebederos.

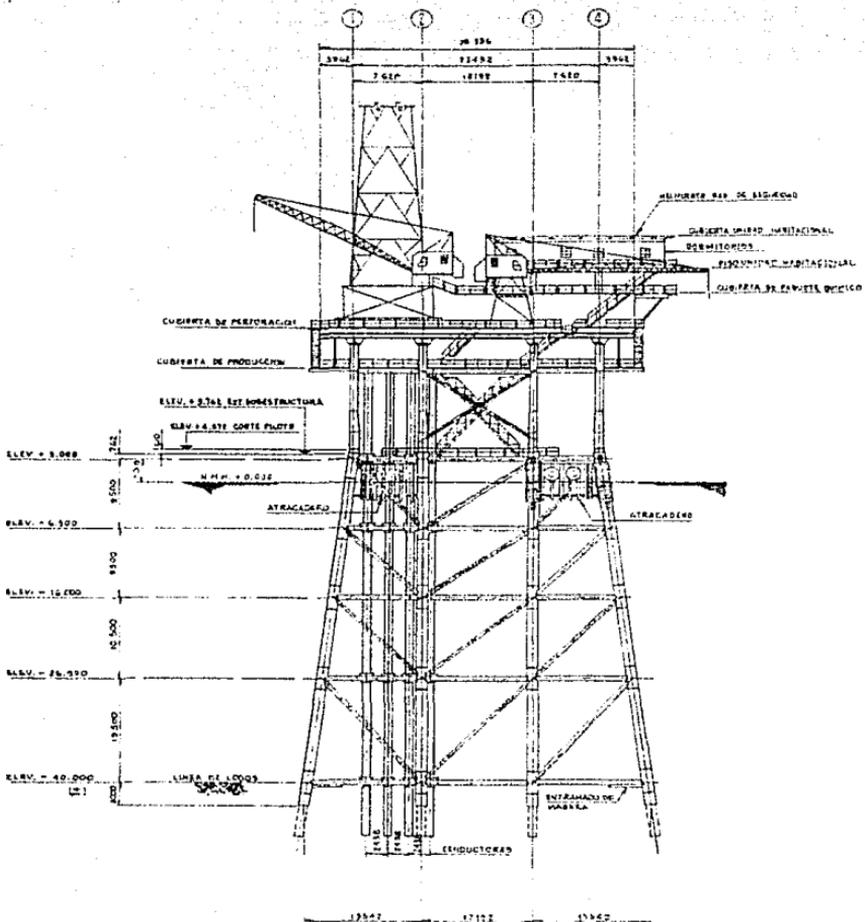
El aire de planta, es suministrado desde la plataforma de perforación adyacente en una primera etapa y de la producción adyacente posteriormente a través de tubería por puente, teniendo una presión de suministro: 125 psig (normal) este aire alimentará a la red de instrumentos de equipo de proceso, así como los de la red contra incendio instrumentación de válvulas de diluvio y sistemas de presurización del equipo eléctrico que así lo requiera.

El combustible utilizado es el diesel, empleado para alimentar a las bombas de la brigada contra incendio.

En lo que concierne al sistema de drenajes durante el proceso se utilizará un tanque colector para este fin, en donde se tendrá por finalidad recuperar el fluido que manejan los equipos como son aceite y crudo. El sistema de almacenamiento a emplear será del tipo atmosférico, dicha recuperación será mediante una bomba eléctrica del tipo centrifuga y el destino de la carga llegará a tratamiento en perforación.

La grúa se empleará única y exclusivamente para servicios de mantenimiento.

Nota: Para mayor entendimiento revisar el plano de localización general de equipo de la plataforma y la figura de vista lateral de la plataforma y la plataforma. Ver fig. IV-1.



|  |  |                    |  |                      |
|--|--|--------------------|--|----------------------|
|  |  | S. FLORES          |  | PLATAFORMA DE ENLACE |
|  |  | TESIS PROFESIONAL  |  |                      |
|  |  | UNAMFESC FI 0-IV-1 |  |                      |

La función de la plataforma de enlace, KU-407 que forma parte de un complejo central tipo PECH, la cual como se anotó anteriormente se diseñó con el fin de proporcionar interconexiones necesarias entre los ductos de transporte de hidrocarburos de las plataformas cercanas (perforación producción y compresión), así como de los complejos que se encuentran en la periferia y las líneas de envío de hidrocarburos a otros campos, permitiendo así la integración y distribución en forma adecuada.

Esta plataforma podrá manejar crudo en dos fases, crudo-estabilizado, gas de alta presión, gas de baja presión y gas combustible procedente de otras plataformas.

Ahora bien el diseño del sistema nos propone el empleo de ductos para uso múltiple, de manera que los ductos que durante la primera fase manejan mezcla gas aceite posteriormente manejarán crudo estabilizado, a excepción del ducto que maneja la mezcla gas-aceite proveniente de la plataforma de perforación cercana.

Así mismo los ductos que manejan gas de baja presión provenientes de los complejos periféricos, en etapas subsiguientes podrán conducir gas de alta presión.

Y de acuerdo a la secuencia de instalación de las plataformas que integran al complejo PECH, se consideró que para que la plataforma de enlace proporcione la

flexibilidad necesaria para un funcionamiento adecuado - durante las tres fases operativas.

La capacidad máxima de la plataforma de enlace estará determinada en función de la capacidad de diseño de - las plantas de origen o de destino de las distintas -- corrientes de hidrocarburos que se manejan en la misma.

#### 4.5.- Flujos por corriente.

Los flujos que se manejan en tales corrientes, se - enlistan a continuación:

Corriente "Mezcla gas-aceite", en la plataforma se - podrá manejar un flujo de dicha mezcla aproximadamente - de 800 MBPD de crudo estabilizado, estos flujos proven-- drán de hasta cuatro plataformas cercanas y/o de otro - complejo central, durante la primera fase.

La corriente que maneja al crudo estabilizado mane-- jará un flujo de aproximadamente 800 MBPD de crudo esta-- bilizado, provenientes de hasta 4 plataformas de produc-- ción, cada una con una capacidad de 200 MBPD. Alternati-- vamente, la plataforma podrá recibir crudo estabilizado-- de otro complejo central, sin sobrepasar el límite de - 800 MBPD, esta operación se efectuará en la segunda y - tercera fase de desarrollo de la plataforma.

Corriente que maneja gas a baja presión. El flujo máximo de gas a baja presión que manejará la plataforma, corresponderá al flujo proveniente de dos complejos operando a la presión de separación necesaria para enviar el gas hasta otra plataforma donde se lleve a cabo su compresión. Si la plataforma cuenta con estación de compresión no será necesario utilizar esta última etapa.

La corriente de gas de alta presión, en donde el flujo manejado podrá ser hasta 400 MMPCD de gas de alta presión provenientes de cuatro plataformas de compresión cercanas cada una con una capacidad de 100 MMPCD.

Nota: La plataforma podrá manejar gas de presión proveniente de otro complejo central siempre y cuando no rebase su capacidad y ambos casos operan en la tercera fase operativa del sistema.

**CAPITULO V**  
**CALCULOS**

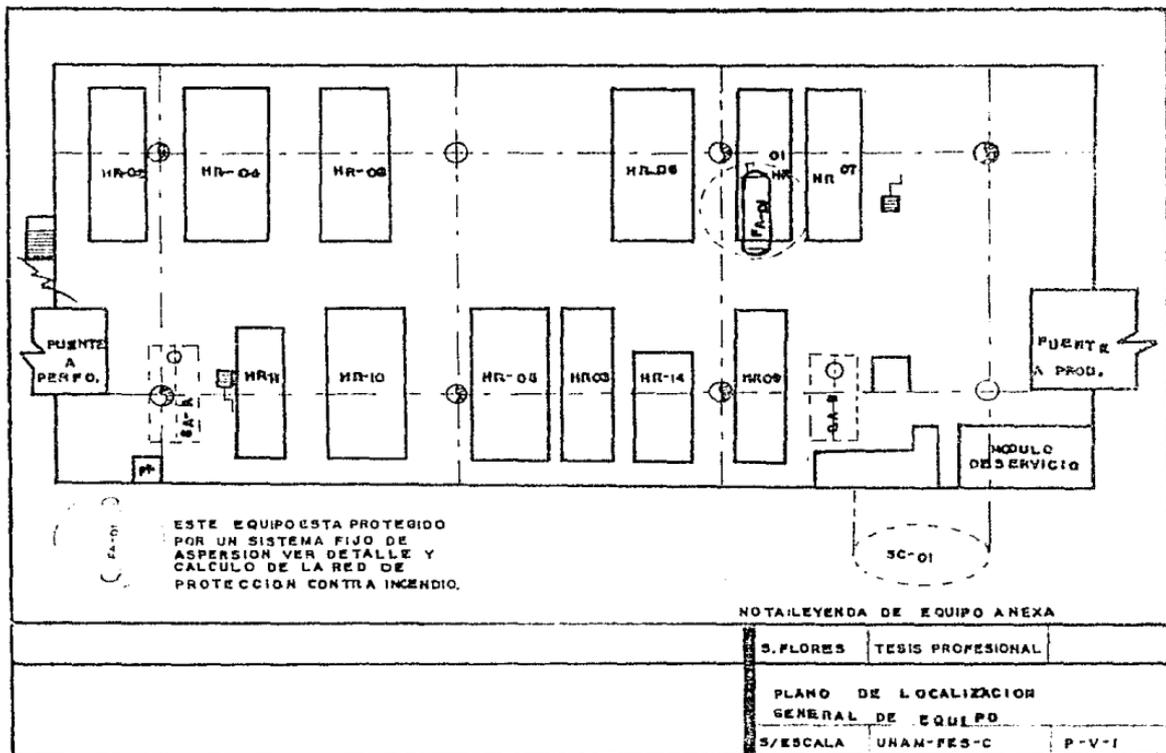
## 5.- Introducción.

Durante el desarrollo de este capítulo, nos avocamos a la protección del tanque receptor de drenajes, debido a que es considerado como equipo crítico. Por tal motivo es de especial interés la protección del tanque, su alto riesgo de generar un siniestro estriba en que; al tanque confluyen las líneas de las plataformas adyacentes, y en determinado momento se pueden generar reacciones químicas que liberarán energía de acuerdo a la posición del tanque, el cual se encuentra ubicado a un costado de los lanzadores y receptores de diablos, estas son líneas de recepción y emisión de producto del campo de explotación mismos que tienen una presión ya determinada de operación. En el caso en que se llegara a producir un incendio en el tanque, por la radiación que se genere hacia los lanzadores o bien receptores, la presión de trabajo en las líneas se vería incrementada debido a la temperatura que se irradia desde el tanque. Ante tal situación las válvulas de seguridad y/o alivio no alcanzarían a relevar a todo el proceso y se ocasionaría en ese momento un incendio no controlable. Para mayor detalle ver plano de localización general de equipo plano P-V-1.

Por tal motivo es necesario tener bien debida la zona a proteger, para que en el caso que se produjera un siniestro el sistema actuará en cascada inundando los equipos que registren alta temperatura.

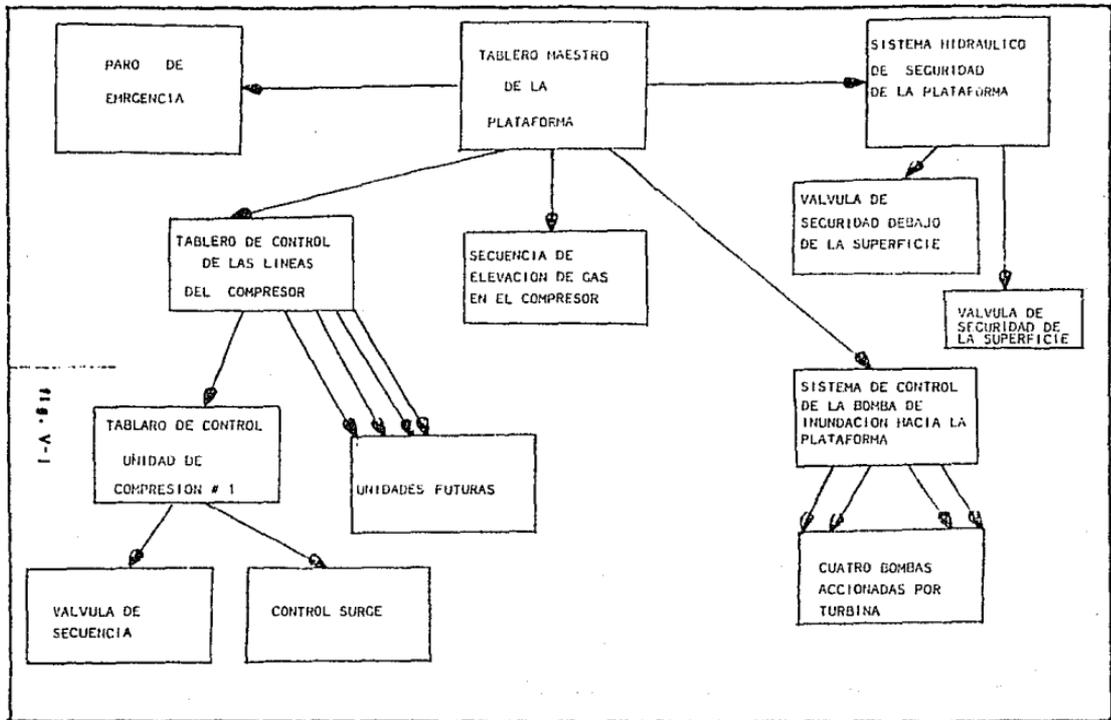
Los dispositivos de acción serán: Hidrantes con monitor y sistemas de aspersión tipo cargada, esto se puede apreciar a detalle en el circuito contra incendio de la plataforma ver plano P-V-2.

Así mismo se ubican los planos de: detección de sistemas contra incendio, y diagrama de tubería de anillo contra incendio de la plataforma, la presentación de estos diagramas es con la finalidad de ubicar la dimensión de la plataforma, los calculos del anillo contra incendio no se efectuan ya que su metodología es idéntica a la empleada en el tanque receptor.



## LEYENDA DE EQUIPO

FA-01 RECEPTOR DE DRENAJES  
GA-01/R BOMBA DE TRANSFERENCIA  
GA-A/B BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO  
HR-01 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-1  
HR-02 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-2  
HR-03 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-3  
HR-04 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-II  
HR-05 LANZADOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO A OTROS  
CAMPOS  
HR-06 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-II  
HR-07 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-II  
HR-08 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-II  
HR-09 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-III  
HR-10 LANZADOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-III  
HR-11 RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS COMBUSTIBLE  
HR-12 LANZADOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS COMBUSTIBLE  
A PECH-III  
PA-01 CENTRAL HIDRAULICA  
PI-01 CUARTO DE INSTRUMENTOS

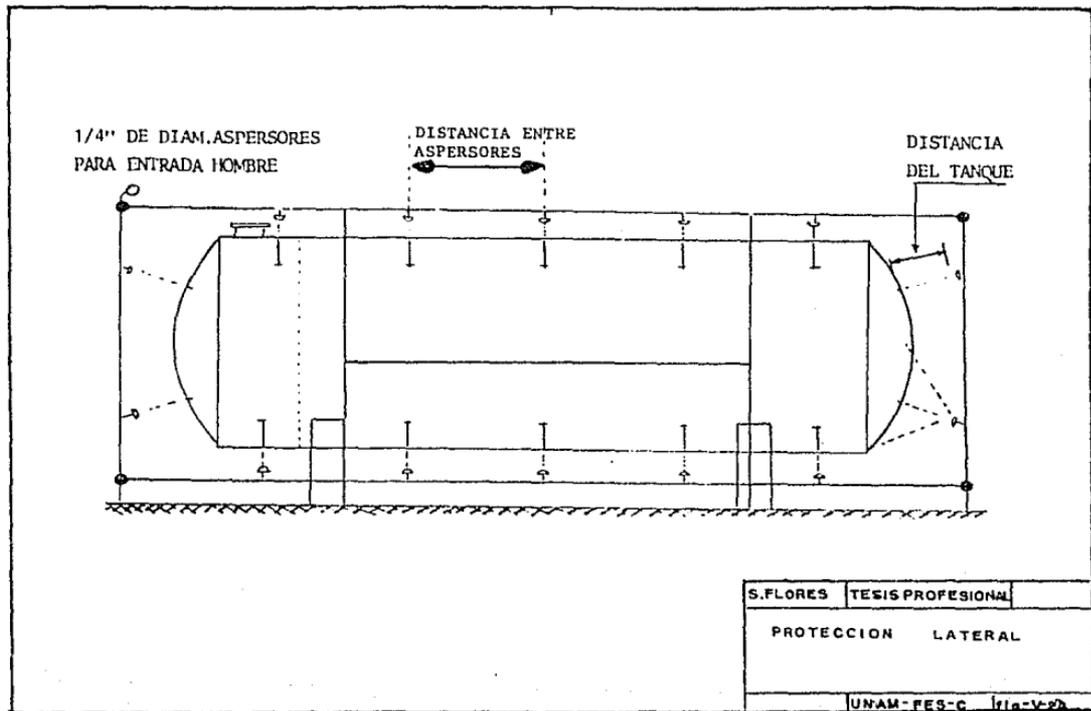


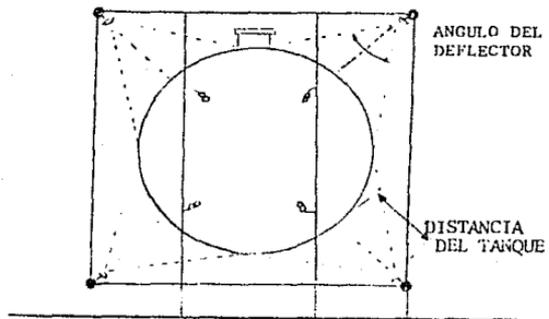
| CLAVE DEL EQUIPO | EQUIPO A PROTEGER                                     | TIPO DE INCENDIO | METODO DE EXTINCION | AGENTE EXTINTOR | SISTEMA DE ACCION | DISPOSITIVO DE ACCION |
|------------------|---|------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| FA-01            | RECEPTOR DE DRENAJES                                  | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| GA-01/R          | BOMBAS DE TRANSFERENCIA                               | C                | SOFOCAMIENTO        | POLVO QUIMICO   | A/L               | NEUMATICO             |
| GA - A/B         | BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO                        | C                | SOFOCAMIENTO        | POLVO QUIMICO   | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 01          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-1         | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 02          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-2         | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 03          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH-3         | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 04          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO PECH- 11       | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 05          | LANZADOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE CRUDO A OTROS CAMPOS | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 06          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-11       | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 07          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH-11       | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 08          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH - 11     | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 09          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS DE PECH - 111    | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 10          | LANZADOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS A OTROS CAMPOS   | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |
| HR - 11          | RECEPTOR DE DIABLOS DEL DUCTO DE GAS COMBUSTIBLE      | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA            | A/L               | NEUMATICO             |

| CLAVE DEL EQUIPO   | EQUIPO A PROTEGER  | TIPO DE INCENDIO | METODO DE EXTINCION | AGENTE EXTINTOR                   | SISTEMA DE ACCION | DISPOSITIVO DE ACCION |
|--|--|------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| HR - 12  | LANZADOR DE DIABLOS DEL DUCTO GAS COMBUSTIBLE A PECH-III | B                | ENFRIAMIENTO        | AGUA                              | A/L               | NEUMATICO             |
| PA - 01  | CENTRAL HIDRAULICA                                       | C                | SOFOCAMIENTO        | ESPUMA QUIMICA<br>ESPUMA MECANICA | A/L               | NEUMATICO             |
| PI - 01  | CUARTO DE INSTRUMENTOS                                   | C                | SOFOCAMIENTO        | ESPUMA QUIMICA<br>ESPUMA MECANICA | A/L               | NEUMATICO             |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
|  |  |                  |                     |                                   |                   |                       |
| <p>NOTA: Para mayor detalle, véase plano de "Detección y Sistema Contra Incendio" Complejo Akal - Plataforma de Enlace; así como el Diagrama de Tuberías e Instrumentos del anillo de -- agua Contra Incendio.</p> <p>A/L = AUTOMATICO Y LOCAL</p> |  |                  |                     |                                   |                   |                       |

AREA DE COBERTURA  
DE LOS ROCIADORES

| TIPO DE RIESGO                             | AREA DE COBERTURA POR ASPERSOR | ESPACIAMIENTO MAXIMO |
|--|--------------------------------|----------------------|
| LIGERO                                     | 130 a 200 Pies <sup>2</sup>    | 15 Pies              |
| MEDIO:<br>SIN ALTAS PILAS DE<br>ALMACENAJE | 130 Pies <sup>2</sup>          | 15 Pies              |
| MEDIO:<br>CON ALTAS PILAS DE<br>ALMACENAJE | 100 Pies <sup>2</sup>          | 12 Pies              |
| ALTO                                       | 90 Pies <sup>2</sup>           | 12 Pies              |

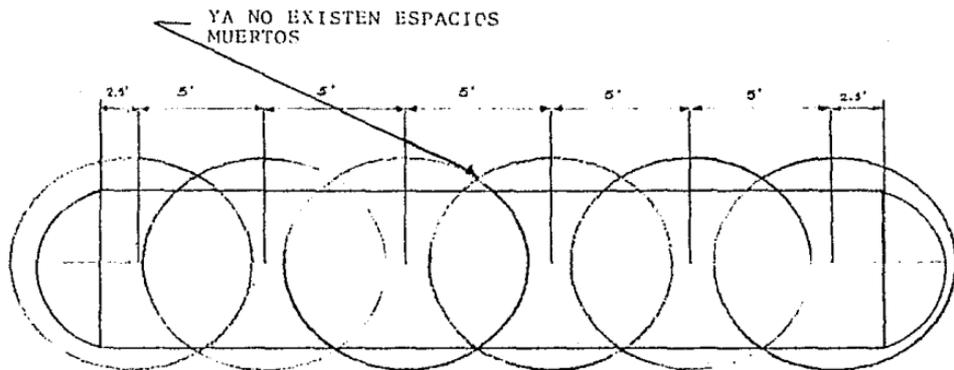




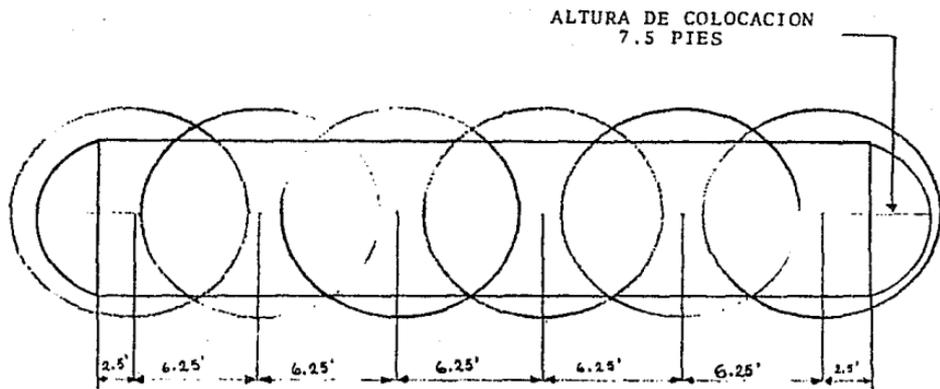
|                         |                   |          |
|-------------------------|-------------------|----------|
| S. FLORES               | TESIS PROFESIONAL |          |
| PROTECCION DE LAS TAPAS |                   |          |
|                         | UNAM-FES-C        | Fig-V-2B |



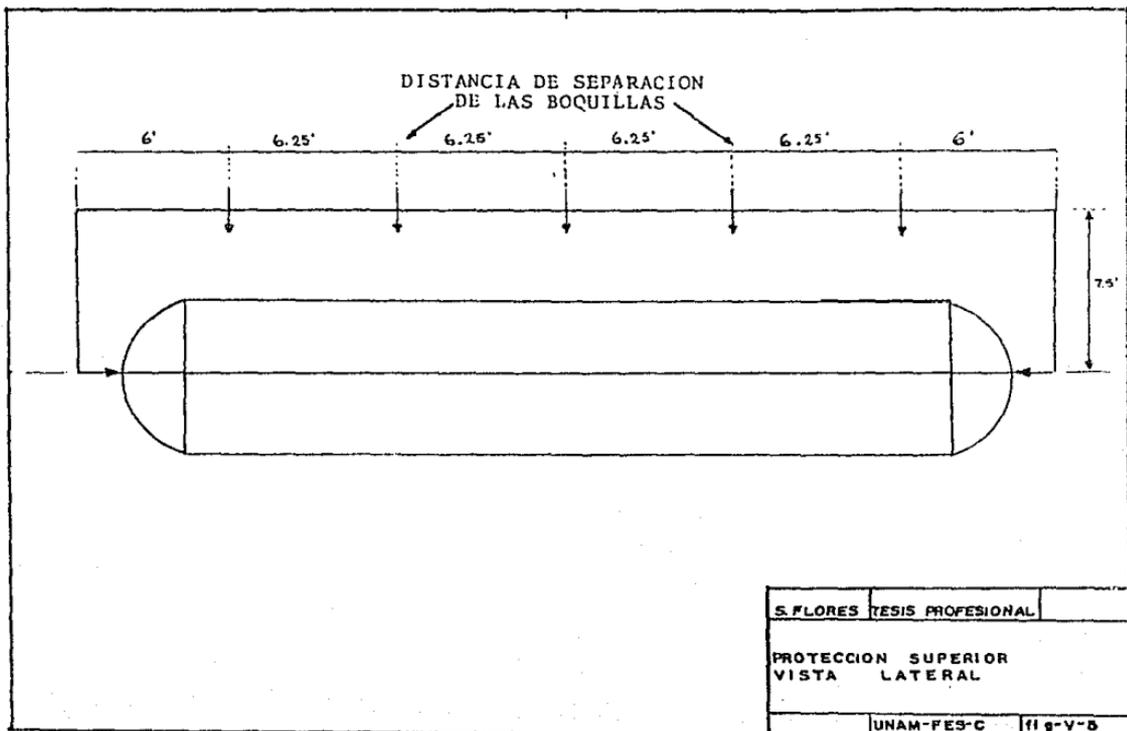
|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| S.FLORES                        | TESIS PROFESIONAL |
| DISTRIBUCION INFERIOR 1A OPCION |                   |
| UNAN FES-C                      | 198 - V-3         |

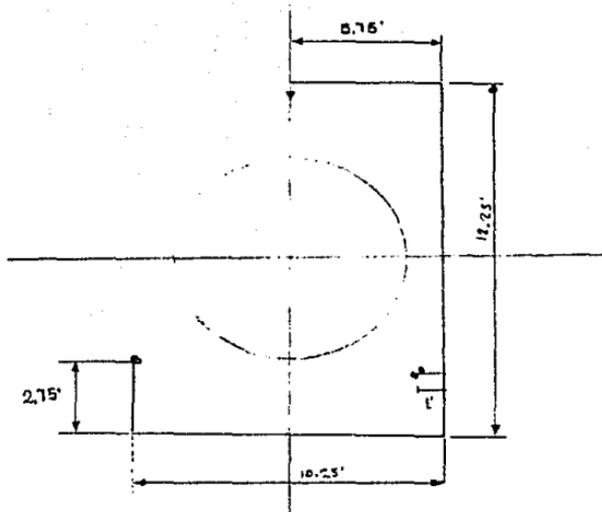


|  |                   |
|--|-------------------|
| S. FLORES                              | TESIS PROFESIONAL |
| PARTE INFERIOR DEL TANQUE<br>2a OPCION |                   |
| UNAM-FES-C                             | 19-V-4A           |



|                           |                   |          |
|---------------------------|-------------------|----------|
| S. FLORES                 | TESIS PROFESIONAL |          |
| PARTE SUPERIOR DEL TANQUE |                   |          |
|                           | UNAM-FES-C        | 119-V-4B |





|               |                   |
|---------------|-------------------|
| S.FLORES      | TESIS PROFESIONAL |
| VISTA FRONTAL |                   |
| UNAM-FES-C    | fig-V-6           |

5.1.- " CALCULO PARA LA PROTECCION DE UN TANQUE"

- 1.- CALCULO DEL AREA A PROTEGER PARA EL CUERPO:

$$A = \pi * D * L$$

- 2.- PARA LAS TAPAS:

TIPO PLANA  $A = \frac{\pi * D^2}{4}$

TIPO ESFERICA  $A = \pi \left\{ \frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{DL}{3} \right\}$

FONDO ESFERICO  $A = \pi \left\{ \frac{D^2}{4} + h^2 \right\}$

TOMO HEMIESFERICA  $A = \frac{\pi * D^2}{4}$

TAPA HEMIESFERICA  $A = \pi \left\{ \frac{D^2}{2} + \frac{DL}{3} \right\}$

- 3.- GASTO REQUERIDO :  $Q_{req} = \Delta Q$

$$Q_{req} = (0.2 - 0.25) \frac{6PM}{T \cdot L^3}$$

- 4.- CALCULO DEL NUMERO DE BOQUILLAS:

$$N^{\circ} \text{ BOQUILLAS} = \frac{Q_{req}}{Q_{Boq}}$$

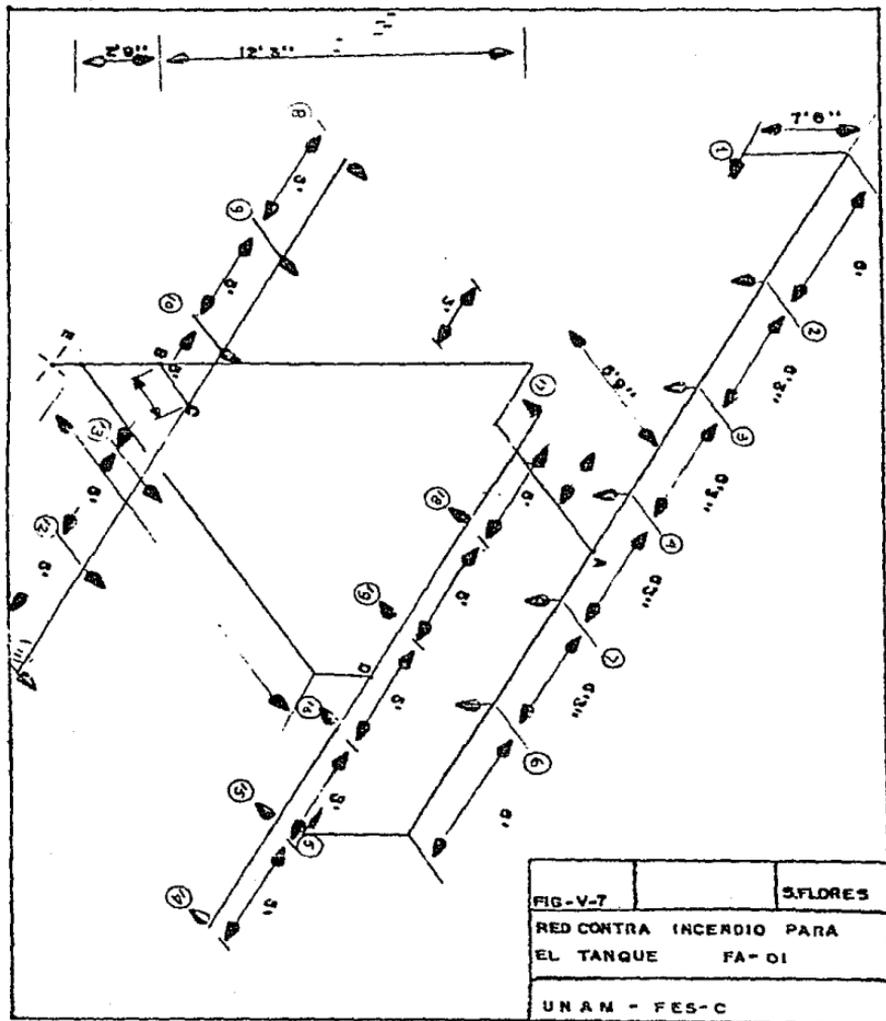
- 5.- DISTRIBUCION Y ESPACIAMIENTO DE BOQUILLAS  
(VER GRAFICAS DE BOQUILLAS)

- 6.- ISOMETRICO DE LA TUBERIA

- 7.- CALCULOS HIDRAULICOS

donde:  $Q_{req}$  = gasto de agua por aspersión

$Q_{Boq}$  = densidad de agua por aspersión



|  |          |
|--|----------|
| FIG-V-7                                  | 3 FLORES |
| RED CONTRA INCENDIO PARA EL TANQUE FA-01 |          |
| UNAM - FES-C                             |          |

## Memoria de calculo.

### Datos:

- A) Esquema No. V-7 que nos muestra lo siguiente. Los puntos A,B,C,D, y E (Puntos de equilibrio) el No. de boquillas 1,2,3,4,4...,17,18,19 (19 en total)-distancias marcadas entre c/u de las boquillas.
- B) Características de las boquillas de alta y media-velocidad (tabla V-4).
- C) Longitudes equivalentes de tuberías y accesorios- (tabla V-3).
- D) Conos de aspersion (Gráficas V-2).
- E) Pérdidas por fricción (tabla V-5).
- F) Presión total en el punto más alejado:  $P_T = 50$  PSI
- G) Flujo en el último punto:  $QV = 21.5$  GPM (del uso - de la boquilla de alta velocidad HV-26, ver tabla No. V-4.
- H) Boquilla de mediana velocidad: tipo MV-19, con -- una presión de 30 PSI. (tabla V-4).

### Consideraciones.

- A) Para atacar esta red llamaremos al punto "E" punto de alimentación y para su calculo iremos del - último punto hasta la alimentación (la cual nos - da características del gasto y de la presión para

todo el sistema.

B) Utilizaremos como nomenclatura en esta memoria:

LTT = Longitud total de la tubería.

LEQ = Longitud equivalente.

LTS = Longitud total del sistema.

PT = Presión total.

PE = Presión por elevación.

PF = Presión por fricción.

D = Diámetro.

P = Pérdidas por fricción por pie lineal de tubería ( tabla: V-5).

CA = Columna de agua.

E = Elevación.

C) Debido a recomendaciones por PEMEX el diámetro mínimo en este tipo de redes deberá ser de  $1\frac{1}{2}$ ".

D) La velocidad máxima del agua a usar será: -  
15 pies/seg. (PEMEX) en las últimas salidas.

Solución de la red  
(Ramales simétricos)

Para su solución se tiene que balancear los puntos  
A con C, B con D, E con B.

@ El segmento 1-2

$$LTT = 6 + 7.5 = 13.5 \text{ pies.}$$

$$LEQ = 4 \text{ (se tiene un codo de } 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi, \text{ tabla: V-3).}$$

$$LTS = LTT + LEQ = 13.5 + 4 = 17.5 \text{ pies.}$$

Sabemos: que 2.31 Ft de líquido corresponden a -  
1 Lb/in<sup>2</sup> de presión; de donde para tener nuestra colum  
na de agua:

$$\frac{1}{2.31} = 0.4329 = 0.433$$

$$\Delta P = 0.0185 \text{ Lb/in}^2 \text{ } 1\frac{1}{2}'' \phi \text{ y } 21.5 \text{ GPM (tabla: V-5).}$$

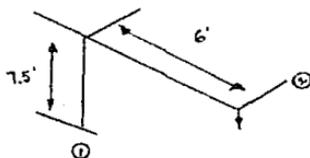


Fig. V-8.

$$PE = E (x) CA = 7.5 (x) 0.433 = -3.25$$

(El signo negativo es debido a la colocación de la boquilla de la 1ª etapa).

$$PF = LTS (x) \Delta P = 17.5 (x) 0.0185 = 0.324$$

Entonces: presión total en el tramo 2-3

$$P_{T_{2-3}} = P_{T_{1-2}} + P_F = 50 + (-3.21) + 0.324$$

$$P_{T_{2-3}} = 47.11 \text{ Lb/in}^2$$

@ El segmento 2-3

(Flujo 1-2) + (flujo 2-3) = Flujo en el segmento 2-3

$$QV_{2-3} = K \sqrt{P} \text{ donde } K = 3.04 \text{ (tabla V-4)}$$

$$QV_{2-3} = 3.04 \sqrt{47.11} = 20.87 \text{ GPM}$$

$$\text{Flujo}_{2-3} = 21.5 + 20.87 = 42.37 \text{ GPM} = 43 \text{ GPM}$$

$$LTT = 6.25' = LTS$$

$$\Delta P = 0.067 \text{ Lb/in}^2 @ 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \text{ y } 43 \text{ GPM (tabla V-6)}$$

$$PF = LTS (x) \Delta P = 6.25 (x) 0.067 = 0.419$$

Entonces: Presión total en el tramo 3-4

$$P_{T_{3-4}} = P_{T_{2-3}} + P_F = 47.11 + 0.419$$

$$P_{T_{3-4}} = 47.53 \text{ Lb/in}^2$$

El segmento 3-4

Accesorios = 0 (no hay)

Presión por elevación = 0 (no hay)

Flujo 3-4 = flujo parcial 3-4 + flujo acumulado  
(1-2) + (2-3)

$$QV = K \sqrt{P} = 3.04 \sqrt{47.53} = 20.96 \text{ G.P.M}$$

Flujo 3-4 = 20.96 + 42.37 = 63.33 GPM tomaremos 64 GPM

$$LTT = 6.25' = \text{LTS}$$

$$\Delta P = 0.14 \text{ } 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \text{ y } QV = 64 \text{ GPM}$$

$$PF = 6.25 (x) 0.14 = 0.875$$

Entonces: presión total en el tramo 4 - A

$$P_{T_{4-A}} = P_{T_{3-4}} + PF = 47.53 + 0.875$$

$$P_{T_{4-A}} = 48.41 \text{ Lb/in}^2$$

@ El segmento 4-A

Accesorios = 0 (no se consideran ni la TE, ni la reducción de diámetro, por ser paso recto).

PE = 0 (no hay).

$$\text{Flujo } 4-A = (\text{Flujo parcial } 4-A) + (\text{Flujo acumulado}) \\ (1-2) + (2-3) + (3-4)$$

$$QV = 3.04 \sqrt{48.41} = 21.15 \text{ G.P.M.}$$

$$\text{Flujo } 4-A = 21.15 + 63.33 = 84.48 \text{ G.P.M tomaremos } - \\ 85 \text{ GPM}$$

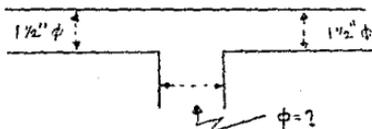


Fig. V-9

Para estos casos PEMEX recomienda como vel. máxima -  
12 Ft/seg y vemos de la tabla: B-14 (crone) que con -  
 $1\frac{1}{2}$ "  $\phi$  tenemos una vel. de 13.41 Ft/seg.

Tomaremos 2"  $\phi$  8.13 Ft/seg (de la misma tabla anterior).

$$LTT = 3.0$$

$$\Delta P = 0.070 \text{ (tabla: V-7) } 2'' \text{ } \phi \text{ y } 35 \text{ GPM}$$

$$PF = 3.0 (x) 0.070 = 0.21$$

Entonces: presión total en el punto: A

$$P_{TA} = P_{T_{4A}} + P_F = 48.41 + 0.21$$

$$P_{TA} = 48.62 \text{ Lb/in}^2$$

@ El segmento 5-6 (IDSM a segmento 1-2)

$$LTT = 6 + 7.5 = 13.5'$$

$$LEQ = 4 \text{ (se tiene un codo de } 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \text{, tabla: V-3)}$$

$$LTS = 13.5 + 4 = 17.5'$$

$$PE = E(x)CA = 7.5 (x) 0.433 = - 3.25$$

$$\Delta P = 0.0185 \text{ Lb/in}^2 \text{ @ } 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \text{ y } 21.5 \text{ G.P.M.}$$

$$PF = LTS (x) \Delta P = 17.5 (x) 0.0185 = 0.324$$

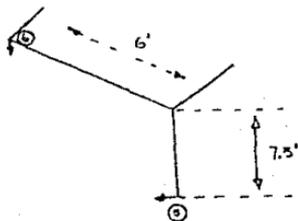


Fig. V-10

Entonces: presión total en el tramo 6-7

$$P_T 6-7 = P_T 5-6 + P_E + P_F = 50 + (-3.21) + 0.324$$

$$P_T 6-7 = 47.11 \text{ Lb/in}^2$$

@ El segmento 6-7 (IDEM a segmento 2-3)

Accesorios = 0 (No hay)

Presión por elevación = 0 (No hay elevación)

Flujo 6-7 = Flujo parcial 6-7 + Flujo acumulado 5-6

$$QV = K \sqrt{P} = 3.04 \sqrt{47.11} = 20.87 \text{ G.P.M}$$

$$\text{Flujo 6-7} = 20.87 + 21.5 = 42.37 \cong 43 \text{ GPM}$$

$$LTT = 6.25^1 = \text{LTS}$$

$$\Delta P = 0.067 \text{ Lb/in}^2 \quad 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \text{ y } 43 \text{ GPM (Tabla: V-6)}$$

$$P_F = LTS + \Delta P = 6.25 (\times) 0.067 = 0.419$$

Entonces: Presión total en el tramo 6-7

$$P_{T6-7} = P_{T5-6} + P_F = 47.11 + 0.419$$

$$P_{T6-7} = 47.53 \text{ Lb/in}^2$$

El segmento 7-

Accesorios = 0 (no se considera la TE, será considerada posteriormente).

Presión por elevación = 0 (No hay elevación)

Flujo 7 -A = Flujo parcial 7 -A + Flujo Acumulado  
(5-6) + (6-7)

$$QV = 3.04 \sqrt{47.53} = 20.96 \text{ G.P.M.}$$

Flujo 7 -A + 20.96 + 42.37 = 63.33 G.P.M. tomaremos  
64 G.P.M.

$$LTT = 3.25 = LTS$$

$$\Delta P = 0.14 @ 1\frac{1}{2} \text{ } \phi \text{ y } QV = 64 \text{ G.P.M}$$

$$P_F = 3.25 (x) 0.14 = 0.455$$

Entonces: Presión en el punto:  $P_{T7A}$

$$P_{T7A} = P_{T6-7} = P_F = 47.53 + 0.455$$

$$P_{T7A} = 47.98 \text{ Lb/in}^2$$

En el punto "A" tendremos

Flujo en el punto "A" = Flujo 4-A + Flujo 7-A = 84.48 +  
63.33 Flujo "A" 147.81 GFM.

Presión en el punto "A" = 48.62  $\text{Lb/in}^2 = P_{TA}$

Ya que  $P_{TA} > P_{T7A}$  (48.67 > 47.98) se -

considera el valor mayor.

Balance en el punto "C"

De datos del problema:

Aquí se tiene una boquilla de mediana velocidad tipo MV-19; con coeficiente  $K=2.1$ , con descarga  $Qv= 11.50$  - GPM con el área cubierta a esta altura =  $40.82$  pies<sup>2</sup> y con un diámetro de círculo correspondiente de  $7.70$  pies. (tabla: V-4) y presión de  $30$  PSI.

De donde el gasto requerido  $Qv= A^p$  y  $= (0.2-0.25)$

Recomendación NFPA - 20

$$A = \frac{11.50}{0.25} = 46 \text{ Pie}^2 \text{ y como } A = \frac{D^2}{4}$$

$$D = \frac{4A}{4} = (46 \times 4) / 3.1416 \quad D = 7.65 \text{ Pies.}$$

Comparando

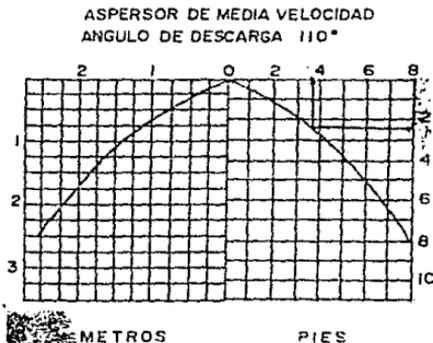
Diámetro boquilla Dato:  $7.70$  pies      Diámetro calculado  
para esta misma boquilla. OK;

Ya que este valor puede crecer debido al intervalo de densidad recomendado por NFPA - 20 de  $0.2$  a  $0.25$  GPM/pie<sup>2</sup>

Con  $Qv= 11.5$  G.P.M seleccionamos  $1"$   $\phi$  Vel. =  $3.34$  -  
Pie/seg este diámetro debido a que la boquilla es para -

encontrar el ángulo ( $\alpha$ ) de descarga.

Figura: Aspersor de media velocidad  
 Angulo de descarga 110°



El segmento: 8-9

$$LTT = 5'$$

LEQ = 0 (No hay accesorios)

$$LTS = 5'$$

$\Delta P = 0.051$  1"  $\phi$  y QV = 12 GPM (Tabla: V-5)

$$PF = LTS \times \Delta P = 5 \times 0.051 = 0.255$$

Entonces presión total en el tramo 9-10

$$P_{T9-10} = P_{T8-9} + PE + PF = 30 + 0 + 0.255$$

$$P_{T9-10} = 30.255 \text{ Lb/in}^2$$

② El segmento : 9-10

$$LTT = 5'$$

$$LEQ = 0$$

$$LTS = 5'$$

$$\begin{aligned}\text{Flujo en segmento 9-10} &= (\text{Flujo 8-9}) + \text{Flujo (9-10)} \\ &= 11.5 + 11.551 = 23.051 \text{ GPM}\end{aligned}$$

$$QV = K \sqrt{P} = 2.1 \sqrt{30.255} = 11.551$$

$$\Delta P = 0.18 \text{ l}'' \text{ } \phi \text{ y } QV = 24 \text{ G.P.M}$$

$$PF = LTS \times \Delta P = 5 \times 0.18 = 0.90$$

Entonces: Presión total en el tramo 10-C

$$P_{T10-C} = P_{T9-10} + PE + PF = 30.255 + 0 + 0.90$$

$$P_{T10-C} = 31.155 \text{ lb/in}^2$$

② segmento 10-C

Accesorios = 0 (no se consideran ni la TE, ni la reducción de diámetro, por ser paso recto).

$$PE = 0$$

$$LTT = 2.5' = LTS$$

$$\begin{aligned}\text{Flujo 10-C} &= (\text{Flujo parcial 10-C}) + (\text{Flujo acumulado} - \\ &\quad (8-9) + (9-10))\end{aligned}$$

$$QV = K \sqrt{P} = 2.1 \sqrt{31.155} = 11.725 \text{ GPM.}$$

$$\begin{aligned} \text{Flujo } 10-C &= 11.725 + 23.051 = 34.773 \text{ GPM} \approx 35 \\ \Delta P &= 0.37 \text{ Lb/in}^2 \text{ } 1" \text{ } \phi \text{ y } QV = 35 \text{ GPM} \\ PF &= LTS (x) \Delta P = 2.5 \times 0.37 = 0.925 \end{aligned}$$

Entonces : Presión total en el punto "C"

$$\begin{aligned} P_{TC} &= P_T 10-C + P_F = 31.155 + 0.925 \\ P_{TC} &= 32.08 \text{ Lb/in}^2 \end{aligned}$$

Nota: Se puede observar que el calculo @ el segmento 11-12 es IDEM al del segmento 8-9 que el del 12-13 E IDEM al 9-10 y que el de 13-C es IDEM al del segmento 10-C

Volviendo al punto "A"

$$\begin{aligned} \text{Flujo en el punto "A"} &= (\text{Flujo } 7A) + (\text{Flujo } 4-A) \\ &= 63.33 + 84.49 \\ &= 147.82 \text{ GPM @ } 2" \text{ } \phi \end{aligned}$$

Nota: Por ser ramales simetricos unicamente sumamos los flujos y la presión permanece constante.

El punto "C"

$$\begin{aligned}\text{Flujo en el punto "C"} &= (\text{Flujo 10-C}) + \text{Flujo 13-C} \\ &= 34.773 \text{ GPM} + 34.773 \text{ GPM} \\ &= 68.773 \text{ GPM @ } 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi\end{aligned}$$

Y la presión en este punto es de  $32.08 \text{ Lb/in}^2$  la cual permanece constante.

Calculo tramo C-B

$$\text{LTT} = 1'$$

$$\text{LEQ} = 1 \text{ TE} = 8 \text{ (Tabla: V-3)}$$

$$\text{LTS} = 9$$

$$\Delta P = 0.17 \text{ Lb/in}^2 \quad 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \text{ y QV} = 68.773 \text{ GPM}$$

$$P_F = \text{LTT} \times \Delta P = 9 \times 0.17 = 1.53$$

$$P_E = 0$$

Entonces: Presión total en el tramo C-B

$$P_{T_{C-B}} = P_{T_C} + P_F = 32.08 + 1.53$$

$$= 33.61 \text{ Lb/in}^2$$

Calculo tramo A-B

$$\text{LTT} = 12.25 + 3 + 5.75 = 21'$$

$$\text{LEQ} = \text{TE} + 2 = 10 + 2(5) = 20'$$

$$\text{LTS} = 21 + 20 = 41'$$

$$\Delta P = 0.19 \text{ Lb/in}^2 @ 2'' \text{ } \phi \text{ y QV} = 148 \text{ GPM}$$

$$P_F = \text{LTS} \times P = 41 \times 0.19 = 7.79$$

Entonces la presión total en el tramo A-B

$$P_{T_{A-B}} = T_{A_A} + PE + PF = 48.62 + PE + 7.79$$

$$PE = 12.25 \times 0.433 = 5.30$$

$$P_{T_{AB}} = 48.62 + 5.30 + 7.79$$

$$P_{T_{AB}} = 61.71 \text{ Lb/in}^2$$

Calculo del punto "B"

$$\begin{aligned} \text{Flujo en el punto "B"} &= \text{Flujo punto A} + \text{Flujo parcial} \\ &\quad \text{C-B.} \\ &= 147.82 + \text{Flujo parcial C-B} \end{aligned}$$

$$QV_{CB} = K \sqrt{P_C} \text{ De donde } K = \frac{QV_{CB}}{\sqrt{P_{CB}}} = \frac{68.773}{\sqrt{33.61}} = 11.863$$

De donde: Flujo C-B

$$QV_{CB} = K_{CB} \sqrt{P_{A-B}} = 11.863 \sqrt{61.71} = 93.188 \text{ GPM}$$

$$\text{Flujo en el punto "B"} = 147.82 + 93.188 = 241.01 \text{ GPM}$$

diámetro en el punto "B"

Con 242 GPM  $\rightarrow$  3"  $\varnothing$  con una vel. = 10.5 pie/seg  
(tabla: B-14 CRANE)

Presión en el punto "B"  $61.71 \text{ Lb/in}^2 = P_{TAB}$

Calculo del tramo B-E

$$LTT = 2.75'$$

$$LEQ = 1 \text{ TE} = 15 \text{ (Tabla: V-3) @ } 3'' \text{ } \phi$$

$$LTS = 2.75 + 15 = 17.75'$$

$$PE = 2.75 \times 0.433 = 1.191$$

$$AP = 0.72 \text{ Lb/in}^2 \text{ } 3'' \text{ } \phi \text{ y } QV = 242 \text{ GPM}$$

Entonces: Presión total en el punto "E"

$$P_{TE} = P_{TB} + P_E + P_F$$

$$P_F = LTS \times P = 17.75 \times 0.071 = 1.26 \text{ (Tabla: V-5)}$$

$$P_{TE} = 61.71 + 1.191 + 1.26$$

$$P_{TE} = 64.16 \text{ Lb/in}^2$$

Balance en el punto "D"

Se observa que este ramal es idéntico al del punto "C" por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Flujo en el punto "D"} &= (\text{flujo } 19\text{-D}) + (\text{Flujo } 16\text{-D}) \\ &= 34.773 + 34.773 \\ &= 68.773 \text{ GPM } 1\frac{1}{2}'' \text{ } \phi \end{aligned}$$

$$Y \ P_{TD} = 32.08 \text{ Lb/in}^2$$

Calculo tramo D-E

$$P_{T_{DE}} = P_{T_E} - P_{T_D} = 64.16 - 32.08$$

$$P_{T_{DE}} = 32.08 \text{ Lb/in}^2$$

Finalmente:

Calculo del punto de alimentación  
(punto "E")

$$QV_{D-E} = K \sqrt{P_{D-E}} \text{ DE DONDE : } K = \frac{QV_{D-E}}{\sqrt{P_{D-E}}} = \frac{68.773}{37.52} = 11.23$$

DE DONDE: Flujo D-E

$$QV_{D-E} = K_{D-E} \sqrt{P_{B-E}} = 11.23 \sqrt{64.16} = 89.993 \text{ GPM}$$

Flujo en la alimentación = Flujo en el punto B+ Flujo  
parcial D-E (Punto "E") = 241.01 + 89.93  
= 330.94 GPM.

Presión en la alimentación = 64.16 Lb/in<sup>2</sup>

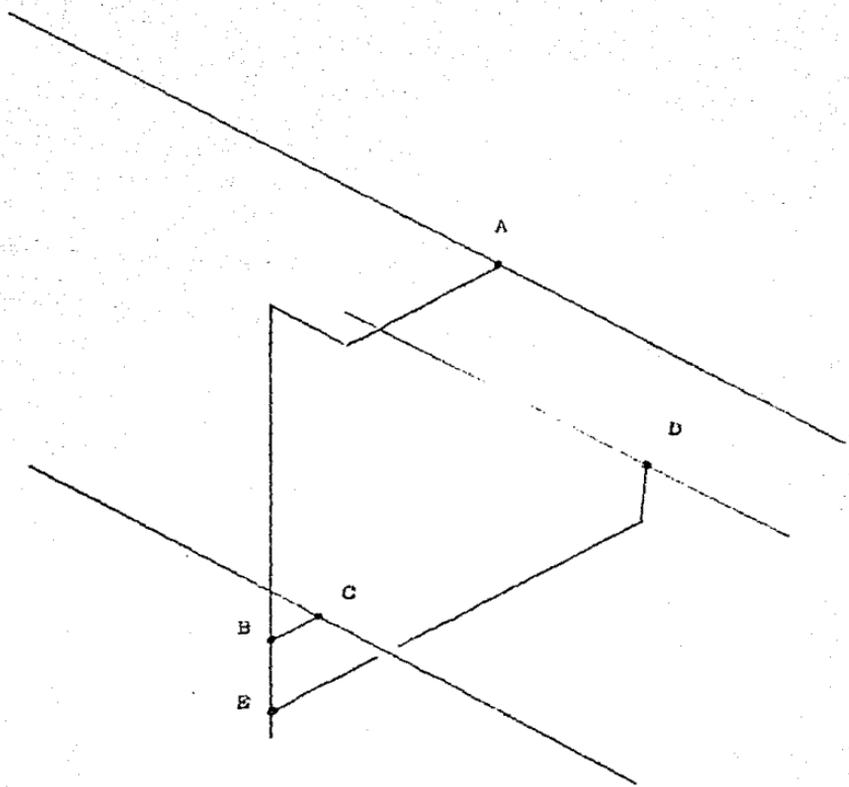


Fig. 4 -11

"PROYECCION DE LA RED CONTRA INCENDIO"

| PUNTO | FLUJO<br>(GPM) | PRESION<br>(PSI) | DIAMETRO<br>(PULGADAS) |
|-------|----------------|------------------|------------------------|
| E     | 330.94         | 64.16            | 3                      |
| D     | 68.77          | 32.08            | 1 1/2                  |
| B     | 241.01         | 61.71            | 3                      |
| C     | 68.77          | 32.08            | 1 1/2                  |
| A     | 147.82         | 32.08            | 2                      |

| TRAMO | DIAMETRO<br>(PULGADAS) | FLUJO<br>(GPM) | PRESION<br>(PSI) |
|-------|------------------------|----------------|------------------|
| B-E   | 3                      | 242            | 64.16            |
| C-B   | 3                      | 68.77          | 29.63            |
| A-B   | 2                      | 148            | 13.09            |
| D-E   | 1 1/2                  | 68.77          | 32.08            |

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

| BOQUILLA O ASPERSON | CASO EN G.P.H.          | DIAMETRO EN PULGADAS | ACCESORIOS TUBERIA | LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL | CAIDA DE PRESION | PRESION Lb/Pulg <sup>2</sup> | PRESION NORMAL | ELEVACION    | REFERENCIAS                     |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|------------------|------------------------------|----------------|--------------|---------------------------------|
| 1-2                 | Q                       | 1 1/2"               | 100 In = 4         | LM = 12.5                  | 0.012            | Pr = 50                      |                | 7.54 + 0.423 | H=25 Pr=50 PSI                  |
|                     | Q <sub>1</sub> = 21.5   |                      |                    | LEA = 4                    |                  | PE = -2.25                   |                |              | Q = 21.5 K = 2.04               |
| 2-3                 | Q = 20.83               | 1 1/2"               |                    | LTS = 6.25                 | 0.067            | Pr = 47.11                   |                |              | Q = 20.83                       |
|                     | Q <sub>2</sub> = 42.37  |                      |                    | LEA =                      |                  | PE = 0.419                   |                |              | Q = 20.83                       |
| 3-4                 | Q = 20.96               | 1 1/2"               |                    | LTS = 6.25                 | 0.14             | Pr = 47.53                   |                |              | Q = 20.96                       |
|                     | Q <sub>1</sub> = 63.33  |                      |                    | LEA =                      |                  | PE = 0.875                   |                |              | Q = 20.96                       |
| 4-A                 | L = 21.13               | 2"                   |                    | LM = 3.0                   | 0.07             | Pr = 48.62                   |                |              | Q = 21.13                       |
|                     | Q <sub>2</sub> = 44.48  |                      |                    | LEA =                      |                  | PE =                         |                |              | Q = 21.13                       |
| 6-7                 | Q = 22.87               | 1 1/2"               |                    | LTS = 6.25                 | 0.067            | Pr = 47.11                   |                |              | 2-2 SIMILAR A                   |
|                     | Q <sub>1</sub> = 42.37  |                      |                    | LEA =                      |                  | PE = 0.419                   |                |              | 6-7                             |
| 7-A                 | L = 20.76               |                      |                    | LTS = 3.25                 | 0.14             | Pr = 47.98                   |                |              | Q = 20.76                       |
|                     | Q <sub>2</sub> = 63.33  |                      |                    | LEA =                      |                  | PE = 0.455                   |                |              | Q = 20.76                       |
| A                   | L = 62.42               | 2"                   |                    | LTS = 3.25                 |                  | Pr = 48.68                   |                |              | Q = K * Pr * K * $\frac{1}{Pr}$ |
|                     | Q <sub>2</sub> = 141.81 |                      |                    |                            |                  |                              |                |              | $\frac{63.33}{141.81} = 0.447$  |
|                     |                         |                      |                    |                            |                  |                              |                |              | $Q = K * Pr * K * \frac{1}{Pr}$ |
|                     |                         |                      |                    |                            |                  |                              |                |              | $Q = 20.76 / 141.81$            |
|                     |                         |                      |                    |                            |                  |                              |                |              | $Q = 7.76 / 141.81$             |
|                     |                         |                      |                    |                            |                  |                              |                |              | ii < 2                          |

1.36

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

127

| BOQUILLA O ASPERSOR | CASIO EN G.P.H. | DIAMETRO EN PULCADAS | ACCESORIOS TUBERIA   | LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL | CAIDA DE PRESION | PRESION Lb/Pu1g <sup>2</sup> | PRESION NORMAL | ELEVACION | REFERENCIAS  |
|---------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------|------------------------------|----------------|-----------|--|
| A-D                 | Q =             | 1"                   |                      | L <sub>TE</sub> = 5        | 0.051            | P <sub>1</sub> =             |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 5        |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 5        |                  | P <sub>1</sub> = 0.227       |                |           |  |
| Q-D                 | Q = 11.5        | 1"                   |                      | L <sub>TE</sub> = 5        | 0.18             | P <sub>1</sub> = 20.225      |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 5        |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 5        |                  | P <sub>1</sub> = 0.1         |                |           |  |
| M-C                 | Q = 11          | 1"                   | +                    | L <sub>TE</sub> = 2.5      | 0.27             | P <sub>1</sub> = 21.165      |                |           | * H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10 |
|                     | Q = 11.5        |                      | +                    | L <sub>TE</sub> = 2.5      |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      | +                    | L <sub>TE</sub> = 2.5      |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
| C                   | Q = 11.5        | 1"                   |                      | L <sub>TE</sub>            |                  | P <sub>1</sub> = 32.78       |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub>            |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub>            |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
| C-E                 | Q =             | 1 1/2"               |                      | L <sub>TE</sub> = 1        | 0.17             | P <sub>1</sub> = 32.61       |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 1        |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 1        |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
| A-K                 | Q =             | 2"                   | L <sub>TE</sub> = 10 | L <sub>TE</sub> = 21       | 0.17             | P <sub>1</sub> = 61.11       |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q =             |                      | L <sub>TE</sub> = 10 | L <sub>TE</sub> = 20       |                  | P <sub>1</sub> = 51.20       |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 41       |                  | P <sub>1</sub> = 7.77        |                |           |  |
| F                   | Q =             | 2"                   |                      |                            |                  | P <sub>1</sub> = 61.11       |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q =             |                      |                      |                            |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      |                            |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
| E-E                 | Q =             | 3"                   | L <sub>TE</sub> = 10 | L <sub>TE</sub> = 15       | 0.12             | P <sub>1</sub> = 61.71       |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q =             |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 15       |                  | P <sub>1</sub> = 1.17        |                |           |  |
|                     | Q = 11.5        |                      |                      | L <sub>TE</sub> = 17.15    |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |
| E                   | Q =             | 3"                   |                      |                            |                  | P <sub>1</sub> = 24.72       |                |           | H <sub>1</sub> = 10<br>H <sub>2</sub> = 10<br>H <sub>3</sub> = 10<br>H <sub>4</sub> = 10   |
|                     | Q =             |                      |                      |                            |                  | P <sub>1</sub> = 1.17        |                |           |  |
|                     | Q =             |                      |                      |                            |                  | P <sub>1</sub> = 0           |                |           |  |

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

| BOQUILLA<br>O<br>ASPERSOR | GASTO<br>EN<br>C.P.H.   | DIAMETRO<br>EN<br>PULGADAS | ACCESORIOS<br>TUBERIA | LONGITUD<br>EQUIVALENTE<br>TOTAL | CAIDA<br>DE<br>PRESION | PRESION<br>Lb/Pulg <sup>2</sup> | PRESION<br>NORMAL | ELEVACION | REFERENCIAS   |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|---|
| D                         | Q                       | 1 1/2"                     |                       | L <sub>T</sub> =                 |                        | P <sub>r</sub> = 32.05          |                   |           | Fórmula de Hazen-Williams   |
|                           | Q <sub>v</sub> = 69.55  |                            |                       | L <sub>EQ</sub> =                |                        | P <sub>r</sub>                  |                   |           |   |
| D-E                       | Q = 11.22               | 1 1/2"                     |                       | L <sub>T</sub> =                 |                        | P <sub>r</sub> = 27.02          |                   |           | P <sub>r,TE</sub> = P <sub>r,E</sub> - P <sub>r,Tg</sub><br>P <sub>r,Tg</sub> = C <sub>g</sub> Q <sub>v</sub> - 2.307 |
|                           | Q <sub>r</sub> = 91.70  |                            |                       | L <sub>EQ</sub> =                |                        |                                 |                   |           |   |
| E<br>HABER<br>CONSIDERAR  | Q =                     | 3"                         |                       | L <sub>T</sub> =                 |                        | P <sub>r</sub> = 64.16          |                   |           | HABER<br>E = 1.171  |
|                           | Q <sub>r</sub> = 230.94 |                            |                       | L <sub>EQ</sub> =                |                        | H = 1.171                       |                   | PF = 1.26 |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |
|                           |                         |                            |                       |                                  |                        |                                 |                   |           |   |

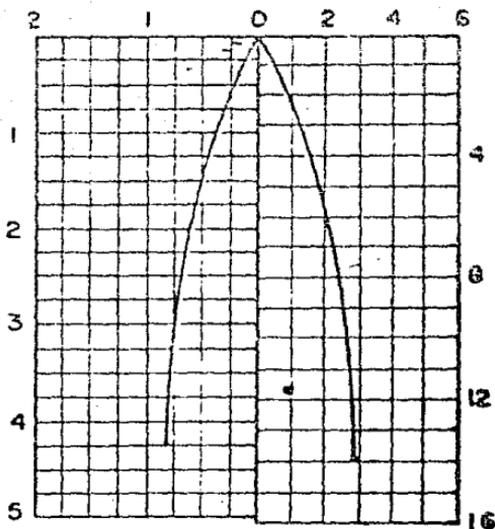
TABLA N° 3  
 CONVERSION EN PIES DE TUBERIA PARA ACCESORIOS  
 PARA VALORES DE DN=120

| DIAMETROS<br>ACCESORIOS | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 4"  | 6"  | 8"  | 10" | 12" |
|-------------------------|------|----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| CODO 45°                | 1'   | 1' | 2'     | 2'  | 3'  | 4'  | 7'  | 9'  | 11' | 13' |
| CODO 90°                | 2'   | 2' | 4'     | 5'  | 7'  | 10' | 14' | 18' | 22' | 27' |
| CODO RADIO LARGO        | 1'   | 2' | 2'     | 3'  | 5'  | 6'  | 9'  | 13' | 16' | 18' |
| TE O CRUZ               | 4'   | 5' | 8'     | 10' | 15' | 20' | 30' | 35' | 50' | 60' |
| VALVULA DE MARIPOSA     |      |    |        | 6'  | 10' | 12' | 10' | 12' | 19' | 21' |
| VALVULA DE COMPUERTA    |      |    |        | 1'  | 1"  | 2'  | 3'  | 4'  | 5'  | 6'  |
| VALVULA DE RETENCION    | 4'   | 5' | 9'     | 11' | 16' | 22' | 32' | 45' | 55' | 65' |

PARA OTROS VALORES USE LOS SIGUIENTES:

VALORPN" = 100 140 150  
 FACTOR = 0.715 1.33 1.51

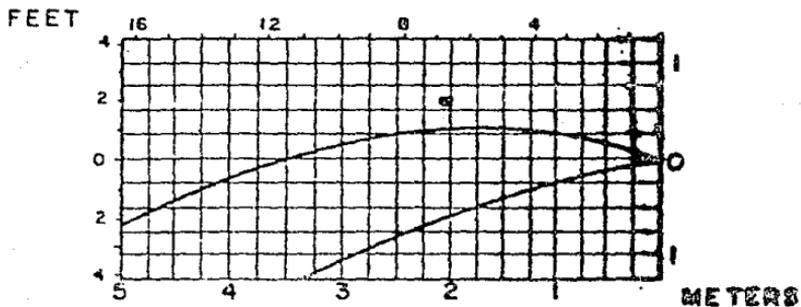
4V 17



GRAFICA: V-1

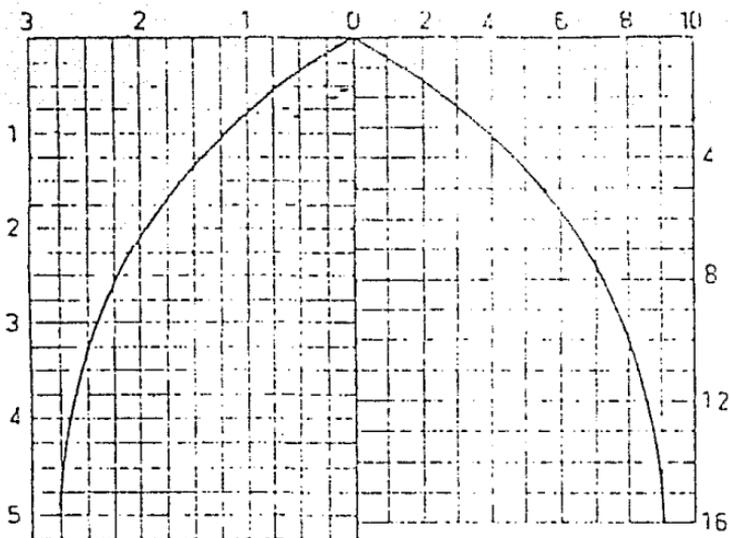
METERS FEET

VERTICAL SPRAY PATTERN



HORIZONTAL SPRAY PATTERN

HV26

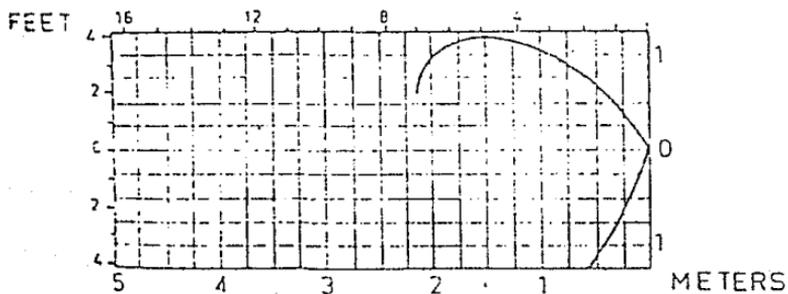


METERS

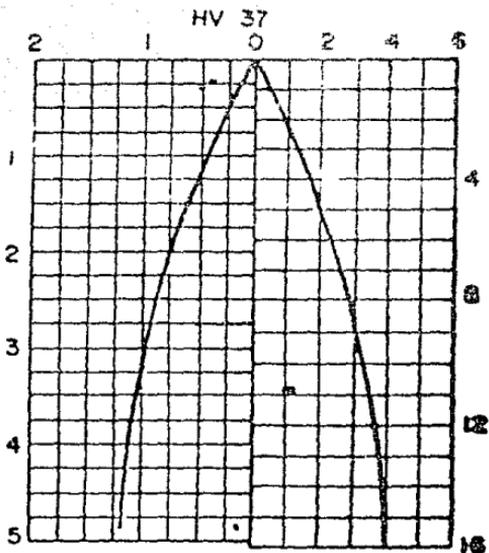
FEET

GRAFICA: V-2

VERTICAL SPRAY PATTERN

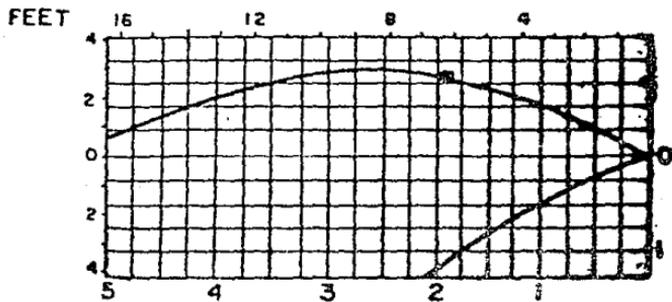


HORIZONTAL SPRAY PATTERN



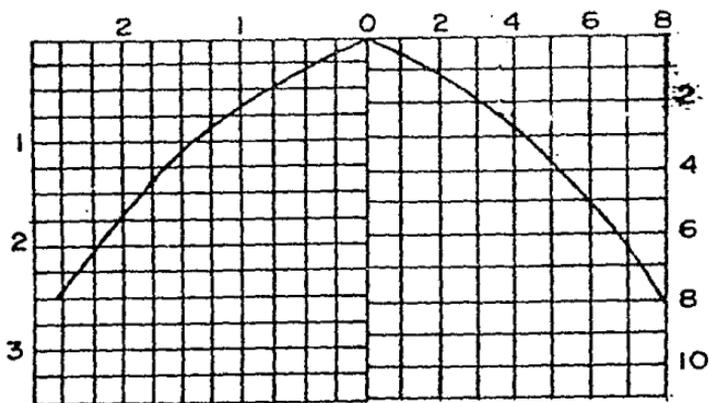
METERS  
VERTICAL SPRAY PATTERN

FEET  
GRAFICA:V-3



HORIZONTAL SPRAY PATTERN

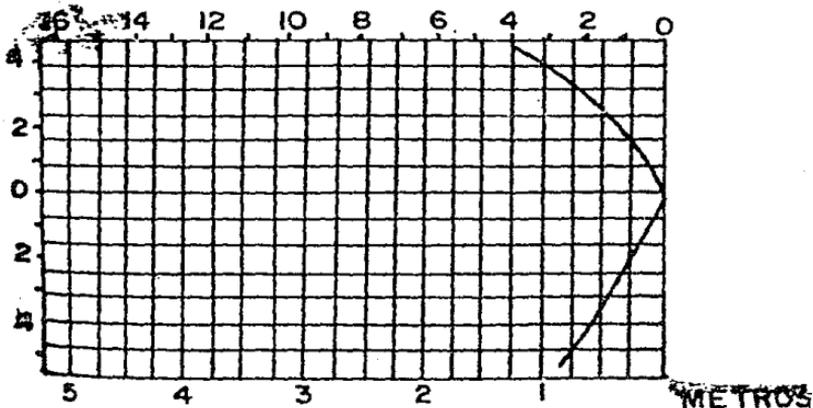
ASPERSOR DE MEDIA VELOCIDAD  
 ANGULO DE DESCARGA 110°

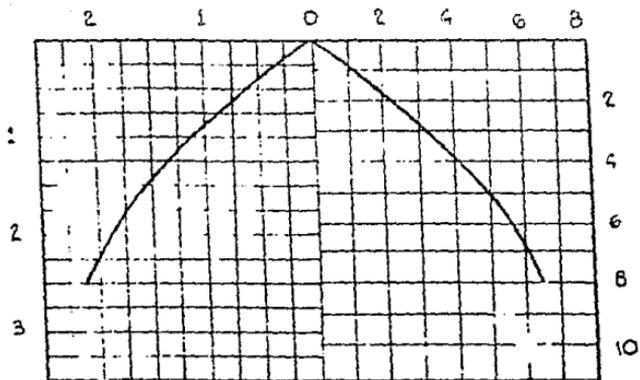


METROS

PIES

GRAFICA: V - 4

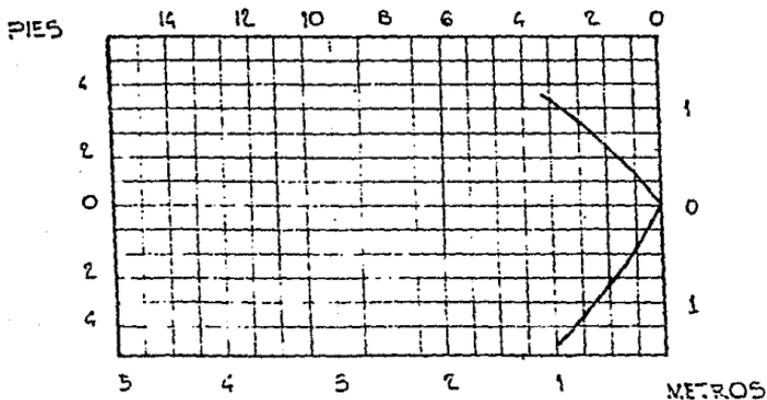




METROS

PIES

GRAFICA: V - 5

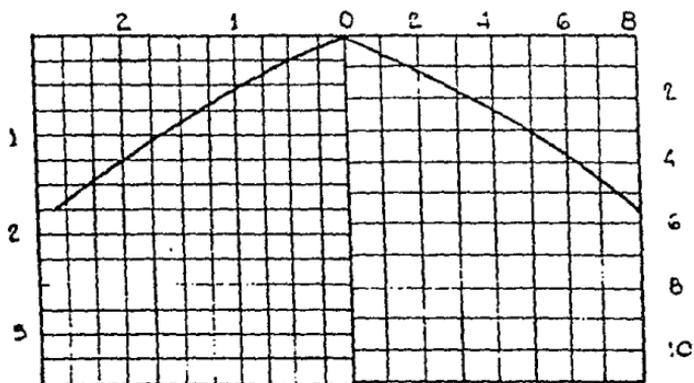


134

ASPERSORES DE MEDIA VELOCIDAD  
ANGULO DE DESCARGA 95°

A

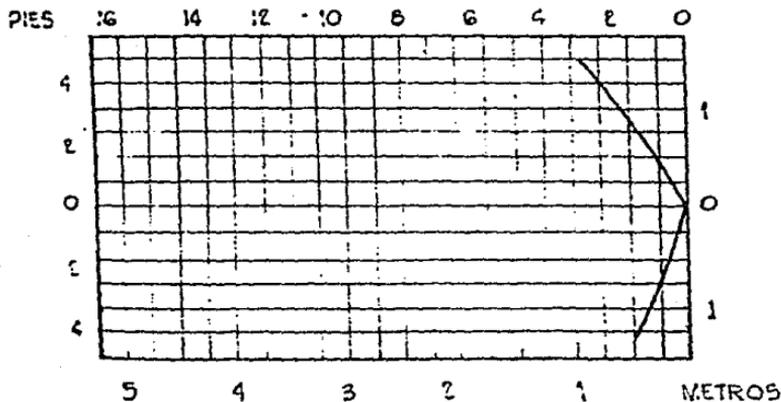
REV.



METROS

PIES

GRAFICA: V-6



ASPERSORES DE MEDIA VELOCIDAD  
ANGULO DE DESCARGA 125°

A

RE

CARACTERISTICAS DE BOQUILLAS DE ALTA Y MEDIANA VELOCIDAD

| TIPO DE<br>BOQUILLA | COEFICIENTE<br>K | DESCARGA     |  | MAXIMA ALTURA PERMISIBLE<br>PARA TENER UNA DENSIDAD<br>MINIMA DE 10 lpm/m <sup>2</sup> | AREA CUBIERTA<br>A ESTA ALTURA     | DIAMETRO DEL CIR-<br>CULO CORRESPON-<br>DIENTE |
|---------------------|------------------|--------------|--|--|------------------------------------|--|
|                     |                  | gpm/lpm      |  | pie / m  | pies <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> | pies / m                                       |
| HV-14               | 1.56             | 11.03/ 41.75 |  | 2.45 / 0.75  | 44.88 / 4.17                       | 7.54 / 2.30                                    |
| HV-17               | 1.84             | 13.01/ 49.24 |  | 16.39 / 5.0 $\bar{\sigma}$ m <sup>2</sup> s  | 52.95 / 4.92                       | 7.70 / 2.35                                    |
| HV-26               | 3.04             | 21.49/ 81.36 |  | 4.91 / 1.5   | 87.83 / 8.16                       | 10.56 / 3.22                                   |
| HV-37               | 4.31             | 30.47/115.35 |  | 16.39 / 5.0 $\bar{\sigma}$ m <sup>2</sup> s  | 124.10 /11.53                      | 12.56 / 3.83                                   |
| HV-45               | 5.44             | 37.97/143.72 |  | 16.39 / 5.0 $\bar{\sigma}$ m <sup>2</sup> s  | 154.67 /14.37                      | 14.0 / 4.27                                    |
| MV-10               | 1.               | 5.47/ 20.73  |  |  | 22.28 / 2.07                       | 5.31 / 1.62                                    |
| MV-15               | 1.65             | 9.03/ 34.20  |  |  | 36.81 / 3.42                       | 6.82 / 2.08                                    |
| MV-19               | 2.1              | 11.50/ 43.53 |  |  | 46.82 / 4.35                       | 7.70 / 2.35                                    |
| MV-25               | 2.74             | 15.0 / 56.80 |  |  | 61.13 / 5.68                       | 8.79 / 2.68                                    |
| MV-33               | 2.83             | 15.50/ 58.66 |  |  | 63.07 / 5.86                       | 8.95 / 2.73                                    |
| MV-46               | 4.11             | 22.51/ 85.20 |  |  | 91.70 / 8.52                       | 10.79 / 3.29                                   |

TABLA: V-4

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG<sup>2</sup> POR PIE LINEAL DE TUBERIA

| (FLUJO) | ( D I A M E T R O D E T U B E R I A ) |      |      |      |      |      |
|---------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| GPM     | 1                                     | 1½   | 1½   | 2    | 2½   | 3    |
| 5       | .010                                  | .003 | .001 |      |      |      |
| 6       | .014                                  | .004 | .002 | .001 |      |      |
| 7       | .019                                  | .005 | .002 | .001 |      |      |
| 8       | .024                                  | .006 | .003 | .001 |      |      |
| 9       | .030                                  | .008 | .004 | .001 |      |      |
| 10      | .036                                  | .009 | .005 | .001 | .001 |      |
| 11      | .043                                  | .011 | .005 | .002 | .001 |      |
| 12      | .051                                  | .013 | .006 | .002 | .001 |      |
| 13      | .059                                  | .015 | .007 | .002 | .001 |      |
| 14      | .067                                  | .018 | .008 | .002 | .001 |      |
| 15      | .076                                  | .020 | .009 | .003 | .001 |      |
| 16      | .086                                  | .023 | .011 | .003 | .001 |      |
| 17      | .096                                  | .025 | .012 | .004 | .001 | .001 |
| 18      | .11                                   | .028 | .013 | .004 | .002 | .001 |
| 19      | .12                                   | .031 | .015 | .004 | .002 | .001 |
| 20      | .13                                   | .034 | .016 | .005 | .002 | .001 |
| 21      | .14                                   | .037 | .018 | .005 | .002 | .001 |
| 22      | .16                                   | .041 | .019 | .006 | .002 | .001 |
| 23      | .17                                   | .044 | .021 | .006 | .003 | .001 |
| 24      | .18                                   | .048 | .023 | .007 | .003 | .001 |
| 25      | .20                                   | .052 | .024 | .007 | .003 | .001 |
| 26      | .21                                   | .056 | .026 | .008 | .003 | .001 |
| 27      | .23                                   | .060 | .028 | .008 | .004 | .001 |
| 28      | .24                                   | .064 | .030 | .009 | .004 | .001 |
| 29      | .26                                   | .068 | .032 | .010 | .004 | .001 |
| 30      | .28                                   | .072 | .034 | .010 | .004 | .001 |
| 31      | .29                                   | .077 | .036 | .011 | .005 | .002 |
| 32      | .31                                   | .082 | .039 | .011 | .005 | .002 |
| 33      | .33                                   | .086 | .041 | .012 | .005 | .002 |
| 34      | .35                                   | .091 | .043 | .013 | .005 | .002 |
| 35      | .37                                   | .096 | .046 | .014 | .006 | .002 |
| 36      | .39                                   | .10  | .048 | .014 | .006 | .002 |
| 37      | .41                                   | .11  | .050 | .015 | .006 | .002 |

NOTA : ESTAS TABLAS FUERON TOMADAS DE "GRINELL FRICTION LOSS TABLE"

TABLA: V -5

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG<sup>2</sup> POR PIE LINEA DE TUBERIA

| (FLUJO) | ( DI A M E T R O D E T U B E R I A ) |     |      |      |      |      |
|---------|--------------------------------------|-----|------|------|------|------|
|         | GPM                                  | 1   | 1½   | 2    | 2½   | 3    |
| 38      | .43                                  | .11 | .053 | .016 | .007 | .002 |
| 39      | .45                                  | .12 | .056 | .016 | .007 | .002 |
| 40      | .47                                  | .12 | .058 | .017 | .007 | .003 |
| 41      | .49                                  | .13 | .061 | .018 | .008 | .003 |
| 42      | .51                                  | .14 | .064 | .019 | .008 | .003 |
| 43      | .54                                  | .14 | .067 | .020 | .008 | .003 |
| 44      | .56                                  | .15 | .070 | .021 | .009 | .003 |
| 45      | .58                                  | .15 | .072 | .021 | .009 | .003 |
| 46      | .61                                  | .16 | .076 | .022 | .009 | .003 |
| 47      | .63                                  | .17 | .079 | .023 | .010 | .003 |
| 48      | .66                                  | .17 | .082 | .024 | .010 | .004 |
| 49      | .68                                  | .18 | .085 | .025 | .011 | .004 |
| 50      | .71                                  | .19 | .088 | .026 | .011 | .004 |
| 51      | .73                                  | .19 | .091 | .027 | .011 | .004 |
| 52      | .76                                  | .20 | .095 | .028 | .012 | .004 |
| 53      | .79                                  | .21 | .098 | .029 | .012 | .004 |
| 54      | .82                                  | .22 | .10  | .030 | .013 | .004 |
| 55      | .84                                  | .22 | .11  | .031 | .013 | .005 |
| 56      | .87                                  | .23 | .11  | .032 | .014 | .005 |
| 57      | .90                                  | .24 | .11  | .033 | .014 | .005 |
| 58      | .93                                  | .25 | .12  | .034 | .015 | .005 |
| 59      | .96                                  | .25 | .12  | .035 | .015 | .005 |
| 60      | .99                                  | .26 | .12  | .037 | .015 | .005 |
| 61      | 1.0                                  | .27 | .13  | .038 | .016 | .006 |
| 62      | 1.1                                  | .28 | .13  | .039 | .016 | .006 |
| 63      | 1.1                                  | .29 | .13  | .040 | .017 | .006 |
| 64      | 1.1                                  | .29 | .14  | .041 | .017 | .006 |
| 65      | 1.2                                  | .30 | .14  | .042 | .018 | .006 |
| 66      | 1.2                                  | .31 | .15  | .044 | .018 | .006 |
| 67      | 1.2                                  | .32 | .15  | .045 | .019 | .007 |
| 68      | 1.3                                  | .33 | .16  | .046 | .019 | .007 |
| 69      | 1.3                                  | .34 | .16  | .047 | .020 | .007 |
| 70      | 1.3                                  | .35 | .16  | .049 | .020 | .007 |

TABLA : V-6

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG<sup>2</sup> POR PIE LINEAL DE TUBERIA

| (FLUJO) | ( D I A M E T R O D E T U B E R I A ) |     |      |      |      |      |
|---------|---------------------------------------|-----|------|------|------|------|
| GPM     | 1½                                    | 1¾  | 2    | 2½   | 3    | 3½   |
| 71      | .36                                   | .17 | .050 | .021 | .007 | .004 |
| 72      | .37                                   | .17 | .051 | .022 | .007 | .004 |
| 73      | .38                                   | .18 | .053 | .022 | .008 | .004 |
| 74      | .39                                   | .18 | .054 | .023 | .008 | .004 |
| 75      | .40                                   | .19 | .055 | .023 | .008 | .004 |
| 76      | .41                                   | .19 | .057 | .024 | .008 | .004 |
| 77      | .42                                   | .20 | .058 | .025 | .008 | .004 |
| 78      | .43                                   | .20 | .059 | .025 | .009 | .004 |
| 79      | .44                                   | .21 | .060 | .026 | .009 | .004 |
| 80      | .45                                   | .21 | .062 | .026 | .009 | .004 |
| 81      | .46                                   | .22 | .064 | .027 | .009 | .005 |
| 82      | .47                                   | .22 | .065 | .027 | .009 | .005 |
| 83      | .48                                   | .23 | .067 | .028 | .010 | .005 |
| 84      | .49                                   | .23 | .068 | .029 | .010 | .005 |
| 85      | .50                                   | .24 | .070 | .029 | .010 | .005 |
| 86      | .51                                   | .24 | .071 | .030 | .010 | .005 |
| 87      | .52                                   | .25 | .073 | .031 | .011 | .005 |
| 88      | .53                                   | .25 | .074 | .031 | .011 | .005 |
| 89      | .54                                   | .26 | .076 | .032 | .011 | .005 |
| 90      | .55                                   | .26 | .077 | .033 | .011 | .006 |
| 91      | .56                                   | .27 | .079 | .033 | .012 | .006 |
| 92      | .58                                   | .27 | .081 | .034 | .012 | .006 |
| 93      | .59                                   | .28 | .082 | .035 | .012 | .006 |
| 94      | .60                                   | .28 | .084 | .035 | .012 | .006 |
| 95      | .61                                   | .29 | .086 | .036 | .013 | .006 |
| 96      | .62                                   | .29 | .087 | .037 | .013 | .006 |
| 97      | .64                                   | .30 | .089 | .038 | .013 | .006 |
| 98      | .65                                   | .31 | .091 | .038 | .013 | .007 |
| 99      | .66                                   | .31 | .092 | .039 | .014 | .007 |
| 100     | .68                                   | .32 | .094 | .040 | .014 | .007 |
| 102     | .70                                   | .33 | .098 | .041 | .014 | .007 |
| 104     | .72                                   | .34 | .10  | .043 | .015 | .007 |
| 106     | .75                                   | .35 | .10  | .044 | .015 | .008 |

TABLA : V- 7

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG<sup>2</sup> POR PIE LINEAL DE TUBERIA

| (FLUJO) | ( DI A M E T R O D E T U B E R I A ) |     |     |      |      |      |      |
|---------|--------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| GEM     | 1½                                   | 1¾  | 2   | 2½   | 3    | 3½   | 4    |
| 108     | .79                                  | .37 | .11 | .046 | .016 | .008 | .004 |
| 110     | .80                                  | .38 | .11 | .047 | .017 | .008 | .004 |
| 112     | .83                                  | .39 | .12 | .049 | .017 | .008 | .005 |
| 114     | .86                                  | .41 | .12 | .051 | .018 | .009 | .005 |
| 116     | .89                                  | .42 | .12 | .052 | .018 | .009 | .005 |
| 118     | .91                                  | .43 | .13 | .054 | .019 | .009 | .005 |
| 120     | .94                                  | .45 | .13 | .056 | .019 | .009 | .005 |
| 122     | .97                                  | .46 | .13 | .057 | .020 | .010 | .005 |
| 124     | 1.0                                  | .47 | .14 | .059 | .021 | .010 | .005 |
| 126     | 1.0                                  | .49 | .14 | .061 | .021 | .010 | .006 |
| 128     | 1.1                                  | .50 | .15 | .063 | .022 | .011 | .006 |
| 130     | 1.1                                  | .52 | .15 | .064 | .022 | .011 | .006 |
| 132     | 1.1                                  | .53 | .16 | .066 | .023 | .011 | .006 |
| 134     | 1.2                                  | .55 | .16 | .068 | .024 | .012 | .006 |
| 136     | 1.2                                  | .56 | .17 | .070 | .024 | .012 | .006 |
| 138     | 1.2                                  | .58 | .17 | .072 | .025 | .012 | .007 |
| 140     | 1.3                                  | .59 | .18 | .074 | .026 | .013 | .007 |
| 142     | 1.3                                  | .61 | .18 | .076 | .026 | .013 | .007 |
| 144     | 1.3                                  | .62 | .19 | .078 | .027 | .013 | .007 |
| 146     | 1.4                                  | .64 | .19 | .080 | .028 | .014 | .007 |
| 148     | 1.4                                  | .66 | .19 | .082 | .029 | .014 | .008 |
| 150     | 1.4                                  | .67 | .20 | .084 | .029 | .014 | .008 |
| 152     | 1.5                                  | .69 | .20 | .086 | .030 | .015 | .008 |
| 154     | 1.5                                  | .71 | .21 | .088 | .031 | .015 | .008 |
| 156     | 1.5                                  | .72 | .21 | .090 | .031 | .015 | .008 |
| 158     | 1.6                                  | .74 | .22 | .092 | .032 | .016 | .009 |
| 160     | 1.6                                  | .76 | .22 | .095 | .033 | .016 | .009 |
| 162     | 1.6                                  | .78 | .23 | .097 | .034 | .017 | .009 |
| 164     | 1.7                                  | .79 | .23 | .099 | .035 | .017 | .009 |
| 166     | 1.7                                  | .81 | .24 | .10  | .035 | .017 | .009 |
| 168     | 1.8                                  | .83 | .25 | .10  | .036 | .018 | .010 |
| 170     | 1.8                                  | .85 | .25 | .11  | .037 | .018 | .010 |
| 172     | 1.8                                  | .87 | .26 | .11  | .038 | .018 | .010 |

TABLA : V -8

PERDIDAS POR FRICCION EN LB/PULG<sup>2</sup> POR PIE LINEAL DE TUBERIA

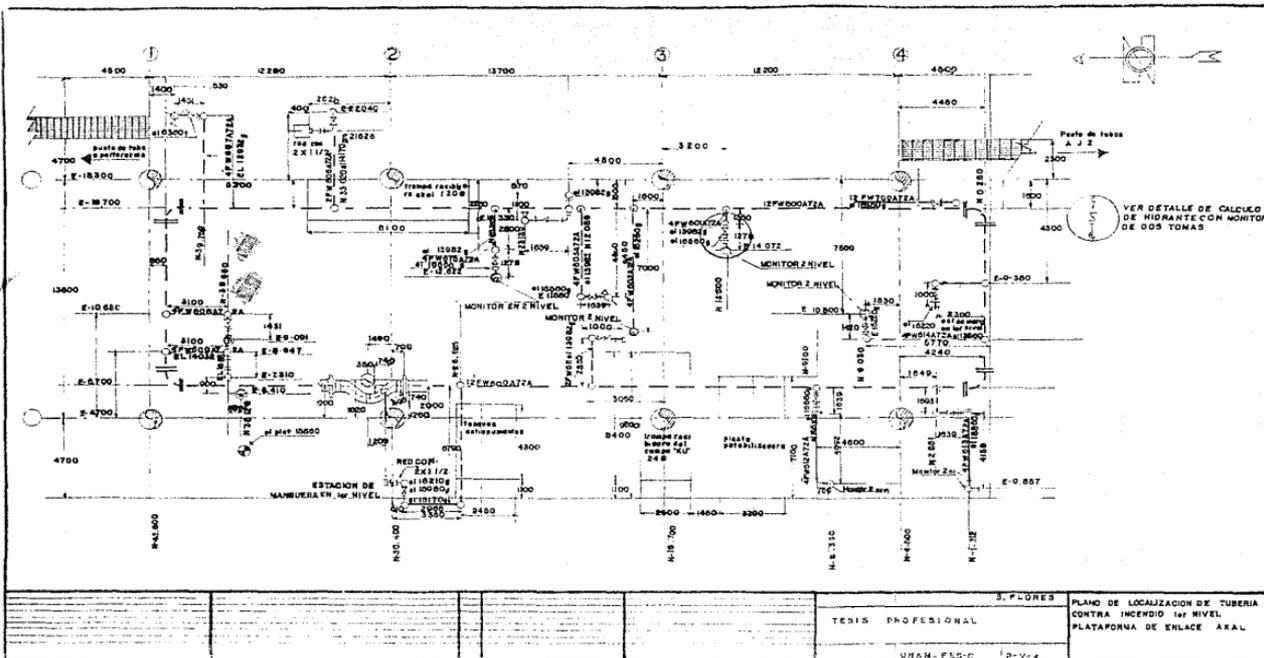
| (FLUJO) | ( DI A M E T R O   D E   T U B E R I A ) |     |     |     |      |      |      |
|---------|--|-----|-----|-----|------|------|------|
| GPM     | 1½                                       | 1¾  | 2   | 2½  | 3    | 3½   | 4    |
| 174     | 1.9                                      | .89 | .26 | .11 | .038 | .019 | .010 |
| 176     | 1.9                                      | .90 | .27 | .11 | .039 | .019 | .010 |
| 178     | 1.9                                      | .92 | .27 | .11 | .040 | .020 | .011 |
| 180     | 2.0                                      | .94 | .28 | .12 | .041 | .020 | .011 |
| 182     | 2.0                                      | .96 | .29 | .12 | .042 | .021 | .011 |
| 184     | 2.1                                      | .98 | .29 | .12 | .043 | .021 | .011 |
| 186     | 2.1                                      | 1.0 | .30 | .12 | .043 | .021 | .011 |
| 188     | 2.2                                      | 1.0 | .30 | .13 | .044 | .022 | .012 |
| 190     | 2.2                                      | 1.0 | .31 | .13 | .045 | .022 | .012 |
| 192     | 2.2                                      | 1.1 | .31 | .13 | .046 | .023 | .012 |
| 194     | 2.3                                      | 1.1 | .32 | .13 | .047 | .023 | .012 |
| 196     | 2.3                                      | 1.1 | .33 | .14 | .048 | .024 | .013 |
| 198     | 2.4                                      | 1.1 | .33 | .14 | .049 | .024 | .013 |
| 200     |  |     | .34 | .14 | .050 | .024 | .013 |
| 204     |  |     | .35 | .15 | .052 | .025 | .014 |
| 208     |  |     | .36 | .15 | .053 | .026 | .014 |
| 212     |  |     | .38 | .16 | .055 | .027 | .015 |
| 216     |  |     | .39 | .17 | .057 | .028 | .015 |
| 220     |  |     | .41 | .17 | .059 | .029 | .016 |
| 224     |  |     | .42 | .18 | .061 | .030 | .016 |
| 228     |  |     | .43 | .18 | .063 | .031 | .017 |
| 232     |  |     | .45 | .19 | .065 | .032 | .017 |
| 236     |  |     | .46 | .19 | .067 | .033 | .018 |
| 240     |  |     | .48 | .20 | .070 | .034 | .018 |
| 244     |  |     | .49 | .21 | .072 | .035 | .019 |
| 248     |  |     | .51 | .21 | .074 | .036 | .020 |
| 252     |  |     | .52 | .22 | .076 | .037 | .020 |
| 256     |  |     | .54 | .23 | .078 | .038 | .020 |
| 260     |  |     | .55 | .23 | .081 | .040 | .021 |
| 264     |  |     | .57 | .24 | .083 | .041 | .022 |
| 268     |  |     | .58 | .25 | .085 | .042 | .023 |
| 272     |  |     | .60 | .25 | .088 | .043 | .023 |
| 276     |  |     | .62 | .26 | .090 | .044 | .024 |

TABLA: V - 9

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LB/PULG<sup>2</sup> POR PIE LINEAL DE TUBERIA

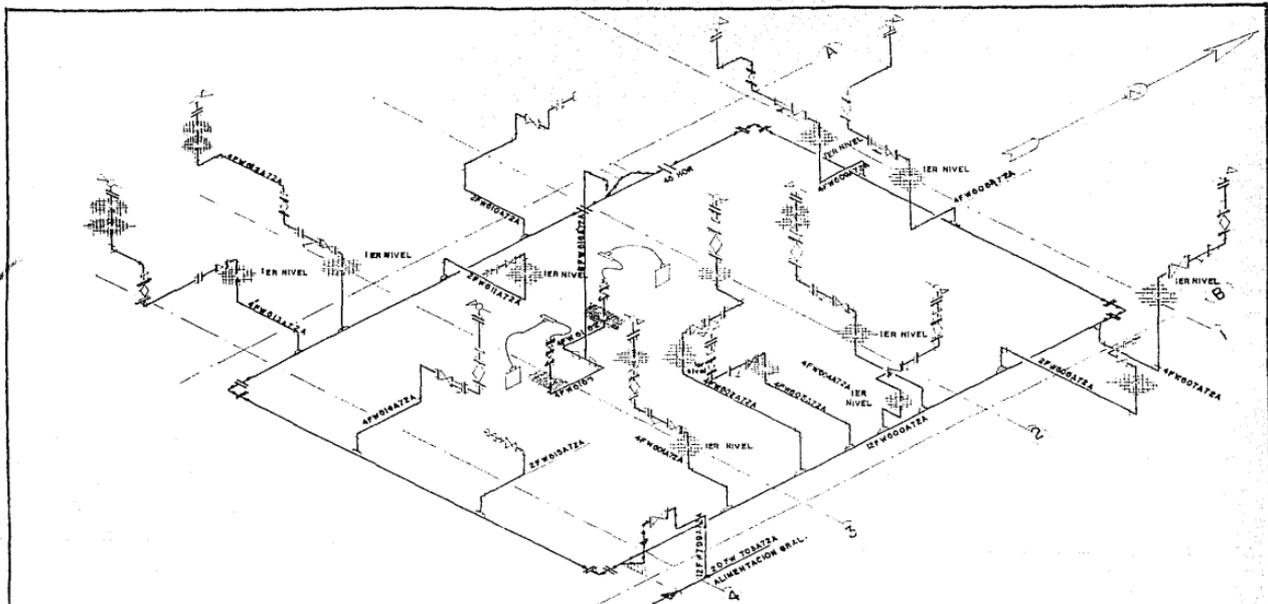
| (FLUJO) | ( D I A M E T R O D E T U B E R I A ) |     |      |      |      |      |
|---------|---------------------------------------|-----|------|------|------|------|
| GPM     | 2                                     | 2½  | 3    | 3½   | 4    | 5    |
| 280     | .63                                   | .27 | .093 | .045 | .025 | .008 |
| 284     | .65                                   | .27 | .095 | .047 | .025 | .008 |
| 288     | .67                                   | .28 | .098 | .048 | .026 | .009 |
| 292     | .68                                   | .29 | .10  | .049 | .027 | .009 |
| 296     | .70                                   | .29 | .10  | .050 | .027 | .009 |
| 300     | .72                                   | .30 | .11  | .052 | .028 | .009 |
| 304     | .74                                   | .31 | .11  | .053 | .029 | .010 |
| 308     | .75                                   | .32 | .11  | .054 | .029 | .010 |
| 312     | .77                                   | .33 | .11  | .056 | .030 | .010 |
| 316     | .79                                   | .33 | .12  | .057 | .031 | .010 |
| 320     | .81                                   | .34 | .12  | .058 | .031 | .010 |
| 324     | .83                                   | .35 | .12  | .060 | .032 | .011 |
| 328     | .85                                   | .36 | .12  | .061 | .033 | .011 |
| 332     | .87                                   | .37 | .13  | .062 | .034 | .011 |
| 336     | .89                                   | .37 | .13  | .064 | .034 | .011 |
| 240     | .91                                   | .38 | .13  | .065 | .035 | .012 |
| 344     | .92                                   | .39 | .14  | .066 | .036 | .012 |
| 348     | .94                                   | .40 | .14  | .068 | .037 | .012 |
| 352     | .96                                   | .41 | .14  | .069 | .038 | .012 |
| 356     | .99                                   | .42 | .14  | .071 | .038 | .013 |
| 360     | 1.0                                   | .42 | .15  | .072 | .039 | .013 |
| 364     | 1.0                                   | .43 | .15  | .074 | .040 | .013 |
| 368     | 1.0                                   | .44 | .15  | .075 | .041 | .014 |
| 372     | 1.1                                   | .45 | .16  | .077 | .042 | .014 |
| 376     | 1.1                                   | .46 | .16  | .078 | .042 | .014 |
| 380     | 1.1                                   | .47 | .16  | .080 | .043 | .014 |
| 384     | 1.1                                   | .48 | .17  | .082 | .044 | .015 |
| 388     | 1.2                                   | .49 | .17  | .083 | .045 | .015 |
| 392     | 1.2                                   | .50 | .17  | .085 | .046 | .015 |
| 396     | 1.2                                   | .51 | .18  | .086 | .047 | .016 |
| 400     | 1.2                                   | .52 | .18  | .088 | .048 | .016 |
| 405     | 1.3                                   | .53 | .18  | .090 | .049 | .016 |
| 410     | 1.3                                   | .54 | .19  | .092 | .050 | .017 |

TABLA: V -10

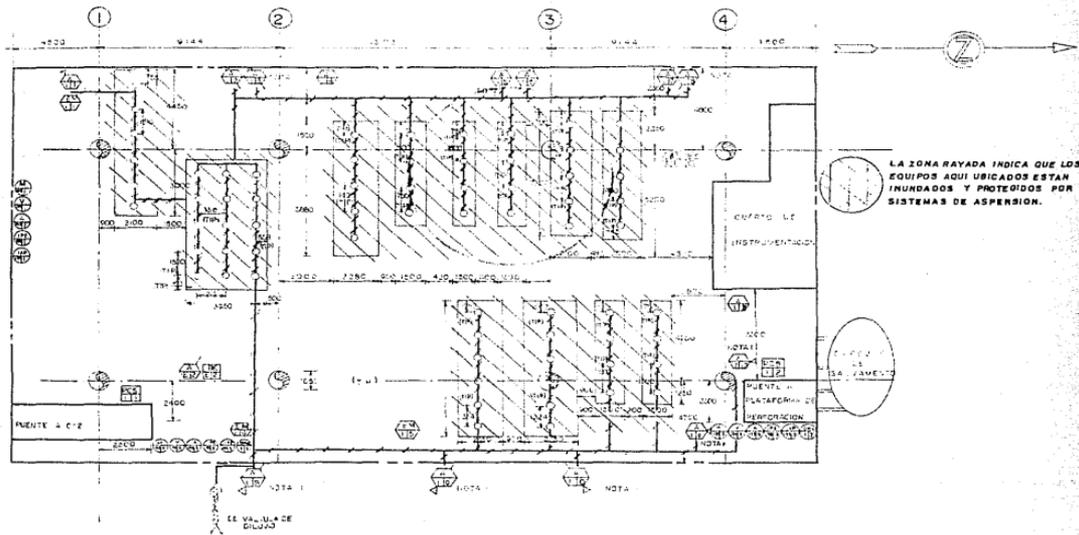


VER DETALLE DE CILINDRO DE HIDRANTE CON MONITOR DE DOS TOMAS

S. FLORES  
 TESIS PROFESIONAL  
 UNAM-FES-C D-V-4  
 PLANO DE LOCALIZACION DE TUBERIA CONTRA INCENDIO 1er NIVEL PLATAFORMA DE SILLAS AKAL



|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | E. FLORES   |  |
|  |  |  |  | TÉCNICO PROFESIONAL   |  |
|  |  |  |  | UNAM-PES-C P-V-3  |  |
|  |  |  |  | Circuito de Integración de Tuberia contra Incendio plataforma de enlace Akal. |  |



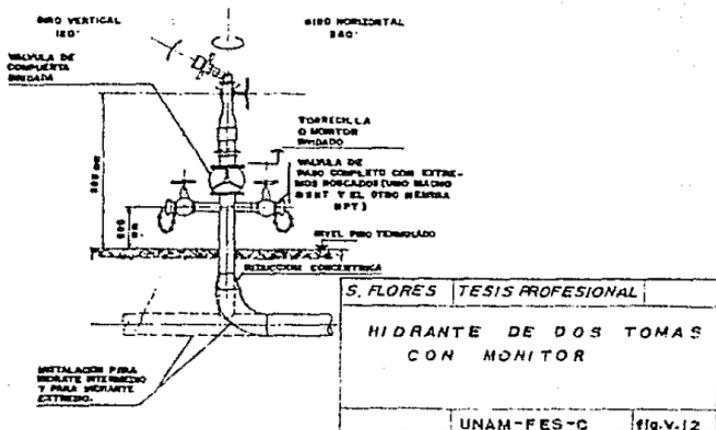
|  |  |  |                    |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--------------------|--|--|---|--|--|
|  |  |  | EXPLORES           |  |  | DETECCION Y SISTEMA CONTRA INCENDIO COMPLEJO AXIAL PLATAFORMA DE ENLACE |  |  |
|  |  |  | TESIS PROFESIONAL  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | UNAM-F.E.S.C. 2012 |  |  |   |  |  |

## 5.2. Cálculo del Hidrante con dos tomas

Este cálculo se realiza de acuerdo a el código ANSI, B-31 y el boletín RP-520 del código API.

En ambos códigos se contempla que para un sistema de agua contra incendio se deberá contemplar lo siguiente.

El hidrante con dos tomas deberá tener un diámetro mínimo de  $2\frac{1}{2}$ " (63.5mm) de diámetro nominal y un gasto de 897 Lt (237 galones) por toma, con una presión (100 PSI)  $7.03 \text{ Kg/cm}^2$  como mínimo a la descarga.



DONDE:

- D= Diámetro del hidrante  
 $d_1$  y  $d_2$ = Diámetro de las tomas del hidrante  
 $Q_1$  y  $Q_2$ = Gasto en las tomas del hidrante  
 $P_H$ = Presión en la toma del hidrante  
 $P_R$ = Presión en la red del sistema contra incendio.  
 $P_C$ = Presión en la cabeza del hidrante.  
 $P_B$ = Presión en la boquilla de la manguera (7.03 kg/cm<sup>2</sup>)

El diámetro de la tubería del hidrante se calcula de la siguiente forma.

$$Q_T = V.A = \frac{V \cdot \pi \cdot D^2}{4} = V(0.7852 D^2)$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 \text{ -----(1)}$$

$$Q_1 = V_1 (0.7852 D_1^2)$$

$$Q_2 = V_2 (0.7852 D_2^2)$$

sustituyendo en la ecuación (1) tenemos:

$$Q_T = V_1 (0.7852 D_1^2) + V_2 (0.7852 D_2^2) \text{ si } V_1 = V_2$$

$$V (0.7852 D^2) = V(0.7852) (D_1^2 + D_2^2)$$

$$\text{por lo tanto } D^2 = D_1^2 + D_2^2$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2} \text{ ----- (2)}$$

substituyendo valores en la ecuación (2) tenemos:

$$D = \sqrt{(2.5)^2 + (2.5)^2}$$

$$D = 3.5355''$$

por lo tanto, se empleará tubería de (4") 101.6mm de diámetro nominal C-40.

#### DETERMINACION DE LA PRESION MINIMA EN LA RED.

$$P_R = H_{fSH} + P_C' + ZH \text{ g/g}_C (\rho)$$

Donde:

V= Velocidad

$H_{fSH}$  = Pérdida de energía a través de la tubería del hidrante.

= Densidad del agua a 68°F (20°C)

ZH = Altura del hidrante.

$P_R$  = Presión en la red.

$P_C'$  = Presión en la cabeza del hidrante, que resulta de:

$$P_C' = P_H + H_{fST} (\rho)$$

de aquí se sabe que:

$P_H$  = Presión de la toma del hidrante.

$H_{fST}$  = Pérdida de energía hasta el niple de terminación de la válvula punto denominado "toma del hidrante".

Para el cálculo de esta pérdida se considera una tee, una válvula de compuerta de (2 1/2") de diámetro y un tramo de tubería de (23') 7cm, de longitud, con un diámetro de (2 1/2") 63.5mm.

#### CALCULO DE LA PRESION NECESARIA EN EL HIDRANTE.

Esta presión esta integrada por la presión necesaria a la entrada de la tubería de alimentación y las pérdidas de energía desde el hidrante a la entrada: es decir:

$$P_H = P_A + H_{fSM} + H_{fSP} + H_{fSM}'$$

Donde:

$P_H$  = Presión mínima necesaria en la toma del hidrante para la operación del sistema semifijo de protección contra incendio.

$P_A$  = Presión mínima en la tubería de alimentación a la cámara de espuma.

$H_{fSM}$  = Pérdida de energía en la manguera contra incendio de (2 1/2") 63.5mm de diámetro acoplada entre el hidrante y la alimentación del proporcionador, con un gasto de (250 gpm) 946 lt/min, y una longitud de (50') 15.25 m. Es igual a (6.25PSI) 0.4394 Kg/cm<sup>2</sup>, según el catálogo "GALIMEX INDUSTRIAL ( EL COMPORTAMIENTO DEL AGUA EN MANGUERAS CONTRA INCENDIO)".

Para realizar dicha conexión se emplean las dos mangueras y por lo tanto:  $H_{fSM} = (12.50 \text{ FSI}) \ 0.8798 \text{ Kg/cm}^2$ .

$H_{fSP}$  = Pérdida de energía en el proporcionador en línea que es igual a la tercera parte de la presión de admisión.

$H_{fSM}'$  = Pérdida de energía en la manguera contra incendio de (2 1/2") 63.5mm de diámetro acoplada entre la descarga del proporcionador y la tubería de alimentación a la cámara de espuma e igual a (6.25PSI)  $0.4394 \text{ Kg/cm}^2$ .

El cálculo de la presión necesaria en el hidrante se hace con  $P_A^* = (55.6838 \text{ PSI}) \ 3.9149 \text{ Kg/cm}^2$ . Para que de tal manera encontremos que:

$$H_{fSP} = \frac{P \text{ admisión en el proporcionador}}{3} = \frac{P_A}{3}$$

$$P_A = 3P \text{ salida del proporcionador} = \frac{2P_S}{2}$$

$$P_S = H_{fSM}' + P_A = \text{Presión en la salida del proporcionador.}$$

\* Ref: Hydraulics for fire protection NFPA Vol. III

$$P_S = ( 6.25 + 55.6838 ) \text{ PSI}$$

$$P_S = 61.9338 \text{ PSI } \text{ ó } 4.35 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$P_A = \frac{3}{2} (61.9338) \text{ PSI}$$

$$P_A = 92.9007 \text{ PSI } \text{ ó } 6.52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{fSP} = \frac{92.9007}{3}$$

$$H_{fSP} = 31 \text{ PSI } \text{ ó } 2.2 \text{ Kg/cm}^2$$

Substituyendo los valores obtenidos tendremos:

$$P_H = (55.6838 + 12.50 + 31 + 6.25) \text{ PSI}$$

$$P_H = 105.4338 \text{ PSI } \text{ ó } 7.41 \text{ Kg/cm}^2$$

Con esta presión en el hidrante, consideraremos que el  $P_H$  calculado es el necesario para cubrir las necesidades de operación de una boquilla regulable de chorro y niebla acoplada a dos tramos de manguera de (2 1/2") - 63.5mm de diámetro (50') 15.24 m. de longitud cuyo principio se acopla a la toma del hidrante que se considera para el cálculo.

$$P_H = P_B + H_{sfM}$$

$$* P_H = ( 100 + 12.5 ) \text{ PSI}$$

$$P_H = 112.5 \text{ PSI} \quad \text{o} \quad 7.90 \text{ Kg/cm}^2$$

Prosiguiendo con los cálculos consideraremos, el valor de  $P_H$  más alto, de tal manera que se pueda operar el sistema semifijo de protección contra incendio, y así mismo poder proporcionar la presión necesaria para la operación de las boquillas.

Donde encontramos que para las pérdidas de energía, en el punto "TOMA DEL HIDRANTE". Se tiene:

$$H_{fsT} = \frac{(f) (v^2) (\text{long. equiv.})}{(2 g_c) (D)}$$

$$Re = \frac{(D) (v) (\rho)}{(\mu)}$$

$D$  = Diámetro interno de la tubería de (2 1/2") de C-40  
0.2057ft. (según "FLOW OF FLUIDS" pag. B-16)

$$v = \frac{Q}{S}$$

$S$  = Sección transversal interna de la tubería de (2 1/2") C-40, cuyo valor es igual a: 0.03322 ft<sup>2</sup>

Por lo tanto:

$$v = \frac{0.5570}{0.03322} \frac{\text{ft}^3/\text{seg}}{\text{ft}^2}$$

$$v = 16.76 \text{ ft/seg}$$

$$\text{Re} = \frac{(0.2057 \text{ ft}) (16.76 \text{ ft/seg}) (62.3052 \text{ lb/ft}^3)}{(6.72 \times 10^{-4} \text{ lb/ft-sec})}$$

$$\text{Re} = 3.196 \times 10^5$$

Tubería de (2 1/2") de diámetro, acero comercial; con una rugosidad relativa de  $E/D = 0.00074$  y con el número de Reynolds y el valor antes mencionados obtenemos un valor de factor de fricción ( $f'$ ) = 0.0196

| ACCESORIO                  | L/D | L/D X Dint = Long. equivalente |
|----------------------------|-----|--------------------------------|
| VALVULA<br>DE<br>COMPUERTA | 13  | (13) (0.2057) = 2.6741 ft      |
| Tee                        | 60  | (60) (0.2057) = 12.342 ft      |

$$\text{Long. de tramo recto} = 0.07\text{m} \frac{(1) \text{ ft}}{0.3048\text{m}} = 0.2296 \text{ ft.}$$

$$\text{Long. equivalente total} = 15.2457 \text{ ft}$$

$$H_{fsT} = \frac{(0.0196) (16.76 \text{ ft/seg})^2 (15.2457 \text{ ft})}{(2) (32.174 \text{ lb-ft/lb-sec}^2) (0.2057 \text{ ft})}$$

$$H_{fsT} = 6.3413 \text{ lb-ft/lb}$$

$$(H_{fsT}) (\varphi) = 395.1 \text{ lb/ft}^2$$

$$(H_{fsT}) (\varphi) = 2.744 \text{ PSI}$$

$$(H_{fsT}) (\varphi) = 0.193 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$P_C' = (112.5 + 2.744) \text{ PSI}$$

$$P_C' = 115.244 \text{ PSI} \quad \text{o} \quad 8.10 \text{ Kg/cm}^2$$

$H_{fsH}$ : se determina de acuerdo al criterio ( $AP_{100}$ ):  
 página

B-14 . CRANE, para tubería de 4" C-40

$$Q = (1892.65 \text{ lt/min}) \quad \text{o} \quad (500 \text{ g.p.m})$$

$$\Delta P_{100} = 5.65 \text{ PSI}$$

$$H_{fsH} = \frac{5.65 \text{ PSI}}{100 \text{ Ft.}} \quad (\text{Longitud equivalente})$$

Longitud de la tubería de (4") 101.6mm o 0.1016

$$Tee = 60 \quad ((60) (0.3355 \text{ ft})) = 20.13 \text{ ft o } 6.14\text{m}$$

Long. equiv. Total = Long. de la Tubería + long. de Acc.

$$\text{Long. equiv. Total} = 0.1016 \text{ m} + 6.14 \text{ m}$$

$$\text{Long. equiv. Total} = 6.2416 \text{ m}$$

$$\text{Long. equiv. Total} = 20.48 \text{ ft.}$$

$$H_{fSH} = \frac{5.65 \text{ PSI}}{100 \text{ Ft}} \quad (20.48 \text{ ft})$$

$$H_{fSH} = 1.15 \text{ PSI} \quad \text{o} \quad 0.081 \text{ Kg/cm}^2$$

Para calcular ZH, tenemos:

$$ZH = 0.1016 \text{ m} \frac{(1) \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}} = 0.333 \text{ ft.}$$

$$(ZH) (g/g_c) = 0.333 \text{ ft} \left( \frac{32.2 \text{ ft/seg}^2}{32.174 \text{ lb-ft/lb-seg}^2} \right)$$

$$(ZH) (g/g_c) = 0.333$$

$$(ZH) (g/g_c) (\rho) = 20.74 \text{ lb/ft}^2 = 0.144 \text{ PSI}$$

$$(ZH) (g/g_c) (\rho) = 0.0101 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto la presión mínima en la red es:

$$P_R = (1.15 + 115.244 + 0.144) \text{ PSI}$$

$$P_R = 116.53 \text{ PSI} \quad \text{o} \quad 8.19 \text{ Kg/cm}^2$$

## CONCLUSIONES.

A lo largo de este trabajo se puede apreciar lo importante que resulta el conocimiento de todos los conceptos-- implicados para combatir un posible siniestro, en un complejo Petro-Químico.

Por otro lado se presentan conceptos de aplicaciones-- bastante efectivas para el diseño de los sistemas contra-- incendio, tan importantes como el enfriamiento, sofocamiento, eliminación de combustible; empleando para ello la -- cantidad, y tipo adecuado de los agentes Químicos extintores, acordes al tipo de siniestro.

Ahora bien para el ataque del fuego se aprecia que es-- necesario que tanto las válvulas de diluvio, así como -- Hidrantes/Monitor que cubren equipos críticos estén sobre-- diseñados para lograr velocidades de enfriamiento eficaces para combatir el fuego.

Así mismo, podemos indicar que el problema básico que-- plantea el fuego puede reducirse a tres fases fundamenta-- les.

- 1.- Prevención de la iniciación del incendio
- 2.- Prevención de su propagación
- 3.- Prevención de daños.

Lo cual esta contemplado desde el punto de vista diseño en la sección de protección al tanque receptor de drenaje.

Por otro lado se estima conveniente que el material - presentado en este trabajo podría enriquecer el contenido - del actual programa que se imparte en la UNAM y la FES-C, - en las materias de Ingeniería Química III, Seguridad Industrial, que son básicas, para una formación integral de los-nuevos Ingenieros, debido a que la Seguridad Industrial - forma parte de la Ingeniería de detalle; por lo cual resulta un punto importante y fundamental dentro de cualquier - proyecto.

## BIBLIOGRAFIA.

- Antonio Creuss.- Instrumentación Industrial Editorial Marcombo, Primera Edición, Barcelona 1981.
- Book Honeywell, Septiembre 1987 pág. A113, A216, y - A217.
- Charles H. Vervaun.- Fire Protección Manual For Hidro carbon Processing Plants Gulf Publishing Company, - Second Edition. Houston Texas, 1980.
- Crane, Flow of Fluids Nex York, 1969.
- Factory Mutual System, Hand book of Industrial Loss - Prevetion. Mc Graw-Hill Book Company, Second Edition- New York, 1980.
- Harry E. Hickey.- Hydraulics For Fire Protection NFPA Boston Massachusents, 1981. Vol. 1, 111, V11.
- Hidrocarbon Processing, Enero 1985, Pág. 19-23.
- José Nacif.- Ingeniería de Control Automático. Tomo II Encuadernaciones Finas. México, 1981.
- Petróleo Internacional, Agosto 1983. Pág. 72-91.
- Robert Perry.- Manual del Ingeniero Químico. Editorial Mc. Graw-Hill Qta. Edición México, 1983.
- Roland P. Blake.- Seguridad Industrial. Editorial - Diana México, 1985.
- W.J.FOX.- Marine Auxilliary Machinery. The Butter - Worth Grup, Four Edition. London, 1978.