

---

---

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

---

---

ESCUELA DE INGENIERIA

52  
Egen.



TESIS CON  
FALLA LE ORIGEN

PROYECTO DE UN SISTEMA DE CONTRAINCENDIO PARA  
PROTEGER EL RIESGO DE SINIESTROS EN UNA BATERIA  
DE SEPARACION DE PETROLEO CRUDO-AGUA-GAS EN  
EL ESTADO DE TAMAULIPAS.

---

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A  
MARCO TULIO CACHO TAMEZ

GUADALAJARA, JALISCO

1987

---

---



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## I N D I C E

INTRODUCCION .....	1
ANTECEDENTES .....	4
CAPITULO I LOCALIZACION ESTRATEGICA .....	9
I.1 Localización de la planta .....	9
I.2 Vías de acceso .....	9
I.3 Climatología .....	9
I.4 Topografía .....	10
I.5 Hidrología .....	10
I.6 Disponibilidad de servicios .....	11
I.6.1 Suministro de agua .....	11
I.6.2 Energía eléctrica .....	11
I.6.3 Combustible .....	11
I.6.4 Telecomunicaciones .....	11
CAPITULO II INGENIERIA DEL PROYECTO .....	12
II.1 Ingeniería del Proyecto .....	12
II.1.1 Tuberías .....	13
II.1.2 Válvulas .....	13
II.1.3 Equipos .....	14
II.1.4 Accesorios .....	14
II.1.5 Otros .....	14
II.2 Datos básicos para el proyecto .....	15
II.2.1 Características del sistema .....	15
II.2.2 Estado actual de los sistemas instalados .	15
II.2.2.1 Sistema fijo de agua contra incendio ...	15
II.2.2.2 Sistema de líquido espumante contra incendio .	16
II.3 Ingeniería del Detalle .....	16
II.3.1 Tanques para almacenamiento de agua .....	16
II.3.1.1 Abastecimiento .....	17
II.3.1.2 Diseño .....	17

II.3.2	Bombas contra incendio (Horizontales) ...	17
II.3.2.1	Cantidad .....	17
II.3.2.2	Tipos .....	17
II.3.2.3	Características .....	18
II.3.2.4	Capacidad .....	18
II.3.3	Motores eléctricos .....	18
II.3.3.1	Capacidad .....	18
II.3.3.2	Características diversas .....	18
II.3.4	Motores de combustión interna .....	19
II.3.4.1	Motores manejados por diesel .....	19
II.3.4.2	Protección del equipo .....	19
II.3.5	Tuberías de descarga y accesorios .....	19
II.3.6	Indicadores de presión .....	21
II.3.7	Proporcionamiento de líquido espumante ...	21
II.3.7.1	Proporcionamiento a presión balanceada .	21
II.3.8	Tanque para líquido espumante .....	22
II.3.8.1	Tipo .....	22
II.3.9.	Aplicación de la espuma .....	22
II.3.9.1	Gastos .....	22
II.3.10	Tiempos de descarga .....	22
II.3.11	Espuma al sistema de hidrante .....	23
II.3.12	Cámaras de espuma .....	23
II.3.12.1	Cámaras de espuma fijas .....	23
II.3.13	Red de tuberías para líquido espumante ..	23
II.3.14	Válvulas en los sistemas .....	24
II.3.15	Agua de enfriamiento .....	24
II.3.15.1	Protección contra la exposición-reci- pientes .....	24
II.3.16.	Drenajes .....	24
II.3.17	Diagrama de flujo de proceso .....	25
CAPITULO III ESTUDIO DE COSTOS .....		33
III.1	Red de agua de enfriamiento .....	33

III.1.1	Costo aproximado de los materiales faltantes para completar la red de agua de enfriamiento .....	33
III.1.2	Costos de mano de obra de las modificaciones y/o ampliaciones para rehabilitar la red de agua de enfriamiento ...	35
III.1.3	Costo total de materiales y mano de obra del sistema de agua de enfriamiento.	36
III.2	Sistema de líquido espumante .....	37
III.2.1	Costos aproximados de los materiales faltantes para completar el sistema de líquido espumante .....	37
III.2.2	Costos aproximados de mano de obra de las modificaciones y/o ampliaciones para rehabilitar el sistema de líquido espumante .....	38
III.2.3	Costo total de material y mano de obra del sistema de líquido espumante .....	40
III.3	Ajuste de costos de materiales y equipo por existir en los almacenes de esta empresa .....	41
III.3.1	Tuberías .....	41
III.3.2	Válvulas y accesorios .....	42
III.3.3	Accesorios de contra incendio existentes en el Departamento de Seguridad Industrial D.N. ....	43
III.3.4	Costo total de materiales existentes .	43
III.3.5	Resumen .....	43
CAPITULO IV SEGURIDAD E HIGIENE .....		44
IV. 1	Historia de la seguridad industrial ...	44
IV. 2	Seguridad e higiene en esta empresa petrolera .....	49

IV.2.1	Higiene en el trabajo .....	50
IV.3	Recomendaciones de seguridad para trabaja <u>d</u> ores que operan baterías de separación - de aceite .....	52
IV.3.1	Acceso a las instalaciones .....	52
IV.3.2	Acceso de personas .....	52
IV.3.3	Acceso de vehículos .....	52
IV.3.4	Drenajes .....	53
IV.3.5	Operación de separadores .....	55
IV.3.6	Tanques de almacenamiento .....	58
IV.3.7	Bombas, motores y compresoras .....	61
IV.3.8	Cálculos de los requerimientos de agua <u>u</u> contra incendio .....	64
IV.3.8.1	Cálculo para determinar la presión de trabajo en la red de agua de enfria <u>u</u> amiento (Tubería 12") .....	65
IV.3.8.2	Cálculo para determinar la presión de trabajo en la tubería de agua de en <u>u</u> friamiento (4" Ø) .....	68
IV.3.8.3	Cálculo para determinar los diámetros en la tubería de agua de enfriamiento .	70
IV.3.9	Cálculo del sistema de espuma requerido	71
IV.3.9.1	Cantidad de cámaras .....	71
IV.3.9.2	Cálculo de los Galones por Minuto necesarios de espuma para cada tanque - de almacenamiento .....	72
IV.3.9.2.1	Galones de líquido espumante para - tanques .....	73
IV.3.9.2.2	Galones de líquido espumante para - mangueras .....	74
IV.3.9.3	Determinación de diámetro de tubería.	75
IV.3.10	Comisiones Mixtas de Seguridad e Higie <u>u</u> ne .....	76

IV.3.10.1	Funciones de este departamento.....	76
IV.3.10.2	Gufa técnica para las Comisiones -- Mixtas de Seguridad e Higiene .....	77
CAPITULO V      IMPLANTACION .....		89
V.1	Adiestramiento .....	89
V.1.1	Prácticas y procedimientos de seguridad en áreas peligrosas .....	89
V.1.1.1.	Areas peligrosas .....	89
V.1.2	Auditorías de seguridad .....	91
V.1.3	Extintores portátiles de contra in- cendio .....	91
V.1.4	Precauciones generales .....	93
V.2	Mantenimiento .....	94
APENDICE .....		97
ILUSTRACION GRAFICA .....		98
Plano No. 1	Estado actual de la red contra in- cendio .....	99
Plano No. 2	Modificaciones propuestas en la red contra incendio .....	100
Detalle hidrante con monitor para agua .....		101
Detalle de instalación de la cámara de espuma .		102
CONCLUSIONES .....		104
BIBLIOGRAFIA .....		109

## INTRODUCCION

Actualmente existe una batería de separación de petróleo crudo - agua - gas ubicada en terrenos del campo Tamaulipas (aproximadamente Km. 22 carretera Tampico-Mante) en el estado de Tamaulipas. Esta batería se encuentra constituida por un cabezal de distribución de pozos, 6 separadores aceite-gas, una casa de bombas, 2 tanques de 10,000, 2 de 7,000 y 4 de 1195 barriles respectivamente. También dentro de esta área se tiene una planta de deshidratación, con 7 calentadores y 2 tanques deshidratadores de 55,000 barriles cada uno, que manejan una producción bruta de 48,840 barriles/día, de los cuales 16,279 son de crudo. Dicha planta es el punto donde se recibe toda la producción que viene de las 16 baterías de separación que integran el campo Tamaulipas.

Debido a que si en esta instalación se interrumpiera la operación, afectaría a las 15 baterías restantes; por lo anterior es muy importante y urgente que - - - - -  
cuenta con una protección efectiva contra incendio.

El presente trabajo tiene la finalidad de implantar dicho sistema contra incendio auxiliándose de un sistema que se trató de implantar anteriormente que aunque fue iniciado, nunca se terminó dejando inoperante dicho sistema.

La inversión que se requiere para este proyecto es muy alta, pero tomando en cuenta la red contra incendio existente, el material con que cuenta la empresa para este proyecto, las facilidades que otorga la empresa para la realización del mismo y la urgencia e importan-



cia que representa este sistema, el costo de este proyecto se reduce en un porcentaje muy elevado.

El presente trabajo comprende en su capítulo I, - la localización de la planta, donde se mencionan todas - las especificaciones requeridas como son las vías de acceso, condiciones del medio, climatología, etc., concernientes a este proyecto, haciendo notar que dicha batería se encuentra localizada estratégicamente y con todos los medios necesarios.

El capítulo II, establece la ingeniería del proyecto, mencionando el equipo necesario, las características del sistema, el estado actual, especificaciones, - etc., que serán necesarias para la realización de este trabajo.

En el capítulo III, se realiza el estudio de costos, enfocando principalmente los costos de material y mano de obra utilizados, así como las especificaciones correspondientes para cada material, realizando finalmente un ajuste de costos debido a los materiales y equipos existentes en la empresa.

El capítulo IV, enfocará todo lo concerniente a - Seguridad Industrial e higiene de la empresa, como son - las medidas necesarias para evitar accidentes, cálculos para el sistema de seguridad industrial a implantar, - equipo de protección personal, comisiones mixtas de Seguridad e Higiene, etc.

El capítulo V, es finalmente la implantación de - dicho sistema, donde se realizarán pruebas de adiestra-

miento, para el manejo de los equipos contra incendio ne  
cesarios como es el implantado y los equipos de protec--  
ción portátiles, precauciones generales, también se rea-  
lizará un programa de mantenimiento para el equipo e  
instalaciones.

En este trabajo no se han incluido todos los pla-  
nos concernientes a la batería, sino únicamente aquellos  
que son básicos.

## ANTECEDENTES

La empresa en la que se va a realizar este proyecto tiene como función principal el abastecimiento de petróleo para procesar el que envía a través de tuberías a la refinería más cercana. Esta empresa tiene trabajando aproximadamente desde 1950; se encuentra ubicada en un campo que desde el principio del levantamiento de la misma se denominó "CAMPO TAMAULIPAS".

El CAMPO TAMAULIPAS ha evolucionado mucho a través del tiempo, y en este momento más que un campo petrolero, es donde se lleva gran parte de la administración de esta empresa; aquí se ubican aparte de oficinas, las instalaciones móviles y fijas de extracción de petróleo, baterías de separación que es una etapa antes del procesamiento de este producto, y muchísimas plantas importantes, departamentos, etc. con que debe contar una empresa de este tipo.

La ubicación de este campo petrolero es factor esencial para el fácil manejo y distribución de este producto, y por este motivo y sobre todo por la importancia del petróleo en nuestro tiempo esta empresa ha evolucionado rápidamente en este sector. Este crecimiento va muy ligado a la cantidad de petróleo con que cuenta esta zona y a la demanda que éste tiene.

El proyecto a realizar se basa en una de las baterías de separación que se encuentran en este campo; esta batería tiene de estar en funcionamiento aproximadamente 20 años y por ser la primera en este campo se le denominó Batería No. 1; cuenta actualmente con 6 personas de -

planta en el turno de 7:00 a 15:00 hrs. y 3 personas en el turno nocturno que son las que se encargan de la limpieza, revisión, y de informar las anomalías que se presenten; aparte cuenta indirectamente con un grupo de -- obreros que se encargan del mantenimiento, reparación, - instalación de equipo y todo lo que represente trabajo - mecánico para esta batería; este grupo de obreros son -- aproximadamente 8, los cuales no sólo se encargan de esta batería sino de todo tipo de reparaciones a las instalaciones de esta empresa; esta batería está dirigida - por el departamento de gas y gasolina que consta de 4 - Ingenieros que son los que supervisan el buen funcionamiento de esta batería y de varias más.

En esta empresa existen varios departamentos que de una forma o de otra se encuentran ligados entre sí, - ya que cada departamento puede realizar una función determinada en cualquier instalación, pero tomando en cuenta únicamente el número de personas que trabajan directamente en esta batería podríamos decir que son aproximadamente 25 personas.

La batería 1 Tamaulipas forma parte de un sistema de 16 unidades que aprovechan el aceite y gas producido por el campo Tamaulipas y a la cual llega una producción de 60 pozos distribuidos en un área de aproximadamente - 800,000 m<sup>2</sup>; cabe decir que en esta área existen la mayor cantidad de pozos perforados, muchos de ellos con su producción ya agotada y a los cuales se les llama pozos - - muertos.

Según datos proporcionados por la superintendencia de producción de esta zona, la producción mensual -- promedio estimada al 2 de diciembre de 1986 sobre los po

zos que actualmente fluyen es como sigue:

5,610 m3 de Aceite

661,000 m3 de Gas.

Además dentro de la misma instalación (batería 1 Tamaulipas) existe una planta de deshidratación que maneja una producción bruta de 48,900 barriles/día, de los cuales 16,280 barriles son de crudo. Esta planta de deshidratación, es el punto donde se recibe toda la producción de las 16 baterías de separación existentes en el campo Tamaulipas y donde además se bombea toda la producción de crudo hasta otra instalación para su refinado.

En total existen dos tanques de 50,000 barriles , 2 tanques de 10,000 barriles, 2 de 7,000 barriles y 4 de 1195 barriles.

A lo largo de la existencia de esta batería los sistemas de seguridad industrial utilizados han sido muy deficientes teniendo en cuenta la importancia de esta instalación, únicamente han contado con unos extintores que tienen a disposición en cualquier momento, dos camiones de bomberos en muy buenas condiciones pero con la desventaja que se encuentran ubicados aproximadamente a 1 ½ Km. que en caso de haber fuego que no pueda ser controlado con los extintores, el tiempo que puedan tardar en llegar los carros-bomberos, de ser un simple conato podrá pasar a ser un siniestro grande que sus consecuencias pueden ser fatales.

La batería 1 Tamaulipas, ha tenido un proyecto para la construcción de un sistema contra incendio, que --

aunque se inició en una mínima parte, nunca fue concluido dejando inoperante dicho sistema.

Como se podrá ver, es de suma importancia el darle protección efectiva contra incendio a estas instalaciones debido a la importancia que ésta tiene.

El sistema contra incendio instalado actualmente en la batería se basa en una red de agua de enfriamiento y otra de inyección de líquido espumante dosificado por medio de bombas recíprocas, que suministra en la red de contra incendio.

Como este sistema nunca estuvo en operación por estar incompleto, el objetivo principal de este proyecto es el de completar la red ya existente, agregando las modificaciones o extensiones de líneas (tuberías), accesorios que se consideran tomando en cuenta los cambios o expansiones que se han realizado en las instalaciones de esta batería y planta de deshidratación.

La función principal de esta batería, como su nombre lo dice, es la de separar el crudo, gas y agua que vienen mezclados desde el pozo; el crudo será enviado por tuberías para ser refinado, parte del gas será para uso industrial o de la propia empresa y otra parte será para ser inyectado nuevamente a los pozos muertos y con esto lograr una presión que permita que siga fluyendo el crudo para ser refinado; algo similar ocurre con el agua, que se utiliza gran parte inyectada a los pozos para la misma función y por desgracia la parte restante es desechada en presas por falta de una planta de tratamiento de aguas.

A finales de 1986, se editó una noticia en todos los periódicos sobre los accidentes fatales que ocurren constantemente al personal y las instalaciones de una de las principales empresas descentralizadas de la nación - cuya función es el procesamiento del petróleo. Ello motivó una inquietud personal para recopilar datos de las causas principales por las que acontecían accidentes graves que en este caso el motivo es por incendio.

Teniendo liga personal con técnicos y profesionistas que laboran en el estado de Tamaulipas para esta empresa descentralizada, pude cerciorarme del estado físico que guardan esas instalaciones donde con más frecuencia ocurren desgracias de este tipo, así como instalaciones donde pueden darse cuenta de la existencia de un riesgo inminente de siniestro por la constante variación que sufren los proyectos iniciales a consecuencia de los aumentos en la producción que motivan nuevos proyectos o ampliaciones a los sistemas de protección contra incendio existentes.

Siendo muy amplia la cantidad de productos que esta empresa elabora, imaginemos la variedad de instalaciones que para ello se requieren. Por esta razón decidí estudiar una de las tantas áreas, en este caso, el área de "Producción Primaria" para presentar este proyecto.

## CAPITULO I

## LOCALIZACION ESTRATEGICA.

## 1.1.- Localización de la planta.

La batería No. 1 Tamaulipas se encuentra localizada al Oriente de las oficinas del Campo Tamaulipas, aproximadamente a 1.5 Kms.

La entrada principal del Campo Tamaulipas se encuentra localizada en el Km. 23 de la carretera Tampico-Mante.

## 1.2.- Vías de acceso.

La batería es accesible en el Norte por un camino engravado en regulares condiciones, que lo comunica a la carretera Tampico-Mante, aproximadamente en el Km. 24, - en el Este por el camino que atraviesa por las oficinas del Campo Tamaulipas y que viene de la carretera Tampico-Mante, hacia el Oriente se comunica con los caminos de acceso a varios pozos como son los T-1, T-2, T-5, T-9, - etc. Por lo anterior dicha batería se encuentra en una situación que permite el fácil acceso de las unidades - tanto de contra incendio como particulares.

## 1.3.- Climatología.

El clima es extremoso, predominando la mayor parte del año cálido-húmedo, con lluvias entre los meses -- de julio y octubre.

a).- Las temperaturas que se conservan en promedio son -



las siguientes:

Máxima a la intemperie: 42.3°C

Media a la sombra : 28.0°C

Máxima a la intemperie: 0.0°C

b).- La orientación y velocidad de los vientos es la siguiente:

Reinantes del Sureste con velocidad de 0 a 25 Km/hr.

Dominantes del Norte con velocidad de 25 a 70 Km/hr.

c).- Las lluvias han registrado las siguientes precipitaciones:

Precipitación máxima anual 985.9 mm.

Precipitación máxima mensual 286.5 mm. (Sep.)

Precipitación máxima diaria 201.0 mm. (24 Hrs.)

d).- Los datos referentes a la humedad son los siguientes:

Humedad relativa mínima 79%

Humedad relativa media 80%

Humedad relativa máxima 82%

#### 1.4.- Topografía.

La topografía del terreno corresponde a lomerío suave. La altura sobre el nivel del mar es de 0.5 mts.

#### 1.5.- Hidrología.

El terreno se encuentra dentro del proyecto Tamesí perteneciente a la cuenca baja del río Pánuco. Se en

cuenta cerca de la laguna del Champayán localizada en el lado Sur de la batería.

1.6.- Disponibilidad de servicios.

a).- Suministro de agua:

El abastecimiento se haría aprovechando un sistema de inyección de agua que se encuentra en el yacimiento denominado Tamaulipas-Constituciones, a través de una línea de 6" Ø que vendría de la estación 9000, y que tra bajará a 120 Kg/cm<sup>2</sup>.

b).- Energía Eléctrica.

Actualmente la batería cuenta con suministro permanente de energía eléctrica a través de las líneas de la Comisión Federal de Electricidad.

c).- Combustible.

El abastecimiento de diesel y gasolina se hace mediante tanques de 200 lts. traídos por vía terrestre del Campo Tamaulipas.

d).- Telecomunicaciones.

La batería cuenta únicamente con teléfono.

## CAPITULO II

## INGENIERIA DEL PROYECTO

## II.1.- Ingeniería del proyecto.

El área de producción primaria en Petróleos Mexicanos comprende desde la explotación del petróleo crudo que fluye de los pozos perforados hasta el manejo y transporte de esta materia prima a las plantas de refinación.

Como una guía hacia los lectores de este estudio, se expone a continuación una breve descripción del flujo de operación por las que pasa este petróleo crudo llamado comúnmente "CRUDO":

El CRUDO al fluir del pozo se envía por redes de tuberías hacia un conjunto de instalaciones llamadas "Baterías de Separación" ya que éste sale del pozo conteniendo gas, agua de formaciones subterráneas y petróleo crudo.

En las baterías de separación se hace la operación de separar estos tres elementos enviando el agua hacia los pozos muertos o fuera de producción, el gas a plantas de bombeo neumático para su utilización en inyecciones secundarias a los pozos productores y el "CRUDO" hacia la refinería para su proceso.

Existen 16 baterías de separación distribuidas en el distrito del Campo Tamaulipas, de las cuales he tomado una en especial para la elaboración del presente estudio y siendo ésta la principal y la que está expuesta a mayor grado de riesgo para un incendio.

Existen dos alternativas para la obra: completar la ya existente o una nueva que proporcione adecuada protección a las ampliaciones que ha tenido la batería y - cumpla con las normas de seguridad vigentes.

Las causas por las que nunca ha operado la red -- son:

a).- Tuberías.

1.- Porque la línea de alimentación que vendrá -- desde la Estación 9000 hasta la red de contra incendio , no se ha construido.

2.- Porque sólo existen líneas para líquido espumante a los tanques Nos. 51, 65, 149 y 158, dejando - -- otros 6 tanques sin protección.

3.- Por estar incompletas las redes de agua de enfriamiento y la de líquido espumante, una línea subte--rránea de 8"  $\emptyset$  y una línea aérea de 6"  $\emptyset$  respectivamente.

4.- Por estar incompleta la reductora de presión\_ que interconecta el sistema de inyección de agua al yaci\_miento, a la red de contra incendio.

5.- Por faltar línea de alimentación de gas o aire para las válvulas de control.

b).- Válvulas.

1.- Faltan 2 válvulas reguladoras de presión\_ que\_ tomando las válvulas existentes se consideran adecuadas\_

de marca "Fisher", o similar.

2.- Las válvulas existentes en la red de líquido espumante están pegadas.

c).- Equipos.

1.- Al tanque de líquido espumante falta repararle el recubrimiento térmico, que se encuentra desprendido e incompleto, al igual el tanque carece del indicador de nivel de protección anticorrosiva.

2.- Las dos bombas dosificadoras de líquido espumante existentes (de un total de 4 que deberían de estar instaladas) están sin sus motores correspondientes. También les hace falta interconexiones desde las succiones de las bombas hasta la descarga en la red de contra incendio.

d).- Accesorios.

1.- Existen 6 cámaras de espuma en mal estado; 2 en cada uno de los tanques de 55,000 barriles y cada uno de los dos tanques de 7,000 barriles, faltando por instalar además las correspondientes al resto de los tanques.

2.- Existen 4 monitores solamente de los originalmente proyectados y se encuentran sin boquillas, además de que les falta mantenimiento.

e).- Otros.

No se ha hecho prueba hidrostática en ninguna línea.

## II.2.- Datos básicos para el proyecto.

Como se observa en los incisos anteriores, la red contra incendio en general se encuentra con partes componentes y accesorios que necesitan reposición, rehabilitación y con trazos de tuberías en el sistema que no son los adecuados; por lo tanto se propone aprovechar lo que se apege a las normas y especificaciones vigentes de la red contra incendio actual y complementarla con las tuberías, equipos y accesorios necesarios.

### II.2.1.- Características del sistema.

El sistema de agua de enfriamiento rociada a los envolventes de los tanques seguirá como ha estado hasta ahora con la relación de 0.2 GPM/pie<sup>2</sup> de superficie expuesta.

En el sistema de líquido espumante debe utilizarse espuma mecánica al 3% con un gasto mínimo de 0.1 GPM/pie<sup>2</sup> del área del tanque con mayor superficie líquida.

La relación de GPM de espuma mecánica requerida para cada tanque para su protección se indica posteriormente, así como sus referencias para los dos sistemas.

### II.2.2.- Estado actual de los sistemas instalados.

#### II.2.2.1.- Sistema fijo de agua contra incendio.

a) Existe un By-Pass incompleto de regulación de presión, con válvulas reguladoras de presión y conexiones.

b) Existe una red de agua de enfriamiento con tubería de 8" Ø, Cédula 40, con 8 preparaciones de torrecillas, sin monitores que no cubren todas las necesidades de riesgo de la instalación.

c) Los monitores de contra incendio instalados, - de 2 ½" Ø de salida y 2 tomas para manguera de 2 ½" Ø, - no son suficientes.

#### II.2.2.2.- Sistema de líquido espumante contra incendio.

a) Existen solamente dos bombas dosificadoras de espuma, marca Wallace and Tiernen (de 4 originalmente - proyectadas); éstas además deberían estar acopladas cada una a un motor eléctrico y a uno de combustión interna.

b) Red para espuma de contra incendio con tubería de 6" Ø, Cédula 40, y ramales de 4" Ø y 3" Ø para alimentar las cámaras de espuma.

c) Cámara de espuma para los tanques de almacenamiento.

d) Tanque de almacenamiento de espuma de 7500 lts. con purga de 60.8 mm. D/N. válvula de presión vacío, indicador de nivel, embudo de llenado y registro para inspección.

e) Válvula de control.

#### II.3.- Ingeniería del detalle.

##### Especificaciones usadas en este proyecto.

II.3.1.- Tanque de almacenamiento de agua.

### II.3.1.1.- Abastecimiento.

En lo que se refiere al abastecimiento de agua, - tanto para enfriamiento como para la producción de líquido espumante, se deberá tener en cuenta lo indicado en - el inciso 2-1 párrafo del 2-1.1 al 2-1.3 del capítulo 2, de la norma No. 20 del NFPA, de volumen 2 de la edición 1978.

### II.3.1.2.- Diseño.

El diseño deberá estar de acuerdo en lo que corresponda con la norma No. 22 del NFPA contenido en el volumen 2 edición de 1978.

### II.3.2.- Bombas de contra incendio - (Horizontales).

#### II.3.2.1.- Cantidad.

Deberá instalarse dos bombas, una actuada por motor eléctrico y otra por motor de combustión interna.

++ Dibujos isométricos de ingeniería adjuntos pag. ++

#### I.3.2.2.- Tipos.

Las bombas horizontales deberán ser de cámara partida, o de diseño de succión al extremo, que son las que especialmente se adaptan al servicio contra incendio, -- cuando como en este caso la succión debe ser bajo una -- carga positiva.

En el caso de bombas de succión al extremo, éstas



deberán ser de paso sencilla, con descarga central. --  
(Ver inciso 3.1, párrafo 3.1.1, capítulo 3, Norma No.20,  
volumen 2 del NFPA edición 1978.

#### II.3.2.3.- Características.

Las bombas suministrarán no menos del 150% de su capacidad nominal, a no menos del 65% de la carga total nominal.

La carga de corte no excederá del 120% de la carga nominal para bombas de cámara partida, ó 140% para bombas de succión al extremo, de acuerdo a lo indicado en el inciso 3.2, párrafo 3.2.1 del capítulo 3 de la norma No. 20 de NFPA, edición 1978.

#### II.3.2.4.- Capacidad

La capacidad nominal deberá ajustarse a lo indicado en el inciso 2.3, párrafo 2.3.1, capítulo 2, de la Norma No. 20 del NFPA, edición 1978.

#### II.3.3.- Motores eléctricos.

##### II.3.3.1.- Capacidad.

Los motores eléctricos hasta de 600 volts y los mayores de volts. de capacidad, deberán cumplir con las indicaciones del inciso 6.5. párrafo del 6.5.1 al 6.5.2, capítulo 6, de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978.

##### II.3.3.2.- Características diversas.

Respecto a los límites de corriente marcados, pro

tección contra el agua y otras características, se deberá tener en cuenta lo citado en los incisos del 6.5.4 al 6.5.6, párrafos del 6.5.4.1 al 6.5.4.2; 6.5.5.1 al 6.5.5.5.; 6.5.6.1 al 6.5.6.4, capítulo 6, de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978.

#### II.3.4.- Motores de combustión interna.

##### II.3.4.1.- Motores manejados por diesel.

Los motores de combustión interna de las bombas contra incendio, deberán cumplir en lo que corresponde con lo establecido en el capítulo 8 de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978.

##### II.3.4.2.- Protección del equipo.

La bomba contra incendio, el motor (combustión interna o eléctrico) para su accionamiento, así como el equipo de control deberán protegerse contra posibles interrupciones del servicio, causadas por daños originados por explosión, fuego, inundaciones, sismos, roedores, insectos, tormentas, vandalismos, y otras condiciones adversas, siguiendo las indicaciones del inciso 2.8 párrafo 2.8.1, capítulo 2 de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978.

En relación con la luz artificial, luces de emergencia, drenaje, ventilación, pendientes de los pisos, etc., se deberá tener en cuenta lo indicado en los párrafos del 2.8.2. al 2.8.7, capítulo 2 de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978.

##### II.3.5.- Tubería de descarga y accesorios.

II.3.5.1.- Se entiende por tubería de descarga, todas -- las tuberías, válvulas y accesorios que se encuentran después de la brida de descarga de la bomba, ver párrafo -- 2.9.1, capítulo 2, de la norma No. 20, volumen 2 del -- NFPA, edición. 1978.

II.3.5.2.- La presión de diseño de la tubería de descarga, deberá ser congruente con la presión de trabajo máxi ma, pero no menor que la capacidad nominal del sistema de protección contra incendio. En el cuarto de bombas, de preferencia deberá utilizarse accesorios para soldar, pero también podrán utilizarse uniones roscadas o acceso rios de boquilla para soldar. Toda la tubería de descar ga deberá ser probada de acuerdo con la norma No. 13 del NFPA, "Sistema de rociadores" y la norma No. 24 "Protec ción exterior" - 1973.

II.3.5.3.- El diámetro de la tubería de descarga de la - bomba, así como los accesorios, deberán ser no menores que los citados en la tabla 2-16, del capítulo 2, de la norma No. 20 del NFPA, edición 78 (Ver párrafo 2.9.2 capítu lo 2, de la norma No. 20 del NFPA, edición 1978).

Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de descarga (Ver párrafo 2.9.4, capítulo 2, norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978).

II.3.5.4.- Deberá instalarse válvulas de compuesta o de mariposa, tanto en el lado de abajo de la válvula de re tención como en la succión de la bomba; esta última con el fin de hacer accesible la reparación de la válvula de retención y de la bomba de acuerdo con lo indicado en el párrafo 2.9.5, capítulo 2, de la norma No. 20, volumen 2

del NFPA, edición 1978.

### II.3.6.- Indicadores de presión.

II.3.6.1.- Deberá instalarse cerca de la descarga de la bomba un indicador de presión con un diámetro de carátula no menor de 90 mm. (3½ pulgadas). La capacidad del manómetro deberá ser de cuando menos el doble de la presión de trabajo nominal de la bomba, pero no menor de -- 14 K/cm<sup>2</sup> (200 psi), ó 13.6 varas. La graduación de la carátula deberá estar en K/cm<sup>2</sup> y en lbs/pulg<sup>2</sup> (Ver capítulo 2, inciso 2.6, párrafo 2.6.1. de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978).

II.3.6.2.- Deberá instalarse sobre la tubería de succión, en un lugar cercano a la bomba, un manómetro indicador de presión y de vacío, con un diámetro de carátula no menor de 90 mm. (3½ pulgadas), junto con una válvula de 6 mm. (¼ pulgada de diámetro). La graduación de la carátula deberá estar en Kg/cm<sup>2</sup> y lbs/pulg<sup>2</sup>, o Kg/cm<sup>2</sup> y mm de Hg, debiendo tener el manómetro un rango de presión de cuando menos el doble de la presión de trabajo nominal de la bomba, pero no menor de 14 Kg/cm<sup>2</sup> (200 - - psi). (Ver capítulo 2, inciso 2.6, párrafo 2.6.2 de la norma No. 20, volumen 2 del NFPA, edición 1978).

### II.3.7.- Proporcionamiento de líquido espumante.

#### II.3.7.1.- Proporcionamiento a presión balanceada.

Para el proporcionamiento de líquido espumante dentro del flujo de agua deberá utilizar el SISTEMA DE PROPORCIONAMIENTO A PRESION BALANCEADA (Ver apéndice A ,

párrafo a. 121 (d) de la norma No. 11, volumen 1 del - - NFPA edición 1978) y sección III del catálogo de la National Foam.

II.3.8.- Tanque para líquido espumante.

II.3.8.1.- Tipo.

Será del tipo cilíndrico, diseñado para operar a la presión atmosférica y con capacidad nominal suficiente para satisfacer las condiciones del diseño del sistema.

Deberá contar con un dispositivo que lo proteja - contra voladuras o colapsos, que pudieran ocurrir durante las operaciones de llenado o vaciado del tanque; la - presión de vacío de calibración del citado dispositivo , estará de acuerdo con la especificación del diseño del - tanque. El tanque deberá contar además con indicador de nivel y embudo de llenado y deberá protegerse de temperaturas menores de 12°C, o mayores de 38°C.

II.3.9.- Aplicación de la espuma.

II.3.9.1.- Gastos.

Los gastos de entrega mínimos serán los indicados en el inciso 310, párrafo 3110 (a), del capítulo 3 de la norma No. 11, volumen 1 del NFPA, edición 1978.

II.3.10.- Tiempos de descarga.

II.3.10.1.- Los periodos de tiempos mínimos que se deberán tomar en cuenta para el diseño del sistema, serán --

los citados en el inciso 320, párrafo 321, del capítulo 3 de la norma No. 11, volumen 1 del NFPA, edición 1978.

II.3.11.- Espuma al sistema de hidrantes.

II.3.11.1.- Los tanques deberán contar además de las instalaciones fijas o semifijas de espuma, como protección suplementaria para combatir fuegos que se originan por los derrames. El número mínimo de hidrantes será el especificado en el párrafo 354, inciso 350, del capítulo 3 de la norma No. 11, volumen 1 del NFPA, edición 1978.

II.3.12.- Cámaras de espuma.

II.3.12.1.- Cámaras de espuma fijas.

Los tanques de producción, medición y almacenamiento que contengan líquidos inflamables, deberán contar con cámaras de espuma de diseño aprobado, que deberán instalarse por tanque, de acuerdo con lo indicado en el inciso 340, párrafo 3411, capítulo 3 de la norma No. 11, volumen 1 del NFPA, edición 1978.

II.3.13.- Red de tuberías para líquido espumante.

II.3.13.1.- Todas las tuberías para conducción de líquido espumante, ya sea dentro de los diques o fuera de los mismos, sean enterradas o aéreas, se deberán diseñar de acuerdo con lo indicado en el inciso 350, párrafo 3511, 3512, 3513 (a, b, c), 3514, 3515 y en el párrafo 352, capítulo 3, de la norma No. 11 del volumen 1 del NFPA, edición 1978.

#### II.3.14.- Válvulas en los sistemas.

II.3.14.1.- Las válvulas de control en los ramales a las cámaras de espuma, así como las necesarias para enviar - la espuma o la solución al tanque requerido o bien las - que se encuentran sobre los ramales que van de la línea principal a una determinada área del tanque, deberán cumplir con lo citado en el inciso 350, párrafo 353, capítu lo 3, de la norma No. 11 volumen 1 del NFPA, edición - - 1978.

#### II.3.15.- Agua de enfriamiento.

##### II.3.15.1.- Protección contra la exposición-recipientes.

Los requerimientos de agua de enfriamiento, se de terminarán a partir de lo citado en el apéndice A, de la norma No. 15, en sus párrafos A-4.4.3.1 y A-4.4.3.2, del volumen 2 del NFPA, edición 1978.

#### II.3.16.- Drenajes.

II.3.16.1.- Con el fin de remover del área pronta y efec tivamente los líquidos derramados accidentalmente, así - como el agua pluvial y la descarga por el sistema de hi drantes, durante el enfriamiento del o de los recipien-- tes se deberá diseñar un sistema adecuado de drenaje, -- con base a lo citado en el párrafo A-4.6.2 (a, b, c, d , e, f y g) del apéndice A de la norma No. 15, volumen 2 - del NFPA edición 1978.

### II.3.17.- Diagrama de Flujo de Proceso

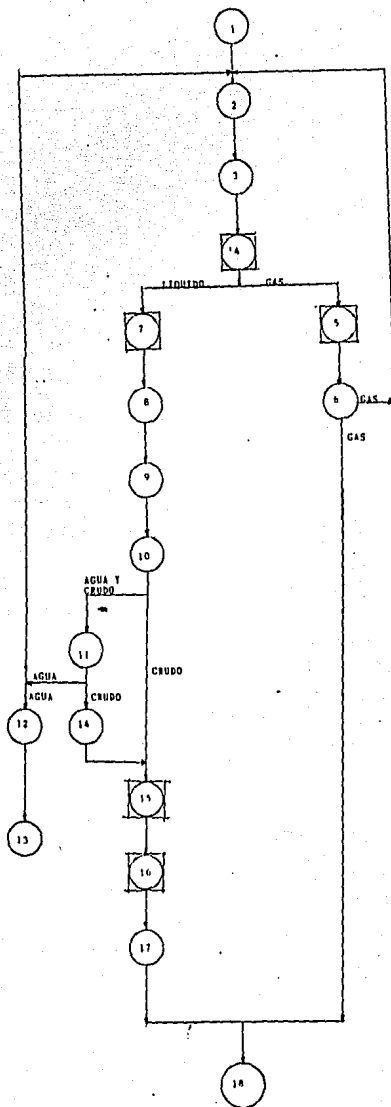
#### OPERACIONES:

- 1.- Inicio
- 2.- Llegada del crudo, agua, gas de los pozos
- 3.- Manufould o múltiple de pozos
- 4.- Separadores Líquido-Gas
- 5.- Separador Gas Principal
- 6.- Compresoras
- 7.- Tanques de almacenamiento y medición
- 8.- Bombeo
- 9.- Tanque de almacenamiento grande
- 10.- Tanque de deshidratación
- 11.- Presas de separación Crudo-Agua
- 12.- Bombeo
- 13.- Drenaje
- 14.- Bombeo
- 15.- Tanque de almacenamiento general
- 16.- Calentadores de crudo
- 17.- Bombeo
- 18.- Refinería Madero.

#### INSPECCIONES:

- 4.- Inspección del nivel de crudo, agua y gas
- 5.- Inspección del nivel de crudo, agua y gas
- 7.- Verificar producción diaria
- 15.- Verificar nivel de crudo
- 16.- Verificar presión de calentamiento.





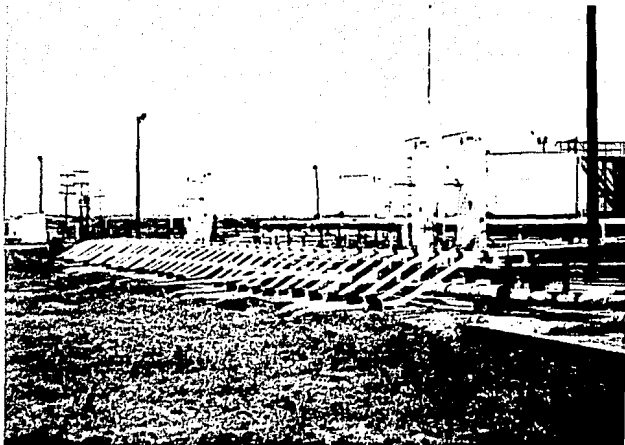


Foto 1.- Manifold o múltiple de los pozos, Separadores de Líquido - Gas.

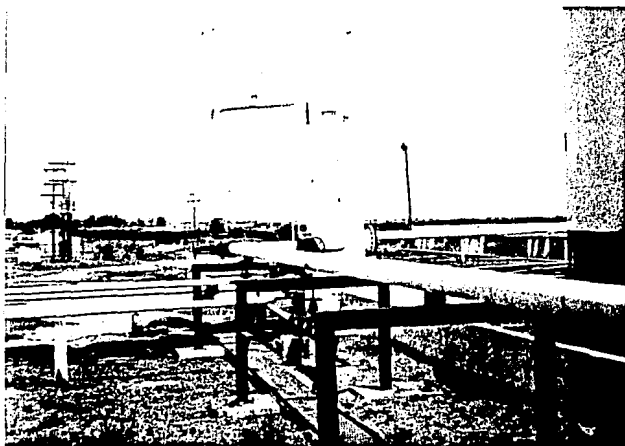


Foto 2.- Separador de Líquido - Gas principal.

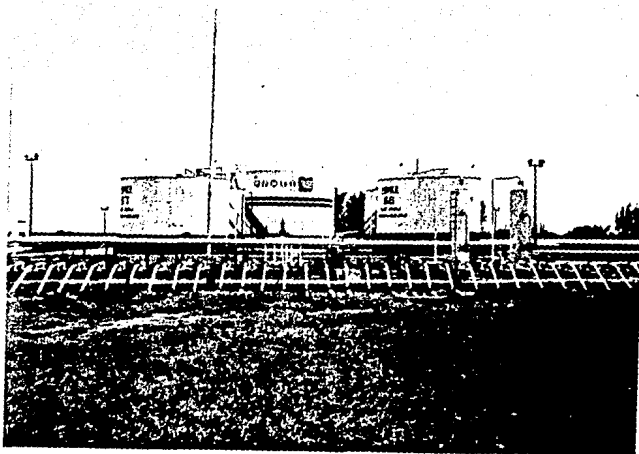


Foto 3.- Tanques de Almacenamiento y Medición.

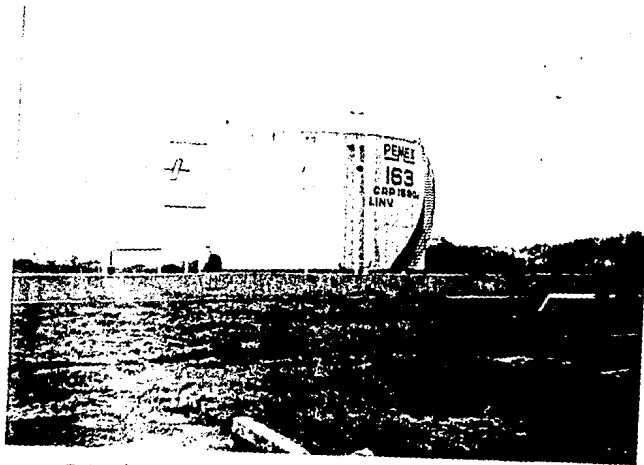


Foto 4.- Tanque de Deshidratación.

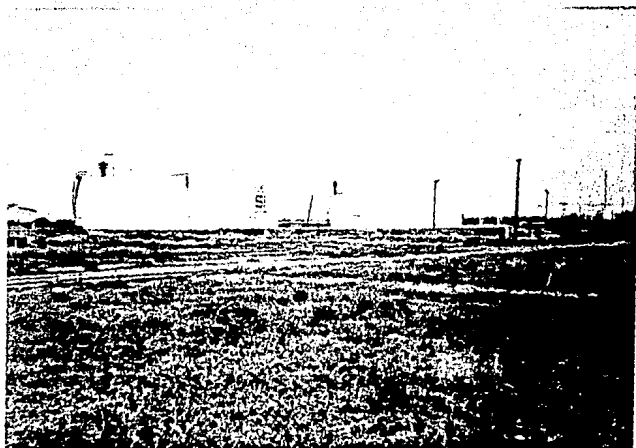


Foto 5.- Tanques de Almacenamiento Generales.



Foto 6.- Presas de Separación Crudo - Agua.

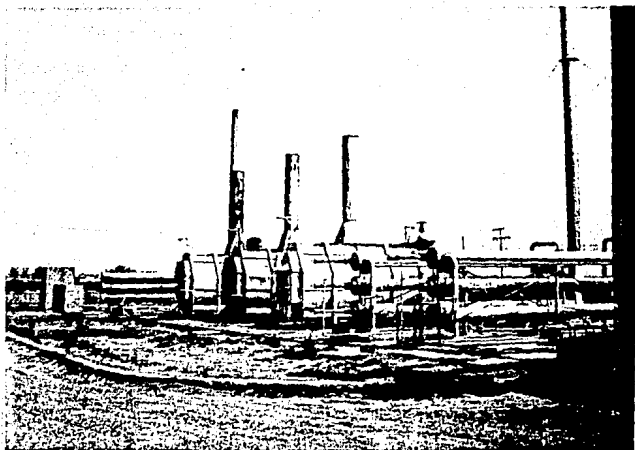


Foto 7.- Calentadores de Crudo.



Foto 8.- Casa de Bombas ( Bombeo a Refinerfa Madero ).

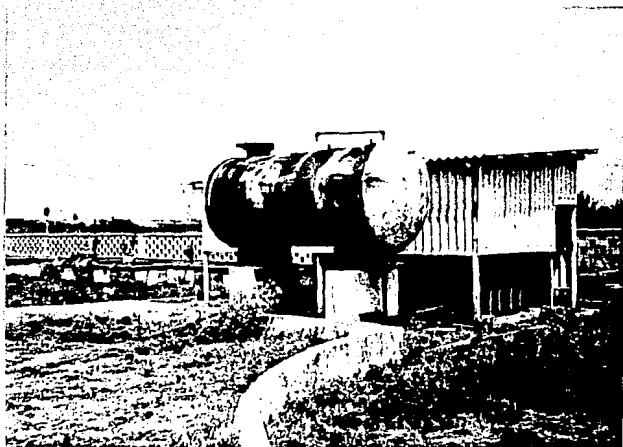


Foto 9.- Tanque de Líquido Espumante.

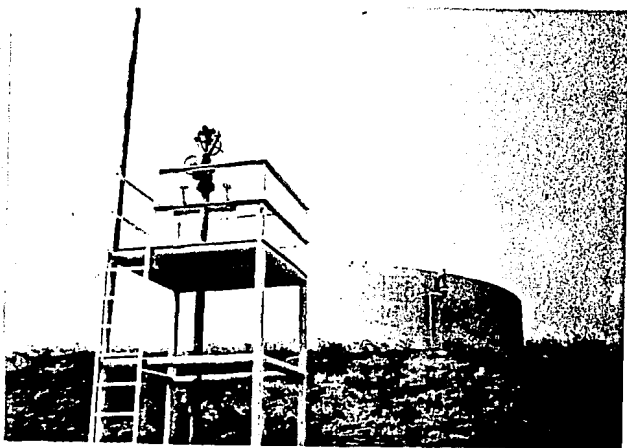


Foto 10.- Monitor de agua de Enfriamiento y Cámara de Espuma.

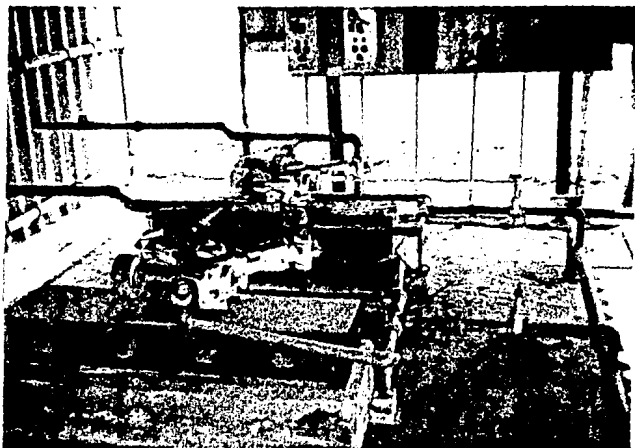


Foto 11.- Bombas Dosificadoras para Líquido Espumante.



Foto 12.- Camión de Bomberos ( actual ).

CAPITULO III  
ESTUDIO DE COSTOS

III.1.- Red de agua de enfriamiento.

III.1.1.- Costos aproximados de los materiales faltantes para completar la red de agua de enfriamiento.

CANTIDAD	MATERIAL Y ESPECIFICACIONES	COSTO DE MATERIALES
820	Mts. de tubería de 6"Ø, Cédula 80, para alta presión.	\$ 82'987,608.00
150	Mts. de tubería de 8"Ø, de acero - al carbón sin costura, Cédula 40 , Especificación ASTM-A-53 Grado B.	14'210,640.00
268	Mts. de tubería de 12"Ø, de acero al carbón sin costura, Cédula 40 . Especificación ASTM-A-53 Grado B.	39'962,016.00
6	Torrecillas para interconexión de monitores de 4"Ø.	1'080,000.00
6	Tomas dobles para conectar mangueras de C.I. de 2 ½"Ø (instaladas - en las 6 torrecillas) incluye 10 - válvulas de compuerta de 2 ½"Ø, tipo horizontal (125 No.) (bridadas).	1'440,000.00
6	Monitores para 500 GPM, fijo entrada de 4"Ø y salida de 2 ½"Ø, giro horizontal 360° y vertical 120° -- "Y".	3'240,000.00
2	Válvulas reguladoras de presión -- marca "Fisher" de 1 ½"Ø D.N. de doble puerto, diseño A. Tipo 657-AR	1'980,000.00



CANTIDAD	MATERIAL Y ESPECIFICACIONES	COSTO DE MATERIALES
250	Mts. de línea de alimentación de $\frac{1}{4}$ " de gas o aire para las válvulas reguladoras de presión.	\$ 2'475,000.00
24	Tramos de 15 mts. (50 pies) mangueras de 6.36 (2 $\frac{1}{2}$ ) de diámetro con forro interior de hule natural o sintético, una o varias cubiertas de tejido de algodón, o de fibra equivalente, en instalaciones industriales (Servicio contra incendio) Clave MCI-2 $\frac{1}{2}$ HASI.	5'760,000.00
3	Manómetros para 200 lbs./pulg <sup>2</sup> , para verificar presiones en el sistema de baja y presión de entrada de la red de agua de enfriamiento.	60,080.00
2	Reducción concéntrica de 12"Ø x 8"Ø	780,000.00
4	Válvulas de compuerta de 12"Ø, 150 lbs. bridadas, cuerpo de acero.	6'753,600.00
3	Manómetros de 1500 lbs./pulg <sup>2</sup> , para verificar presiones en el sistema de alta de la red de agua de enfriamiento.	127,068.48
1	Válvula de ángulo de extremos bridados, acero 5.3 cms. (2 $\frac{1}{4}$ ") 600 No. ANSI	846,168.00
1	Válvula de retención horizontal, de acero, extremos roscados, 2 cm. -- (3/4") 600 No. NSI.	516,000.00
4	Reducciones concéntricas, peso standard, acero, ASTM-234, grado B de -	

CANTIDAD	MATERIAL Y ESPECIFICACIONES	COSTO DE MATERIALES
	10 x 3/8 cm. (4" x 1 1/4").	384,000.00
1	Válvula de control manual de presión de 2"Ø para alta presión	682,464.00
4	Válvulas de compuerta de 8"Ø, bridas, cuerpo de acero, para 150 lbs.	3'230,400.00

III.1.2.- Costo de mano de obra de las modificaciones y/o ampliaciones para rehabilitar la red de agua de enfriamiento.

	MODIFICACION Y/O AMPLIACION	COSTO DE MANO DE OBRA
a)	Extensiones de línea de 8"Ø, Cédula - 40, de alimentación de agua hasta los puntos A,B,C y D (Ver croquis isométricos). 200 mts.	\$ 2'385,960.00
b)	Extensiones de línea de 12"Ø, Cédula 40, 268 mts. (Ver croquis anexo)	3'553,680.00
c)	Instalación de 6 torrecillas monitores en los puntos A,B,C y D.	111,600.00
d)	Cancelar el monitor No. 8 del lugar - donde se encuentra.	5,160.00
e)	Instalación de válvulas reguladoras - de presión de 1 1/2"Ø en el By-Pass de la red contra incendio y sus interconexiones para su alimentación con gas.	171,600.00
f)	Instalación de conexiones para mangueras de 1 1/2" y 2 1/2"Ø con tapones correspondientes en los puntos A,B,C,D.	96,000.00
g)	Instalación del sistema de aspersión	

MODIFICACION Y/O AMPLIACION	COSTO DE MANO DE OBRA
en los calentadores.	\$ 4'781,628.00
h) Instalar línea de 6"Ø, Cédula 80, - en el By-Pass de la red de alimenta ción de agua y válvula de 2"Ø para la regulación manual de la presión.	25,033.32

III.1.3.- Costo total de materiales y mano de obra del sistema de agua de enfriamiento: -

\$ 117'645,708.00

NOTA: Precios actualizados a Marzo de 1987.

### III.2.- Sistema de líquido espumante.

#### III.2.1.- Costos aproximados de los materiales faltantes para completar el sistema de líquido espumante.

CANTIDAD	MATERIAL Y ESPECIFICACION	COSTO DE MATERIALES
150	Mts. de tubería de 6"Ø de acero al carbón, sin costuras, cédula 40, - especificación ASTM-A-53, Grado B.	\$ 10'192,248.00
400	Mts. de tubería de 4"Ø, acero al - carbón sin costuras, Cédula 40, es pecificación ASTM-A-53, Grado B.	16'109,760.00
6	Válvulas de compuerta, tipo hori-- zontal, extremos bridados, cuerpo_ de acero para 150 lbs. 6" D/N.	3'474,864.00
6	Válvulas de compuerta, tipo hori-- zontal, extremos bridados, cuerpo_ de acero de 4" D.N.	1'821,600.00
2	Cámaras de espuma tipo MCV Modelo_ MCS-55	1'320,000.00
2	Cámaras de espuma tipo MCV Modelo MCS-33	960,000.00
2	Cámaras de espuma tipo MCV Modelo MCS-17	792,000.00
4	Cámaras de espuma tipo MCV Modelo MCS-9	660,000.00
4	Bombas dosificadoras para líquido_ espumante con capacidad de 40 GPM. Marca Wallace - Tiernan. Diámetro de descarga 1 ¼".	12'000,000.00
2	Motores de combustión interna, ade	

CANTIDAD	MATERIAL Y ESPECIFICACION	COSTO DE MATERIALES
	cuados para acoplarlos a las bombas anteriores. Marca Wisconsin - gasolina de 5 H.P.	\$ 1'320,000.00
2	Motores eléctricos adecuados para acoplarlos a las bombas anteriores marca General Electric 5 H.P.	912,000.00
6	Boquillas portátiles para generar espuma mecánica, marca Aero-Foam, modelo 600-S.	4'968,000.00
5	Válvulas de compuerta, extremos - bridados de acero, 10 cms. (4"Ø) 600 No. ANSI.	8'461,680.00
1	Válvula de retención horizontal, de acero de 10 cms. (4") extremos bridados 600 No. ANSI.	540,000.00

III.2.2.- Costos aproximados de mano de obra de las modificaciones y/o ampliaciones para rehabilitar el sistema de líquido espumante.

	MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	COSTO DE MANO DE OBRA
a)	Construcción de ramal de 4"Ø, cédula 40 que interconecte al tanque No.106 de 10,000 lbs. con la red de líquido espumante, su válvula de bloqueo y - su cámara de espuma, bridas y conexiones giratorias.	\$ 304,128.00
b)	Construcción de ramal de 4"Ø que interconecte al tanque No. 163 con la	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	COSTO DE MANO DE OBRA
red de líquido espumante, válvula - de 4"Ø y cámara de espuma, bridas y conexiones giratorias.	\$ 439,140.00
c) Construcción de 4 ramales de inter- conexión con los tanques No. 63,64, 66 y 67 de 190 m <sup>3</sup> cada uno, de 4"Ø, con válvulas de bloqueo y cámaras - de espuma, bridas y conexiones gira- torias.	809,280.00
d) Extensiones a la línea de 6"Ø, cédu- la 40, de la red de líquido espuma <u>n</u> te, para interconexión con los rama- les mencionados en los incisos a) y b).	339,600.00
e) Extensión de la línea de 6"Ø de la red de líquido espumante, para in- terconexión de ramales para los tan- ques No. 63,64, 66 y 67.	460,800.00
f) Instalación de bombas dosificadoras de líquido espumante con sus moto-- res de combustión interna y eléctri- co y sus interconexiones.	1'044,000.00
g) Rehabilitación del tanque almacena- dor de líquido espumante.	744,000.00
h) Instalación de soportes de concreto armado con placas de acero en la -- parte superior.	864,000.00
i) Instalación del controlador de pre- sión marca Wizard, tipo 4100U	360,000.00
j) Protección anticorrosiva (primario_	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	COSTO DE MANO DE OBRA
y acabado) a líneas, ramales, monitores y válvulas de la red de líquido espumante.	\$ 4'188,000.00

III.2.3.- Costo total de material y mano de obra del sistema líquido espumante:

\$ 72'709,542.00

NOTA: Precios actualizados a marzo de 1987.

III.3.- Ajuste de costos de materiales y equipo, por existir -  
en los almacenes de esta empresa.

III.3.1.- Tuberías.

CANTIDAD	TUBERIA EXISTENTE	CLAVE ALMACEN	COSTOS
400 Mts.	Tubería de 4"Ø, de acero al carbón sin costuras, cédula 40, especificación ASTM-A-53 grado B.	2310	\$ 16'109,760.00
150 Mts.	Tubería de 6"Ø, de acero al carbón sin costuras, Cédula 40, Esp. ASTM-A-53 grado B.	2310	10'192,248.00
820 Mts.	Tubería de 6"Ø, de acero al carbón sin costuras, Cédula 80, reforzada, doble tramo, Esp. ASTM-A-53, Grado B.	2330	82'987,608.00
150 Mts.	Tubería de 8"Ø, de acero al carbón sin costuras, sin No. de Cédula, Esp. ASTM-A-53, Grado B.	2380	14'210,640.00
268 Mts.	Tubería de 12"Ø, de acero - al carbón sin costuras, sin No. de Cédula, Esp. ASTM-A-53, Grado B.	2310	39'962,016.00
250 Mts.	Línea de ¼"Ø para conducción de aire o gas	2390	2'475,000.00
SUB-TOTAL No. 1 =			\$ 165'937,272.00

III.3.2.- Válvulas y accesorios.

CANTIDAD	VALVULAS Y ACCESORIOS EXISTENTES	CLAVE ALMACEN	COSTOS
1	Válvula de retención hori--		



CANTIDAD	VALVULAS Y ACCESORIOS EXISTENTES	CLAVE ALMACEN	COSTOS
	zontal de acero, extremos ros cados, 2 cm. 3/4"Ø 600 No. ANSI/	3110	\$ 516,000.00
4	Válvula de compuerta de 12" Ø 150 No., bridadas, cuerpo de acero.	2111	6'753,600.00
4	Válvulas de compuerta de 8"Ø, 150 No., cuerpo de acero, bri dada.	2111	3'230,400.00
6	Válvulas de compuerta de 6" Ø 150 No., cuerpo de acero, bri dadas tipo horizontal.	2111	3'474,864.00
6	Válvulas de compuerta de 4" Ø N tipo horizontal, extremos - bridados, cuerpo de acero de 150 No.	2310	1'821,600.00
5	Válvulas de compuerta de 4"Ø, 600 No. ANSI, extremos brida dos, con cuerpo de acero. .	2310	8'461,680.00
4	Reducciones concéntricas, pe so estándar, acero, ASTM-234, Grado B, de 10 x 3/8 cm. (4 x 1 1/2"Ø).	2110	780,000.00
SUB-TOTAL No. 2		=	\$ 25'422,144.00

III.3.3.- Accesorios de contra-incendio existentes en el Depto. de Seguridad Industrial, D.N.

CANTIDAD	ACCESORIO EXISTENTE	CODIFICACION	COSTO
4	Torrejillas para interconexión de monitores de 4"Ø.		\$ 720,000.00
6	Monitores para 500GPM, fijo, entrada de 4"Ø y salida de 2 ½"Ø, giro horizontal 36° y vertical 120° "Y".	77-11-000	3'240,000.00
24	Tramos de manguera de 2 ½" Ø de 15 mts. c/u.	77-11-000	<u>5'760,000.00</u>
SUB TOTAL No. 3 = \$			<u>9'720,000.00</u>

III.3.4.- Costo total de materiales existentes:

\$ 201'079,416.00

III.3.5.- Resumen:

Como los costos de materiales y mano de obra de:

- Red de agua de enfriamiento	\$ 177'645,708.00
- Sistema de líquido espumante	<u>72'709,542.00</u>
SUMAN:	\$ 250'355,250.00

Deduciendo los costos totales de materiales existentes

201'079,416.00

Tenemos que el costo final del anteproyecto es : \$ 49'275,834.00

## CAPITULO IV

## SEGURIDAD E HIGIENE

## 1.- Historia de la seguridad industrial.

Desde que el hombre trabaja, es decir, desde que existe sobre la tierra, han ocurrido accidentes laborales. Sin embargo no ha sido hasta hace relativamente poco tiempo cuando empezó a perfilarse en torno a éstos un problema que implicaba pérdidas humanas, sociales y económicas que debido a esto y a su gravedad, nació la inquietud por las personas de crear sistemas de seguridad.

En efecto: el maquinismo, la utilización de nuevas fuentes de energía que lo hicieron posible, "el descubrimiento de nuevos materiales", la llegada de los modernos sistemas de trabajo y el cambio tan complejo operado en el campo de las relaciones humanas, acentuaron las condiciones de inseguridad ya existentes y dieron lugar a la aparición de una enorme variedad de peligros potenciales para la salud, para la integridad física y mental, así como para la vida de quienes trabajan y esta peligrosidad potencial se manifestó en forma dramática elevando la ocurrencia y la gravedad de los accidentes laborales hasta hacer pensar que las enfermedades profesionales, las lesiones corporales, las incapacidades y la muerte representan un tributo obligado a la naciente civilización industrial.

Sin embargo, aun cuando no con el ritmo vertiginoso con el que ha progresado la tecnología, mucho se ha logrado en el curso de este siglo en el planteamiento del problema de los accidentes de trabajo, así como en su --

prevención, hasta poderse afirmar actualmente que un 99% de los casos que se registran, los accidentes de trabajo son inevitables.

Se pueden identificar tres etapas en el movimiento de la seguridad industrial:

- La primera comprende, por lo menos en el continente americano, el segundo decenio del presente siglo y estuvo caracterizada por el interés puesto exclusivamente en el orden mecánico y ambiental. El empresario, --hasca entonces deslumbrado por el desarrollo de la tecnología, que le ofrecía posibilidades nunca antes sospechadas para incrementar el volumen de producción, comienza a percibir el "déficit de productividad" derivado de los altos costos que directa o indirectamente ocasionan los accidentes y tales razones, de orden económico, así como sentimientos de solidaridad humana, lo obligan a introducir modificaciones en el diseño e instalaciones de máquinas, a dotar al trabajador de dispositivos y artefactos de protección personal, a adaptar protecciones mecánicas a las partes peligrosas del equipo, a revisar las condiciones de ubicación, de construcción y de adaptación de condiciones de trabajo como también los locales donde éste se desempeña con el fin de evitar la condición mecánica, física y ambiental considerada como responsable de la ocurrencia de los accidentes. Se crean organizaciones dedicadas a la promoción de la seguridad en el trabajo y nace el ingeniero de seguridad producto de esta concepción mecanizada del problema, como el técnico que habría de probar años más tarde, que es posible fabricar e instalar máquinas "a prueba de tontos" y convertir en sanos y seguros los ambientes de trabajo que habían sido

peligrosos.

- La segunda etapa puede situarse en todo el tercer decenio de nuestro siglo y su característica fue el interés por la participación activa del trabajador en -- prevención de accidentes, interés derivado del descubrimiento de un nuevo factor en la causa del riesgo profesional. Emerge así el factor humano en manos del ingeniero de seguridad y es identificado por éste, originalmente, en forma simplista y limitada. En efecto, la ejecución de actos peligrosos y la omisión de prácticas de seguridad fueron atribuidas al desconocimiento de las reglas de seguridad por parte de los trabajadores o al descuido de éstos y las primeras medidas preventivas para el control del factor humano fueron la "instrucción y la supervisión". El entrenamiento, las pláticas, los folletos, carteles y demás medios de difusión fueron usados para enseñar al personal la forma de ejecutar el trabajo evitando los accidentes y el supervisor de seguridad tomó la responsabilidad directa de la vigilancia para el cumplimiento de las reglas de seguridad.

- La tercera etapa en el movimiento de seguridad industrial, inició a partir del cuarto decenio de nuestro siglo, etapa que sigue en pleno desarrollo y que se caracteriza por la participación de las ciencias del hombre:

- Antropología
- Fisiología
- Psicología
- Psiquiatría
- Sociología en el estudio de la génesis de los accidentes laborales y la aplicación en las técnicas

nicas laborales y humanas en la prevención de -  
los mismos.

Hacia fines del tercer decenio del siglo en cur--  
so, un ingeniero llamado Heinrich, señaló por primera --  
vez la complejidad del factor humano en la génesis del -  
accidente laboral. Su obra fundamental "Prevención de -  
los accidentes industriales" señala 4 grupos de razones\_  
de orden personal por las que el trabajador, según el au  
tor, podría incurrir en actos u omisiones peligrosas. -  
Tal agrupamiento era:

- 1° Actitud impropia
- 2° Falta de conocimientos o preparación
- 3° Defectos físicos
- 4° Prácticas de seguridad difíciles o imposi- --  
bles de realizar por el trabajador.

De acuerdo con este criterio preconizaba como re-  
cursos básicos para el control del factor humano en la -  
prevención de los accidentes laborales, los siguientes:

- a) Educación
- b) Supervisión técnica
- c) Asignación de puestos
- d) Disciplina
- e) Tratamiento médico
- f) Psicología.

El mismo autor fue el primero en destacar la pree  
minencia de este frente (accidentes laborales) al proble  
ma mecánico y ambiental, asegurando que el 88% de casos\_  
por él estudiados, el factor humano fue el preponderante

como causa.

El accidente, desde el punto de vista humano, es considerado actualmente como un problema de desadaptación y generalmente se asocia con otros signos inespecíficos de desadaptación tales como el ausentismo, los cambios de empleo, la disciplina, la conducta anormal y la ineficiencia. Por ello en el control de los factores humanos casuales debe consistir en el control de todas las posibilidades de desadaptación en el trabajo y en el control de todos los factores que se opongan al bienestar del trabajador como persona humana y de este modo se logrará no sólo la prevención del accidente, sino también la prevención de las otras consecuencias de desadaptación, como el ausentismo, la conducta normal y la ineficiencia.

Para la prevención de riesgos profesionales se postularon los principios fundamentales que sintetizan la orientación actual en la prevención de los accidentes laborales.

- a) La integración de la seguridad en cada una de las fases de la administración, o sea en la planeación, integración, organización, ejecución y control del trabajo.
- b) La aplicación de recursos técnicos para el control de los factores humanos que pueden ser agentes causales de los accidentes.

## 2.- Seguridad e Higiene en esta empresa petrolera.

En esta empresa la preocupación por la seguridad industrial es tan seria que se ha llegado, inclusive, a encomendársela a una dependencia con jerarquía de gerencia.

Esta Gerencia de Seguridad Industrial sigue las políticas señaladas por la dirección general.

Desarrolla así diversas actividades que incluyen, entre otras, la de investigar o informarse de las características de todos los proyectos de desarrollo de la industria, para ver en qué forma se afectan y en qué forma se atenderán las condiciones de seguridad de las instalaciones y del personal.

En estas instalaciones existentes, y de común acuerdo con otras gerencias, se ejercen labores de supervisión para asegurarse de que las medidas preventivas de los accidentes sean observadas en el más alto grado posible.

Se concentra también la información estadística relacionada con los accidentes, para orientar adecuadamente las campañas de seguridad. Estas campañas tienen como uno de sus más sólidos apoyos, la divulgación de información relacionada con los diferentes riesgos que pueden presentarse en las tan variadas actividades propias de la industria, así como también las recomendaciones para eliminarlos. Esta elaboración de información se divulga en forma de:

- Normas de seguridad
- Boletines de seguridad industrial



- Resúmenes de boletín
- Resúmenes de seguridad
- Manuales sobre toxicología y carteles.

Colaboran especialistas de las otras gerencias - que integran el sistema administrativo de esta empresa.

## 2.1.- Higiene en el Trabajo.

Higiene industrial se define como: El arte científico del reconocimiento, la evaluación y el control de los riesgos laborales capaces de producir enfermedades, de las incomodidades que pueden provocar malestar en los trabajadores antes de que tales hechos sucedan; es por lo tanto la principal disciplina de este conjunto en que se basa la Salud Ocupacional. Se diferencia de la Seguridad Industrial en que ésta se dirige a las actividades del trabajo. Es importante recalcar esta diferencia, -- aunque ambas representan daños producto del trabajo, y reside en el hecho de que la enfermedad profesional se genera por la acción continuada y repetida (generalmente al paso de meses o años de exposición) del agente causal. El accidente es producto de un acto imprevisto y único del agente sobre el hombre.

En Higiene de Trabajo, el tratamiento de cada problema no importando su magnitud y complejidad, por necesidad, se hace analizando cada sistema hasta llegar a -- la valoración del puesto mismo de Trabajo. Para llegar a ello es imprescindible cubrir en esencia la primera -- etapa del procedimiento:

Estudio del reconocimiento preliminar, que tiene

como objetivo a través del interrogatorio dirigido al personal administrativo y de las observaciones y apreciaciones sensoriales, establecer que los riesgos existen, en qué puestos inciden y cuáles son los factores coadyuvantes que modifican la potencialidad de los mismos.

En consecuencia a través de la investigación orientada de las características de la planta, su personal, productos, sub-productos, procedimientos y circunstancias, es posible simplemente con papel, lápiz y criterio cubrir el objetivo. La segunda etapa del procedimiento es:

Estudio de evaluación. El estudio de evaluación de los riesgos identificados tiene como objetivo el determinar el nivel de potencialidad que cada riesgo posee para producir alteraciones y en consecuencia de establecer la tolerancia e intolerancia de la condición ambiental en que se desarrolla un puesto de trabajo bajo el efecto de uno o varios agentes.

En el estudio de evaluación deben ser investigados los riesgos a que se somete cada puesto a través del análisis de sus factores, el agente causal y sus características físicas, químicas, biológicas, la exposición y sus características; tales como tiempo de exposición, frecuencia de la exposición y la concentración a nivel del agente involucrado.

### 3.- Recomendaciones de seguridad para trabajadores que operan baterías de separación de aceite.

#### 3.1.- Acceso a las instalaciones.

Es conveniente que el camino de acceso a estas instalaciones se mantenga libre de material disperso o de cualquier otra obstrucción que impida o dificulte el libre tránsito de vehículos para que el personal que labora en ellas pueda movilizarse fácil y rápidamente, en caso de ser necesario.

Estas instalaciones sin importar la capacidad de manejo, generalmente cuentan con una cerca de protección (muros, tela ciclón y alambre de púas) y una puerta de acceso, suficientemente amplia.

#### 3.2.- Acceso de personas.

Con el objeto de evitar la entrada de animales a estas áreas o de personas sin autorización, que pudiera causar algún daño a las instalaciones, deberá mantenerse la malla o cerca de protección y puerta de acceso en buenas condiciones. Estas áreas deberán mantenerse libres de hierbas, basura, residuos de combustible o cualquier otro material disperso. Durante la jornada de trabajo la puerta de acceso debe permanecer cerrada.

#### 3.3.- Acceso de vehículos.

Los vehículos que tengan acceso a las diferentes áreas de estas instalaciones, deberán sujetarse a las --

disposiciones siguientes:

- a) Respetar los límites de velocidad indicados o establecidos.
- b) Deberán respetarse, sin excepción, los avisos que -- prohiban el paso de vehículos a determinados sitios.
- c) No deberán transportar personas en los estribos de los vehículos, ni ascender o descender de ellos cuando se encuentren en movimiento.
- d) Por ningún motivo deberán estacionarse frente al -- equipo contra incendio, hidratantes, casetas, etc.
- e) No deberán efectuarse reparaciones de los vehículos\_ en estas áreas.
- f) En estas áreas no deberán cargar combustible los vehículos.
- g) Por ningún motivo se permitirá la entrada de vehículos a dichas áreas, cuando en ellas se desarrolle alguna operación especial que implique la posible liberación de hidrocarburos a la atmósfera o que se están liberando éstos.

#### 3.4.- Drenajes.

Además del drenaje pluvial y sanitario, estas instalaciones cuentan con un drenaje de tipo industrial o -- aceitoso, el cual tiene como finalidad captar todos los derrames y purgas de fluidos que se produzcan en el área de tanques, separadores, bombas, etc., y conducirlos a -- través de un sistema entubado con sellos hidráulicos hacia una trampa de aceite, que permita separar los hidrocarburos líquidos para su aprovechamiento o bien para su

eliminación, descargarán hacia una presa de desperdi- --  
cios.

Cuando por alguna razón ocurran derrames que no -  
sean captados por el drenaje industrial, es conveniente  
eliminarlos lavando con agua y algún detergente especial  
y haciendo que el producto de lavado concorra a los dre-  
najes existentes.

Para evitar en el drenaje pluvial la acumulación  
de materia extraña que impida la libre circulación del -  
agua, es conveniente mantenerlos despejados, limpiando--  
los con cierta frecuencia. Por lo que respecta a la lim  
pieza del drenaje industrial, deberá ponerse especial -  
atención a los sellos hidráulicos, para evitar la acumu-  
lación de basura y mantener el buen funcionamiento de -  
los mismos.

Debe recordarse asimismo, que los diferentes dre-  
najes existentes en estas instalaciones fueron construí-  
dos para un uso específico en particular, por lo que la  
interferencia de servicios entre ellos causa serios pro  
blemas que a su vez se convierten en riesgos potenciales.

Evítense estos riesgos, haciendo que el drenaje -  
industrial sólo maneje residuos de hidrocarburos y el --  
drenaje pluvial desaloje solamente el agua de lluvia.

### 3.5.- Operación de separadores.

Antes de poner en servicio cualquier separador, efectúe una revisión cuidadosa para asegurarse que sus válvulas e instrumentos de control se encuentran en posición correcta y que los dispositivos de seguridad no se encuentren bloqueados.

Cuando se vaya a poner en operación un grupo de separadores, es conveniente revisar cuidadosamente toda la instalación y estar pendiente de su operación hasta en tanto se normalice su funcionamiento y reportar cualquier irregularidad que se note.

En el caso de presentarse alguna fuga, dondequiera que ésta sea, deberá corregirse de inmediato y no se operará el equipo hasta tener la seguridad de que la anomalía se ha corregido.

La cantidad de separadores, tanto de prueba como de grupo, con que cuente una batería, depende básicamente de los siguientes aspectos: La producción del campo, número de líneas que llegan a la batería, presión del flujo de pozos, capacidad de manejo de los separadores, relación gas-aceite, y presión de separación requerida.

Si se tiene una alta presión de descarga, es conveniente recurrir a la separación por etapas, en la cual el aceite se pasa por dos o tres separadores arreglados en serie, cada uno operando a una presión sucesivamente más baja.

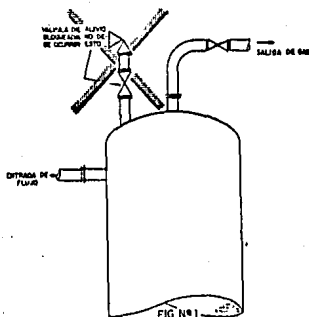
Todo recipiente que se encuentre en la batería y

funcione a una presión superior a  $1.056 \text{ kg/cm}^2$  (15 lb/ pulg<sup>2</sup>), cuenta por lo menos con una válvula de alivio -- instalada para relevar la presión, cuando se llegue a so brepresionar el recipiente. Estas válvulas son de la -- capacidad, diseño y un límite de presión apropiado, de - acuerdo al servicio a que esté destinado el recipiente.

La correcta calibración y funcionamiento de estas válvulas es fundamental para la seguridad del personal y de las instalaciones, por lo que deberá llevarse un re- gistro de calibraciones y revisión, haciéndose del cono- cimiento del operador y anotando en el reporte diario la fecha en que corresponderá su revisión.

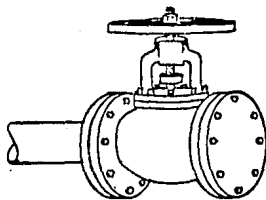
Cuando el personal encargado de estas instalacio- nes llegue a darse cuenta de que una válvula de alivio - fue accionada por un exceso de presión o funcionamiento\_ inadecuado, debe comunicarlo de inmediato a sus superio- res.

La descarga de la válvula de alivio, deberá orien- tarse hacia un lugar donde no existan otras instalacio- nes, tomando en cuenta la dirección del viento, de tal - manera que el gas que escape no cause daños al personal\_ ni a los equipos, o pueda ser causa de un incendio. En- tre estas válvulas y el separador no deberá instalarse - ninguna válvula de bloqueo o dispositivo que pueda impe- dir la libre descarga de la misma. Si nota que la des- carga de alguna válvula de alivio está bloqueada, hágalo del conocimiento de sus superiores para que sea corregi- da de inmediato esta anomalía, ya que una válvula de - - alivio bloqueada es como si no existiera.



No precisamente en baterías de separación, pero - sí en la industria, han ocurrido algunos accidentes que generalmente han sido de grandes consecuencias, pues al rebasar la presión máxima de trabajo de algunos recipientes y tener bloqueada la descarga de la válvula de alivio, se han represionado a tal grado que han explotado, causando graves daños incluso muerte de los trabajadores.

Cuando una línea de algún pozo se desconecte, deberá aislarse con brida ciega, para evitar derrames o fugas de gas, penetración de materia extraña, etc., y cuando se trate de una válvula, protéjala de la oxidación y otros daños. (Fig. 2).



CUANDO DESCONECTE ALGUNA LÍNEA  
DEBE COLOCARSE BRIDA CIEGA.

FIG. N° 2



Los separadores en servicio, cuentan por lo menos con un manómetro instalado junto al cuerpo de los mismos; es conveniente que con cierta frecuencia se compruebe el buen funcionamiento de los mismos y se mantenga la carátula limpia, ya que esto permitirá la mejor conservación del equipo y le brindará facilidad a la persona encargada de efectuar las lecturas.

### 3.6.- Tanques de almacenamiento.

El aceite producido por los pozos, siempre trae agua salada, la cual se separa en el fondo del recipiente de almacenamiento, por lo que la primer lámina de la envolvente y el fondo, que están en contacto con los materiales de cimentación, están sujetos a corrosión electrofítica. Esta corrosión es rápida pero no tan destructiva como el tipo de corrosión que se produce por la presencia de azufre, que acompaña al aceite producido en algunos campos. El ácido sulfhídrico desprendido del aceite ataca principalmente la parte superior del tanque, y la cúpula, causando daños tan serios que pueden llegar a convertir el techo en una área donde no se puede caminar lo que impediría la medición y el muestreo que se deben de realizar en la parte superior de los tanques de almacenamiento.

En todo equipo que se destine al almacenamiento y manejo de hidrocarburos, existe la posibilidad de que se genere electricidad estática, debido a:

- 1° El flujo de los productos a través de tuberías, bombas, válvulas, etc.

- 2° La caída del aceite de un nivel a otro, provocando - chapoteo y turbulencias.
- 3° La pulverización de los productos.

Con el objeto de eliminar estas cargas electrostáticas y evitar que se pueda originar algún incendio, todo recipiente de este tipo deberá estar conectado eléctricamente a tierra.

Cuando se tomen muestras del contenido de los tanques, tenga cuidado que no ocurran derrames del producto sobre la cúpula; en caso de que esto ocurriera, use una estopa para limpiar, y si este producto es muy pesado y viscoso, utilice agua y detergente apropiado; por ningún motivo emplee líquidos inflamables como agentes de limpieza.

Las estopas empleadas para el caso anterior y las utilizadas para limpiar las cintas de medición o cualquier otro objeto, deposítelas en un recipiente para ser desechadas en el lugar apropiado.

Mantenga todos los registros de los tanques y - - deshidratadores atmosféricos cerrados y ábralos únicamente el tiempo necesario.

El riesgo principal en las operaciones de medición y muestreo de tanques de almacenamiento, lo constituyen la inhalación de gases tóxicos, principalmente el ácido sulfhídrico, que contiene algunos crudos; estos gases han causado la muerte del personal que labora en este tipo de trabajos; por lo tanto es indispensable usar la "máscara contra gas" con lo que se logra una protección adecuada.

Por lo que respecta a los bordes de protección - de los tanques, éstos deberán mantenerse en buenas condiciones y libres de basura, así como de charcos de aceite o agua en el redondel. La válvula de drene colocada en el exterior del bordo, deberá mantenerse cerrada y abrirse sólo el tiempo necesario, para desalojar el agua que se acumule en el redondel, y en el caso de derrames para la recuperación de los productos.

### 3.7.- Bombas, Motores, y Compresoras.

Todas las partes en movimiento expuestas, si no --  
tienen colocadas sus guardas protectoras, o si éstas se  
encuentran en malas condiciones, representan un serio --  
riesgo de accidentes, por lo que cada vez que se remue--  
van para su revisión, mantenimiento, etc., deberá colo--  
carse al terminar dichas reparaciones, aún en el caso de  
que la parte cubierta no se vaya a poner en movimiento --  
de inmediato. La ausencia de estos aislantes ha causado  
serias quemaduras al personal.

Antes de iniciar las operaciones de bombeo y com--  
presión es necesario que todos los dispositivos de pro--  
tección se encuentren siempre en buen estado de funcio--  
namiento.

Al poner en operación una bomba, compresora, etc.,  
debe observarse un tiempo razonable para cerciorarse que  
su funcionamiento sea normal y una vez en operación debe  
rá ponerse especial atención en la lubricación y enfria--  
miento del equipo.

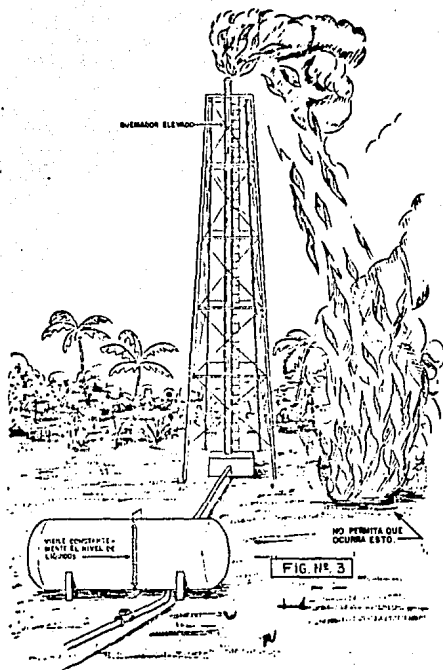
Cualquier fuga que se presente en las conexiones --  
de las bombas, por pequeña que ésta sea, deberá reparar--  
se de inmediato, ya que siempre existirá la posibilidad --  
de que la fuga aumente. Cuando esta reparación implique  
el retiro temporal de una bomba, deberá colocarse bridas  
ciegas en los extremos de las tuberías de succión y de --  
descarga.

En el caso de las compresoras, durante el arran--  
que, deberá seguirse paso a paso las instrucciones exis--

tentes que para tal fin debe haber en cada centro de trabajo que operen.

Toda estación de compresoras deberá contar con un dispositivo que envía el gas de succión o de descarga hacia el quemador en caso de emergencia. Se comprende fácilmente la importancia de este dispositivo, por lo que deberá mantenerse siempre en condiciones ideales de funcionamiento.

Generalmente los quemadores elevados cuentan con un tanque de condensados con el objeto de evitar que éstos lleguen a la flama y puedan apagarla y se derramen - pudiendo originar algún incendio en el área adyacente. - Estos separadores deben purgarse periódicamente para evitar que líquidos acumulados sean arrastrados por el gas y ocurra lo antes mencionado. (Fig. 3)



DATOS PARA EL SISTEMA DE SEGURIDAD A IMPLANTAR:3.8.- Cálculos de los requerimientos de agua de enfriamiento.

La aplicación del agua rociada a recipientes envueltos por el fuego reducirá la relación de calor transmitido, en un valor del orden de 6000 BTU/pie<sup>2</sup>/hr. de superficie húmeda expuesta por el contenido, cuando la relación de aplicación del agua es de 0.2 GMP/pie<sup>2</sup> de superficie expuesta (Ver Fig. A.4.4.3.2 (b), de acuerdo con lo especificado en el párrafo a-4.4.3.2 del apéndice A de la norma No. 15 1977 de la NFPA, volumen 2, edición 78 y del párrafo 4.4.1.2, capítulo 4 del Water Spray - Fixed Systems, NFPA 15 1977.

TANQUE	VOLUMEN (Bls)	DIAMETRO (pies)	ALTURA (pies)	AREA (pies <sup>2</sup> )	GASTO (GMP)
T-51	55,000	114.1	29.49	10570	2114
T-65	55,000	114.1	29.49	10570	2114
T-149	7,000	42.34	27.89	3709.7	741.94
T-153	7,000	42.34	27.89	3709.7	741.94
T-63	1,195	23.87	14.91	1118.09	223.618
T-64	1,195	23.87	14.91	1118.09	223.618
T-66	1,195	23.87	14.91	1118.09	223.618
T-67	1,195	23.87	14.91	1118.09	223.618
T-106	10,000	60.03	24.03	4539.7	907.94

Por lo anterior se tomará el valor de 2,500 GPM, considerando el requerimiento máximo para un solo tanque (de los dos de mayor área expuesta que son el T-51 y el T-65).

3.8.1.- Cálculo para determinar la presión de trabajo en la red de agua de enfriamiento (Para tubería de 12").

Utilizando la Ecuación de Bernoulli calculamos -- las caídas de presión entre la alimentación a la red y -- los hidrantes y/o monitores.

$$z_1 + 144 \frac{P_1}{\rho_1} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + 144 \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{V_2^2}{2g} + h_l$$

DATOS:

$\rho_1 = \rho_2 = (62.19 \text{ lbs/pie}^3)$ , por ser la densidad específica del agua a 80°F, que es la temperatura promedio atmosférica.

$z_1 = 0$ , por ser el plano de referencia, la altura de la línea de alimentación a la red.

$z_2 = 30$  pies, por ser la altura de descarga de los monitores.

$V_1 = 7.17$  pies/seg, es la velocidad media en tubería de 12" para 2,500 GPM (Crane).

$V_2 = 12.60$  pies/seg, es la velocidad media en la tubería de 4" para 500 GPM (Crane).

Para el cálculo de la presión estática ( $h_l$ ), debido al flujo del fluido, se calculan las caídas de presión por cada 100 pies de longitud de tubería y las  $\Delta P$  por longitudes equivalentes de los accesorios, y se aplica la fórmula:

$$h_l = 144 \frac{\sum P}{\rho} \quad (\text{EC/ 3.23 pag. 3-5 Crane})$$



Cálculo de la  $\Delta P$  en 100 pies de tubería:

$$P = 0.0216 \frac{f \rho Q^2}{d^5 \gamma} \quad (\text{Pag. 3-10 Crane})$$

En la que:

$f$  = Coeficiente de fricción (nomograma anexo)

$\rho$  = Densidad agua a 80°F (62.19, pag. A-6 Crane)

$Q$  = 2500 GPM (12") y 500 GPM (4")  $\emptyset$

$d$  = Diámetro interior de la tubería

$\gamma$  = 0.85 viscosidad del agua a 80°F

Longitud de tuberías;

12"  $\emptyset$  --- 1114.52 pies

4"  $\emptyset$  --- 9.83 pies

Factor fricción:

$f$  12"  $\emptyset$ , 2500 GPM = 0.0141

$f$  4"  $\emptyset$ , 500 GPM = 0.0161

Para los cálculos de caídas de presión a la longitud real (no de 100 pies) se realiza una simple regla de tres, tanto para la tubería de 12"  $\emptyset$  como para la de 4"  $\emptyset$ .

Los accesorios utilizados son:

- a) 1 válvula de 12"  $\emptyset$
- b) 5 codos de 12"  $\emptyset$  a 90°
- c) 3 "Tees" de 12"  $\emptyset$

Los cálculos y longitudes de caídas de presión -- respectivas para las tuberías son:

a) 1 Válvula de 12"  $\emptyset$ , (pág. A-30 Crane) se obtiene:

$$\frac{L}{D} = 13 \text{ (Completamente abierta)}$$

b) 5 Codos de 12"  $\emptyset$  a 90°

$$\frac{L}{D}$$

c) 3 "Tees" de 12"  $\emptyset$

$$\frac{L}{D}$$

Con todos estos datos podemos concluir que:

$\Delta P_1 = 6.40$	para tubería de 12" $\emptyset$
$\Delta P_2 = 0.591$	para tubería de 4" $\emptyset$
$\Delta P_3 = 0.113$	para válvula de 12" $\emptyset$
$\Delta P_4 = 1.310$	para codos de 12" $\emptyset$ a 90°
$\Delta P_5 = 0.524$	para tees de 12" $\emptyset$

Tenemos que:

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5$$

Por lo tanto:

$$\Sigma \Delta P = 8.938$$

✓ Sustituyendo en la fórmula (EC. 3.23 pag. 3-5 Crane) tenemos:

$$h_1 = 20.691$$

Sustituyendo en la ecuación de Bernoulli:

$$P_1 - P_2 = 22.6116$$

donde  $P_2 = 100 \text{ lbs/pulg}^2$  (Presión mínima requerida en la descarga).

Tenemos que:

$$P1 = 8.6407 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto la presión mínima requerida para alimentar a la red es de :

$$P1 = 9.00 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (Para tubería de 12" } \emptyset \text{)}$$

3.8.2.- Cálculo para determinar la presión de trabajo en la tubería de la red de agua de enfriamiento (Tubería de 8"  $\emptyset$ )

Para estos cálculos se realiza el mismo procedimiento que en la parte II.4.2 de este proyecto, se pondrán únicamente los datos que cambian con respecto a la parte anterior:

Datos:

$V1 = 6.41$  pies/seg, es la velocidad media en tubería de 8"  $\emptyset$  para 1000 GPM (Crane)

Para la fórmula de la pág. 3-10 Crane tenemos:

$Q = 1000$  GPM (8"  $\emptyset$ ) y 500 GPM (4"  $\emptyset$ )

Longitud de la tubería:

8"  $\emptyset$  --- 1393.15 pies

4"  $\emptyset$  --- 9.834 pies

Factor fricción:

f 8"  $\emptyset$  1000 GPM = 0.01545

f 4"  $\emptyset$  500 GPM = 0.0161

Cálculos de las longitudes equivalentes y caídas de presión respectivas en las tuberías, por los diferentes accesorios.

1 Válvula de 12"Ø (pag. A-30 Crane se obtiene:

$$\frac{L}{D} = 13 \text{ (completamente abierta)}$$

2 Válvulas de 8"Ø (pag. A-30)

$$\frac{L}{D} = 13 \text{ (completamente abierta)}$$

1 Reducción de 12" Ø X 8" Ø

$$K = f \frac{L}{D}, \text{ diagrama pag. A-26 Crane}$$

$$\frac{d1}{d2} = \frac{7.981}{11.938} = 0.6685 ; k = 0.24$$

3 Codos de 8"Ø a 90° (pag. A-30 Crane)

$$\frac{L}{D} = 30$$

2 "Tees" de 8" Ø (pag. A-30 Crane)

$$\frac{L}{D} = 20$$

Con estos datos podemos concluir que:

P1 =	10.5049	para tubería de 8" Ø
P2 =	0.591	para tubería de 4" Ø
P3 =	0.113	para válvula de 12"Ø
P4 =	0.1167	para válvula de 8" Ø
P5 =	0.0697	para reducción de 12" Ø X 8" Ø
P6 =	0.4040	para codos de 8" Ø a 90°
P7 =	0.1795	para tees de 8" Ø

Sustituyendo tenemos:

$$P = 11.9788$$

Sustituyendo en la fórmula (Ec. 3.23 pag. 3-5 Crane)

$$h_1 = 27.7367$$

Sustituyendo en la ec. de Bernoulli tenemos:

$P_1 = 8.8600 \text{ Kg/cm}^2$  por lo tanto  $= 9.000 \text{ kg/cm}^2$  (presión mínima para alimentar la red para tubería de 8"Ø).

3.8.3. Cálculo para determinar los diámetros en la tubería de agua de enfriamiento.

- a) Para la sección de los tanques No. 51 y 65, de acuerdo a los requerimientos de agua y a la fórmula de Hazen and Williams (Ec. 3.9 pag. 3-3 Crane) (Apéndice A-2)

Donde:

$$Q = 2500 \text{ GPM}$$

$$C = 140$$

$$P_1 = 122.6 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$P_2 = 100 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$L = 1114.52 \text{ pies}$$

$$d = ? \text{ (diámetro interno en pulgadas)}$$

$$Q = 0.442 d^{2.63} C \left( \frac{P_1 - P_2}{L} \right)^{0.54}$$

Sustituyendo:

$$d = 9.086 \text{ 6"Ø}$$

Por lo tanto, de acuerdo a este valor del diámetro mínimo necesario y de acuerdo a las normas de esta empresa el diámetro adecuado será de 12" Ø.

- b) Para la sección de los tanques No. 149, 153, 106, 63, 64, 66 y 67 de acuerdo a los requerimientos de agua y a la fórmula de Hazen and Williams donde los datos para estos tanques son:

$$Q = 1000 \text{ GPM}$$

$$C = 140$$

$$P1 = 125.7 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$P2 = 100 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$L = 1393.15 \text{ pies}$$

$$d = ? \text{ (diámetro interno en pulgadas)}$$

Sustituyendo de la misma fórmula tenemos:

$$d = 6.5393" \text{ Ø}$$

Por lo tanto el diámetro adecuado será de 8" Ø

### 3.9.- Cálculo del sistema de espuma requerido para esta instalación.

#### 3.9.1.- Cantidad de Cámaras

La cantidad de cámaras de espuma necesarias por tanque se basó en la siguiente tabla, según el párrafo 541 del capítulo 5 del NFPA, edición 1978.

<u>Diámetro del tanque (Pies)</u>	<u>Número mínimo de cámaras</u>
Hasta 80	1
De 80 a 120	2
De 120 a 140	3
De 140 a 160	4
De 160 a 180	5
De 180 a 200	6

Por lo anterior el número de cámaras de espuma -  
por tanque es:

<u>Tanque</u>	<u>Diámetro</u>	<u>No.de cámaras</u>	<u>Tipo</u>	<u>Modelo</u>
T-51	114.1 pies	2	II	MCV 55
T-65	114.1 pies	2	II	MCV 55
T-149	42.34 pies	1	II	MCV 17
T-153	42.34 pies	1	II	MCV 17
T-66	23.87 pies	1	II	MCV 9
T-67	27.87 pies	1	II	MCV 9
T-63	27.87 pies	1	II	MCV 9
T-64	27.87 pies	1	II	MCV 9
T-106	60.03 pies	1	II	MCV 33

3.9.2.- Cálculo de los galones por minuto necesarios -  
de espuma para cada tanque de almacenamiento de  
petróleo crudo, de acuerdo al A-3111 del - -  
apéndice del capítulo 7, volumen 1 del --  
NFPA, edición 1978. (Siguiendo hoja).

<u>Tanque</u>	<u>Capacidad</u> (Gls)	<u>Diámetro</u> (Pies)	<u>Area de sup.</u> <u>de líquido</u> (Pies <sup>2</sup> )	<u>GPM/Tanque</u>
T-51	55,000	114.1	10,224.64	1022.464
T-65	55,000	114.1	10,224.64	1022.464
T-149	7,000	42.34	1,407.92	140.792
T-153	7,000	42.34	1,407.92	140.792
T-66	1,195	23.87	447.52	44.75
T-67	1,195	23.87	447.52	44.75
T-63	1,195	23.87	447.52	44.75
T-64	1,195	23.87	447.52	44.75
T-106	10,000	60.03	2,830.12	283.017

La proporción mínima de espuma requerida para tanque de crudo =  $0.1 \text{ GPM/pie}^2$  según el párrafo 310 del capítulo 3 del NFPA edición 1978.

NOTA: Los GPM necesarios por tanque = (área de superficie de líquido) (Gasto mínimo requerido).

Por lo tanto las necesidades de líquido espumante de galones son las siguientes:

### 3.9.2.1.- Galones de líquido espumante.

#### a) Para tanques:

Tiempo de descarga mínima para la espuma en el tanque = 55 minutos por usarse cámaras de espuma tipo II, según párrafo 321, del capítulo 3, de la norma No.11 del NFPA, edición 78..

(Flujo total en GPM por tanque) (Tiempo de descarga mínima) = Galones de líquido espumante requerido.



T-51	(1022.464)	(55)	56,235.52 Galones
T-65	(1022.464)	(55)	56,235.52 "
T-149	( 140.792)	(55)	7,743.56 "
T- 63,64,66,67	( 44.75 )	(55)	2,461.25 "
T-153	( 140.792)	(55)	7,743.56 "
T-106	( 283.017)	(55)	15,566.935 "

### 3.9.2.2. Galones de líquido espumante.

b).- Para mangueras:

Cálculo de los galones de líquido espumante necesario para mangueras y el No. de tomas necesarias, según el párrafo 324 del capítulo 3, Volumen 7 del NFPA edición 71/72.

No. Tomas = F (D Tanque mayor)

El gasto mínimo requerido por toma = 50 GPM.

<u>Diámetro (Tanque)</u>	<u>No.de tomas</u>	<u>Tiempo mínimo operando</u>
Hasta 35 pies	1	10 minutos
De 36 - 65 pies	1	20 "
De 66 - 95 pies	2	20 "
De 96 -120 pies	2	30 "
Arriba de 120 pies	3	30 "

Como el diámetro del tanque mayor es de 144.28 - pies, los hidratantes deben de tener 2 tomas.

Galones de líquido espumante necesario por toma) = (50 Gal/min)

(Tiempo de descarga requerida por toma) (Galones de líquido espumante requerido por toma) = (50) (30) = 1500 Galones.

Por lo tanto el requerimiento total de líquido es  
pumante es:

En tanques - 56,235.52 Galones  
En mangueras (2 tomas) - 3,000.00 "

O sea de 60,000 Galones, aproximadamente.

3.9.3.- Determinación de los diámetros de tubería para -  
la red de líquido espumante de acuerdo al capítulo 5 de  
la edición 1977 del NFPA que señala que la velocidad ade  
cuada del flujo es de 10 pies/seg.

Utilizando el nomograma de Hazen and Williams, tenemos:

Para:  $Q_1 = 1022 \text{ GPM/Tanque}$  para T-51 y T-65 (los de mayor volumen)  
 $V = 10 \text{ pies/seg}$  tenemos que  $d = 6.4" \emptyset$  (Apéndice A-1)

Para todos los tanques restantes se toma el de ma  
yor volumen que es el T-106.

$Q_2 = 283 \text{ GPM}$

$V = 10 \text{ pies/seg}$  tenemos que  $d = 3.5" \emptyset$  (Apéndice  
A-1)

Por lo tanto, tomando en cuenta las actuales tube  
rías para líquido espumante y los resultados de estos --  
cálculos, se concluye que los diámetros serán de 6" y --  
4"  $\emptyset$  para  $Q_1$  y  $Q_2$  respectivamente.

### 3.10.- Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene.

Las comisiones mixtas de seguridad e higiene son organismos, cuya creación obligatoria está prevista en la Ley Federal del Trabajo, en sus artículos 509 y 510.

Deberán existir en todo centro de trabajo y estarán compuestas por igual número de representantes del trabajador y del patrón.

#### 3.10.1.- Funciones de este departamento.

- a) Promover la integración de Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene.
- b) Registrar las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene.
- c) Orientar a las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene en su funcionamiento para el buen desempeño de su trabajo.
- d) Capacitar a los miembros de las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene, en materia de Seguridad e Higiene.
- e) Mantener comunicación constante con dichos organismos.

Si la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene no cumple con sus funciones, las autoridades del Trabajo podrán reintegrarla. Si uno de los miembros no cumple con su cometido, podrá ser removido de su cargo por la parte que le designó.

La Comisión Mixta de Seguridad e Higiene por con-

ducto de cada miembro se encarga de lo siguiente:

- a) Investigar las causas productoras del accidente y en fermedades de trabajo.
- b) Promover medidas para evitarlas y vigilar que sean -  
cumplidas.
- c) Hacer como mínimo un recorrido mensual por todas las  
instalaciones de la empresa.
- d) Elaborar el acto respectivo, así como los reportes -  
de accidentes y enviarlos a las Autoridades del Tra-  
bajo.
- e) Promover la instrucción y capacitación de los traba-  
jadores en materia de seguridad e higiene.
- f) Promover la integración de brigadas contra incendio\_  
en las fábricas.

Para el mejor desempeño de las funciones de una -  
Comisión Mixta de Seguridad e Higiene, es necesario que  
existan miembros titulares y suplentes; los cuales fungi  
rán de titulares en los casos que se necesite, como: en  
fermedad, vacaciones, incapacidad, etc.

### 3.10.2.- Guía técnica para las Comisiones Mixtas de Segu- ridad e Higiene.

Las siguientes recomendaciones deberán ser obser-  
vadas en todo centro de trabajo a fin de evitar las prin-  
cipales causas de accidentes:

a).- **CONDICIONES PELIGROSAS.**- Reporte cualquier lugar, condición o práctica insegura (que pueda causar accidentes), a su inmediato superior o a la Comisión Mixta.

b).- **SUSTANCIAS QUIMICAS.**- Requieren precauciones especiales en su manejo. Pregunte cómo se deben manejar.

c).- **MAQUINARIA Y EQUIPO.**- Usted solamente deberá operar las máquinas y el equipo para el cual esté autorizado y entrenado.

d).- **GUARDAS.**- Nunca quite las protecciones de máquinas, tornos, etc. Si por alguna razón justificada es necesario quitarlas, se deberán colocar a la mayor brevedad posible.

e).- **RECUERDE.**- La reparación de una máquina no está terminada si sus guardas protectoras y aditamentos de seguridad no están instalados. Antes de poner a trabajar una máquina, cerciórese de que esté limpia y que las protecciones y guardas están en su lugar y ajustados correctamente, Mantenga su maquinaria y área de trabajo limpios.

f).- **EQUIPO ELECTRICO.**- No trabaje con herramientas eléctricas portátiles si sus manos están mojadas o está parado en pisos húmedos.

Sólo que sea electricista y esté autorizado podrá hacer reparaciones en equipos o líneas eléctricas. Recuerde que corrientes más bajas de 110 Volts pueden ser fatales, esto debido al amperaje.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA<sup>9</sup>

Revise el estado de los conductores eléctricos antes de usarlos y fíjese dónde los coloca para evitar que se dañen.

Si un motor u otro equipo eléctrico está humeando o chisporroteando, desconéctelo inmediatamente y repórtelo.

g).- AVISOS.- Los avisos de peligro y seguridad se han colocado para la protección de usted, y para llamarle la atención en los lugares peligrosos, no los destruya.

h).- PRECAUCIONES.- Nunca pase debajo de grúas o de gente trabajando en sitios elevados, nunca salte o --brinque de plataformas, andenes u otros sitios elevados.

Antes de iniciar algún trabajo de soldadura eléctrica, deberá colocar los biombos adecuados para evitar que la luz producida por esa soldadura dañe los ojos de los compañeros cercanos.

Debe abstenerse de correr en cualquier parte dentro de la fábrica o planta.

i).- MANEJO DE MATERIALES.- Cuando mueva objetos de un lugar a otro o estibe, cuide de que sus dedos no queden atrapados entre uno y otro objeto. Use guantes apropiados.

Cuando levante algún objeto pesado, procure tener siempre la espalda lo más vertical posible y hacer el esfuerzo con los músculos de las piernas y no con los de la espalda.

El peso máximo que deberá transportar a brazo o -  
espalda no será mayor de 50 Kilos. Siempre tendrá cuidado  
do al cargar un objeto, y la forma en que éste se cargue.

j).- USO DE LAS HERRAMIENTAS.- Use las herramientas  
tas y el equipo adecuado para el trabajo que realiza. -  
Manéjelas con seguridad y compruebe su estado antes de -  
emplearlas.

Es peligroso llevar herramientas en sus bolsillos.  
Debe tener especial cuidado al manejar sus instrumentosu  
u objetos filosos.

k).- PREVENCIÓN DE INCENDIOS.- Siempre obedezcalos  
los reglamentos y nunca fume en áreas prohibidas.

Nunca tire gasolina, petróleo u otros líquidos inflamables  
flamables por las coladeras; estos líquidos se deberán -  
guardar en recipientes de cierre automáticos.

Si se da usted cuenta de algún incendio, primerodé  
dé la voz de alarma y luego, si sabe cómo y dispone del  
equipo trate de apagarlo.

#### l).- EQUIPO PROTECTOR PERSONAL.-:

Lentes de seguridad.- Estos protegen sus ojos de  
partículas, líquidos y vapores corrosivos. Es obligatorio  
rio el uso de éstos, en todos aquellos trabajos que pre-  
sented el menor riesgo a su vista.

Caretas.- En algunos trabajos es necesario además  
más la protección de la cara, pero ésta no proporciona -

la misma seguridad a los ojos que los lentes de seguridad.

Respiradores.- El uso de los respiradores es necesario en trabajos que desprenden polvos, gases y vapores dañinos al aparato respiratorio. Use el respirador\_ adecuado para su trabajo.

Máscara contra gases.- Son para emergencias, usted debe de conocer cómo, cuándo y dónde se debe usar. - No trate de usarla si no ha sido instruido en el uso.

Guantes.- Una variedad muy grande de operaciones requieren el uso de guantes, como el manejo de materiales, pesados o productos químicos. Pregunte cuáles son los propios para su trabajo.

Zapatos de seguridad.- Estos se recomiendan en la mayoría de los trabajos que se manejan objetos pesados. Cuide que las suelas y tacones estén en buen estado.

Casco de seguridad.- Si es recomendado el uso -- del casco de seguridad en su trabajo, úselo, asegúrese - que le quede bien ajustado y esté en buen estado.

Ropa de trabajo.- Debe ser lavada frecuentemente como precaución para evitar infecciones e irritaciones - de la piel, así como mejorar la presentación de la persona.

m).- PREOCUPACIONES.- Son causa de muchos accidentes; procure concentrarse en su trabajo. Las distracciones y el descuido que ocasionan, pueden ser fatales para usted y sus compañeros.



n).- ACCIDENTES.- Usted está obligado a reportar inmediatamente a su superior o a la Comisión Mixta, - - cualquier accidente por leve que sea ya sea personal o - de alguno de sus compañeros.

Entre más pronto se atiende una lesión, menos posibilidades de infección habrá.



COMISION MIXTA DE SEGURIDAD  
E HIGIENE

REUNION CONJUNTA

ORDINARIA

EXTRAORDINARIA

ACTA No. \_\_\_\_\_

CORRESPONDIENTE AL MES \_\_\_\_\_

DEL AÑO \_\_\_\_\_

LEVANTADA EL DIA \_\_\_\_\_

CENTRO DE TRABAJO \_\_\_\_\_

CON DOMICILIO EN: \_\_\_\_\_

REPRESENTANTES: \_\_\_\_\_

No. DE COMISION

ZONA

RAMA

DEL SINDICATO: \_\_\_\_\_

DE LA ADMINISTRACION: \_\_\_\_\_

FICHA: \_\_\_\_\_

FICHA: \_\_\_\_\_

TRABAJADORES EN EL MES:

SINDICALIZADOS

CONFIANZA

TOTAL

P

T

P

T

P

T

HOMBRES

MUJERES

TOTAL

HORAS - HOMBRE LABORADAS EN EL MES \_\_\_\_\_

ACCIDENTES

FATALES

GRAVES

LEVES

TOTAL

ACCIDENTES ANALIZADOS

PLANTA

TRANSITORIOS



## ANALISIS DE ACCIDENTES

HOJA II \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

COMISION MIXTA DE SEGURIDAD E HIGIENE

No. DE COMISION 

MES \_\_\_\_\_

ANALISIS DE ACCIDENTES Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD  
PARA IMPEDIR SU REPETICION.

AÑO \_\_\_\_\_

CENTRO DE TRABAJO   

84

ACCIDENTE No. (1)	FECHA Y HORA (2)	DEPARTAMEN TO O AREA (3)	P o T (4)	SINTESIS DEL ACCIDENTE (5)	ANALISIS DEL ACCIDENTE Indicar si la causa fue Humana y/o Mecánica. (6)	RECOMENDACIONES

ÁREA REPLICADAS

DEPARTAMENTO A QUE PERTENECEN

CENTRO DE TRABAJO

1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____

_____
_____
_____
_____

TEMAS ACORDADAS EN LA REUNION CONJUNTA CORRESPONDIENTE AL MES \_\_\_\_\_

AÑO: \_\_\_\_\_

(1)	TIPO (2)	NUMERO CONSEC. (3)	DESCRIPCION (4)	PRIO- RIDAD (5)

## LITERATURA Y PROPAGANDA RECIBIDA

## CARTELES ALUSIVOS A LA SEGURIDAD

No.	CANTIDAD	MOTIVO

## BOLETINES DE SEGURIDAD

No.	CANTIDAD	TITULO

## MINIGUIAS DE SEGURIDAD

No.	CANTIDAD	MOTIVO

## CORRESPONDENCIA RECIBIDA

OFICIO No.	FECHA	ASUNTO

**DISTRIBUCION DE LITERATURA Y PROPAGANDA DE SEGURIDAD**

AREA-DEPARTAMENTO	CARTEL No. CANTIDAD	BOLETIN No. CANTIDAD	MINIGUIAS No. CANTIDAD

COMENTARIOS SOBRE ESTA PROPAGANDA:

SUGERENCIAS PARA MEJORARLA:

CORRESPONDENCIA ENVIADA



ACTA No. \_\_\_\_\_ MES \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

HOJA DE FIRMAS.

SINDICAL

ADMINISTRATIVO

**DISTRIBUCION:**

Original y dos copias:

Secretaría del Trabajo y Previsión Social

Dos copias:

Delegación de Trabajo.

Una copia:

Comisión Nacional Mixta de Seguridad e Higiene (en la Sede).

Una copia:

Gerencia de Rama.

Una copia:

A la dependencia de Seguridad de rama.

Una copia:

Gerencia de Zona.

Una copia:

Gerencia de Relaciones Laborales.

Una copia:

Gerencia de Servicios Médicos.

Una copia:

Comité Ejecutivo General del S.R.T.P.R.M

Una copia:

A cada Superintendencia General de Seguridad Industrial de Zona.

Una copia:

Autoridad de mayor jerarquía del Centro de Trabajo.

Una copia:

H. Comité Ejecutivo de la Sección (a nombre del Sr. Gral.).

## CAPITULO V

### IMPLANTACION

Con la implantación de este sistema, la batería 1 Ta maulipas quedará en óptimas condiciones de protección -- contra incendio en dado caso de que llegue a presentarse un conato.

El diseño de un sistema contra incendio no es para eliminar el riesgo, sino para estar en condiciones de atacar eficientemente cualquier tipo de conato que se -- presente y evitar que éste se convierte en un siniestro.

#### V.1.- Adiestramiento.-

Debido a la rotación de personal trabajador, debe rá existir un adiestramiento constante hacia el personal obrero para que se familiaricen con el manejo y buen uso de los equipos con que cuenta el sistema; en esto podemos mencionar:

##### V.1.1.- Prácticas y procedimientos de seguridad en áreas pe ligrosas.

##### V.1.1.1.- Areas peligrosas.

En cualquier instalación industrial, por riesgosa que ésta sea, no todas las áreas son igualmente peligrosas. Esta es una condición que se observa rigurosamente inclusive desde el diseño de ingeniería en donde siempre se procura tener las áreas de mayor riesgo agrupadas y - aisladas de las áreas de menor o nulo riesgo que intencionalmente se intercalan, o se dejan contiguas, para -



que en caso de una emergencia pueda servir de refugio y de base para el control de tales situaciones.

La peligrosidad de las instalaciones está determinada principalmente por las características de procesos o sistemas de trabajo, entre otras: el manejo de materiales, gases o líquidos, a altas presiones o temperaturas, y, por otra parte, las propiedades de dichos materiales como pueden ser su inflabilidad, toxicidad, etc.

Tomando en cuenta estas condiciones es frecuente encontrar los siguientes agrupamientos de equipos:

a) Casas de Compresoras:

En la industria petrolera con frecuencia se llegan a manejar presiones superiores a 300 libras/pulg<sup>2</sup>, y presiones de 1000, o aún 3000 lb/pulg<sup>2</sup>, no son infrecuentes. La posibilidad de una fuga o inclusive de una falla mecánica con la ruptura y desprendimiento de los materiales hacen evidente el riesgo y la conveniencia de localizar aparte estos equipos y lograr que el personal que labora respete dichas zonas.

b) Areas de Calentadores:

Los cambiadores de calor y los calentadores a fuego directo, también deben de ubicarse en áreas aparte -- tratando de que las posibilidades de riesgo de incendio, y sus consecuencias, sean mínimas.

c) Estaciones de Bombas:

La necesidad de agrupar y ubicar estos equipos de

riva de que, como en el caso de las compresoras, los productos se llegan a manejar a presiones altas y de que, - tratándose de la industria petrolera, casi siempre son - productos inflamables y muchas veces tóxicos.

#### V.1.2.- Auditorías de Seguridad.

Se realizarán para verificar la marcha de programas o campañas de seguridad, en cuyo caso se revisarán - los records y estadísticas de accidentes personales así como también la aplicación de las medidas correctivas - que se vayan a adoptar, o para revisar las condiciones - en que se está laborando, de conservación o desgaste del equipo, o las de funcionalidad de algunos accesorios como pueden ser paros de emergencia, válvulas de relevo, - etc.

#### V.1.3.- Extinguidores Portátiles Contra Incendio.

Existen una gran cantidad de extinguidores, que - emplean todos los materiales extintores posibles y muy - diversos sistemas de operación.

Todos los extinguidores tienen, en una u otra forma, un dispositivo de seguridad, y su manejo de operación es similar según el tipo de extinguidor, así como - su tamaño.

a) Extinguidor de Espuma (sobre ruedas).

Operación:

- 1.- Transportese hasta las cercanías del fuego
- 2.- Coloque el extinguidor en posición horizontal

- 3.- Desenrolle totalmente la manguera
- 4.- Abra la válvula del extinguidor
- 5.- Abra la válvula de la manguera
- 6.- Dirija el chorro de tal manera que sofoque las flamas y se forme una capa gruesa de espuma

b) Extinguidores de Polvo Químico (sobre ruedas)

Operación:

- 1.- Transpórtese hasta las cercanías del fuego
- 2.- Mantenga el extinguidor en posición vertical
- 3.- Desenrolle totalmente la manguera
- 4.- Abra la válvula del cilindro de nitrógeno
- 5.- Quite el seguro
- 6.- Abra la válvula del depósito del extinguidor
- 7.- Abra la válvula de la boquilla y dirija el chorro de polvo a la base de las flamas con un movimiento de vaivén de un lado a otro.

c) Extinguidores Portátiles de Polvo Químico

Operación:

- 1.- Mantenga el extinguidor en posición vertical
- 2.- Quite el seguro
- 3.- Oprima el disparador de la cápsula de presión
- 4.- Oprima la manija de la boquilla para soltar el polvo, dirigiendo el chorro hacia la base de las flamas con un movimiento de vaivén, de un lado a otro.

d) Extinguidores Portátiles de Bióxido de Carbono.

Operación:

- 1.- Mantenga el extinguidor en posición vertical

- 2.- Quite el seguro
- 3.- Oprima la manija del extinguidor
- 4.- Dirija el chorro de bióxido de carbono a la base de las flamas

#### V.1.4. PRECAUCIONES GENERALES

Al presentarse un incendio lo primero que se tendrá que hacer es dar la alarma para obtener ayuda en el combate del fuego y evacuar con seguridad a los ocupantes del edificio o lugar donde éste suceda; para esto se efectuarán planes para combatir incendios los cuales se deben llevar a cabo perfectamente.

Los extinguidores son efectivos sólo en las primeras etapas del fuego; por eso es importante usarlos con prontitud. Los extinguidores son tan efectivos como capacitada sea la persona que va a utilizarlos.

La duración de los extinguidores, apagando un incendio puede variar entre 20 segundos y un minuto. Por esto es importante no empezar a operarlos sino hasta cuando se esté cerca del fuego, y luego aplicar su contenido con rapidez apuntando a la base de las llamas.

Al acercarse a apagar un incendio con extinguidores portátiles el viento debe de dar en la espalda.

Se empleará toda la carga que sea necesaria del extinguidor hasta tener la seguridad de que el fuego está apagado.

El adiestramiento para el personal que trabaja en

esta planta se llevará a cabo cada dos meses por medio de prácticas de ataque de incendios y pláticas de seguridad con objeto de que el personal se interiorice en sus conocimientos y le pierda el miedo o temor que produce siempre un problema de esta índole.

Se realizarán prácticas de primeros auxilios cada 6 meses entregando a su vez mensualmente folletos sobre primeros auxilios; esto se hace con la finalidad de motivar al personal a que realicen sus trabajos cuidadosamente para evitar complicaciones que afecten tanto a la compañía como al trabajador.

Se realizarán prácticas sobre la operación de las bombas que transportarán el líquido espumante hacia la superficie de los tanques de almacenamiento cada tres meses; aunque en estas prácticas no se emplee el líquido espumante servirán para conocimiento del mismo personal.

#### V.2.- Mantenimiento:

El mantenimiento al equipo contra incendio deberá estar programado con objeto de evitar el máximo posible de tiempo en que pueda estar el sistema fuera de operación y por lo tanto expuesta la instalación a falta de protección.

- Se recomienda generalmente proteger las cuerdas (rosas) y partes de giro con lubricación o el engrase correspondiente una vez por mes.
- Pintar tuberías y accesorios para evitar corrosión, en periodos no mayores de 6 meses, por las condiciones --

del clima en ese lugar.

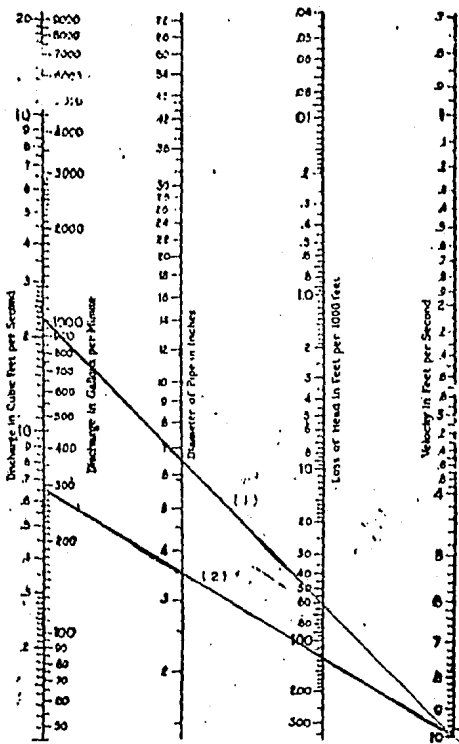
- Efectuar pruebas de arranque u operación del sistema - cuando menos una vez por mes; (en estos períodos podrán efectuarse pruebas de adiestramiento).
  - Dar mantenimiento al equipo eléctrico dos veces por año.
  - Cambiar líquido espumante del sistema por lo menos una vez cada 2 años.
  - Dar mantenimiento a extintores manuales como se indica:
- 1.- Extintores de Espuma: Se deben de revisar mecánicamente por lo menos cada año y cambiarse las soluciones y reactivos.
  - 2.- Extintores de Agua: Deben revisarse por lo menos cada año, verificando la presión y cambiando el contenido de agua.
  - 3.- Extintores de Polvo Químico Seco:
    - a) De presión contenida.- Se debe verificar la presión por lo menos una vez por semana.
    - b) De cartucho a presión.- Se les revisa cada año el peso del cartucho de bióxido de carbono o la presión del cilindro de nitrógeno según sea el caso.
  - 4.- Extintores de Bióxido de Carbono o Halón: Deberán revisarse una vez al año como mínimo, verificando que la boquilla y la manguera no estén dañadas ni obstruidas y que la cantidad de gas a carga, no haya disminuido de lo permisible.

- Dar mantenimiento de limpieza al sistema una vez por mes.
- Revisar el equipo de protección personal diariamente.
- Se realizarán calibraciones al equipo en periodos semestrales ya que todo equipo sufre de manera normal - desgaste o deterioro por rozamiento mecánico, por corrosión catódica o acción química, etc.

A P E N D I C E



Nomograma de Hazen and Williams.



Reprinted by permission from F. E. Foxworth and H. L. Bond, Public Water Supplies, Fourth Edition, John Wiley & Sons, 1930.

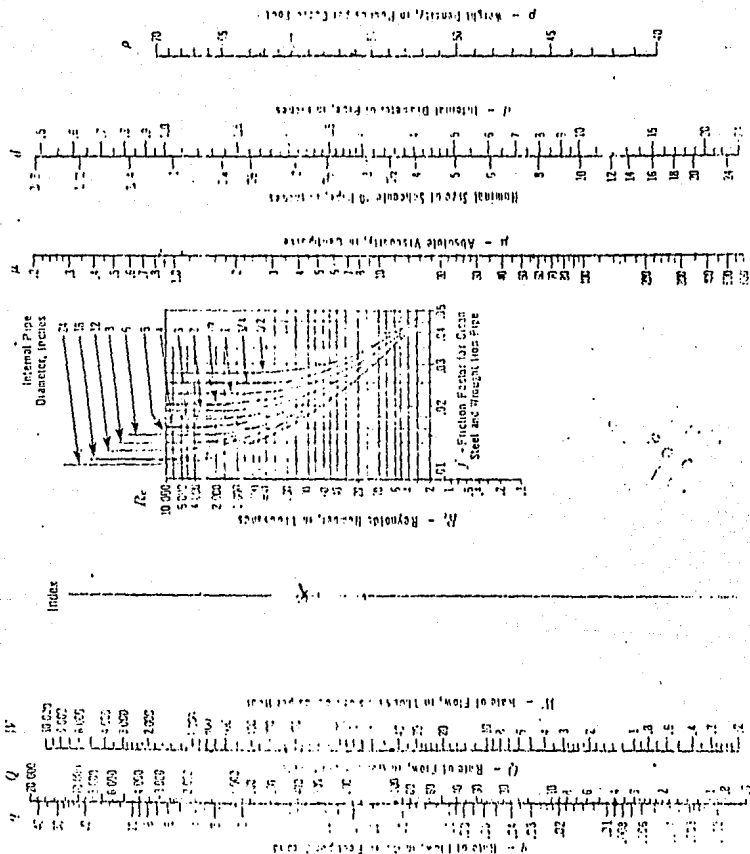
FIG. 101. Flow of water in pipes by Hazen-Williams formula with  $C_1 = 130$ .

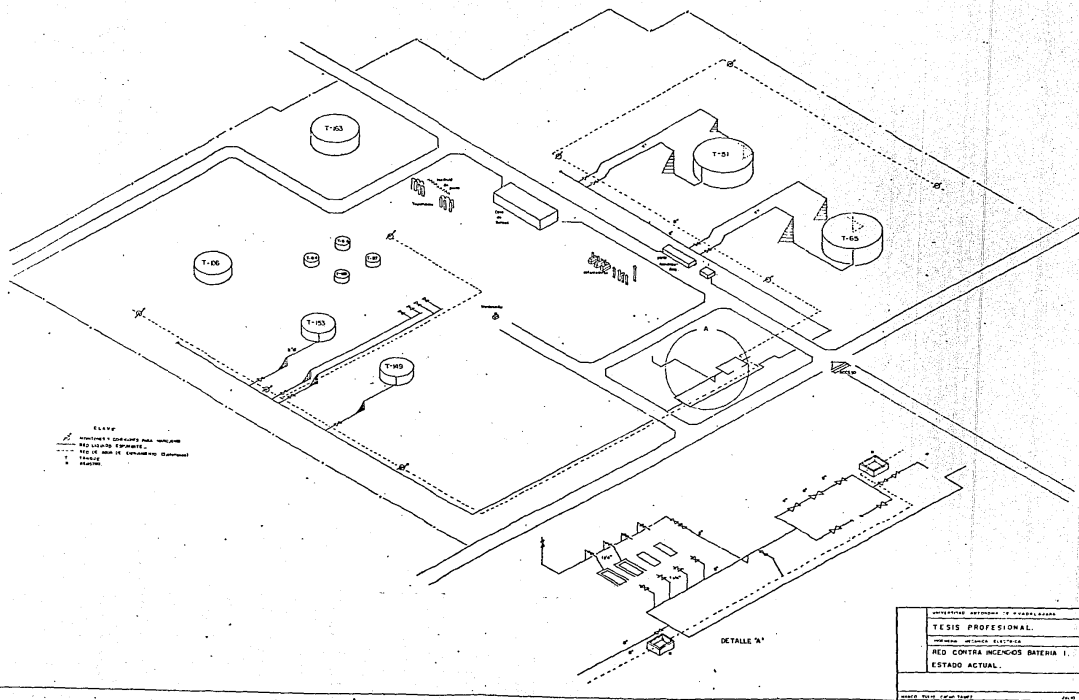
CRANE

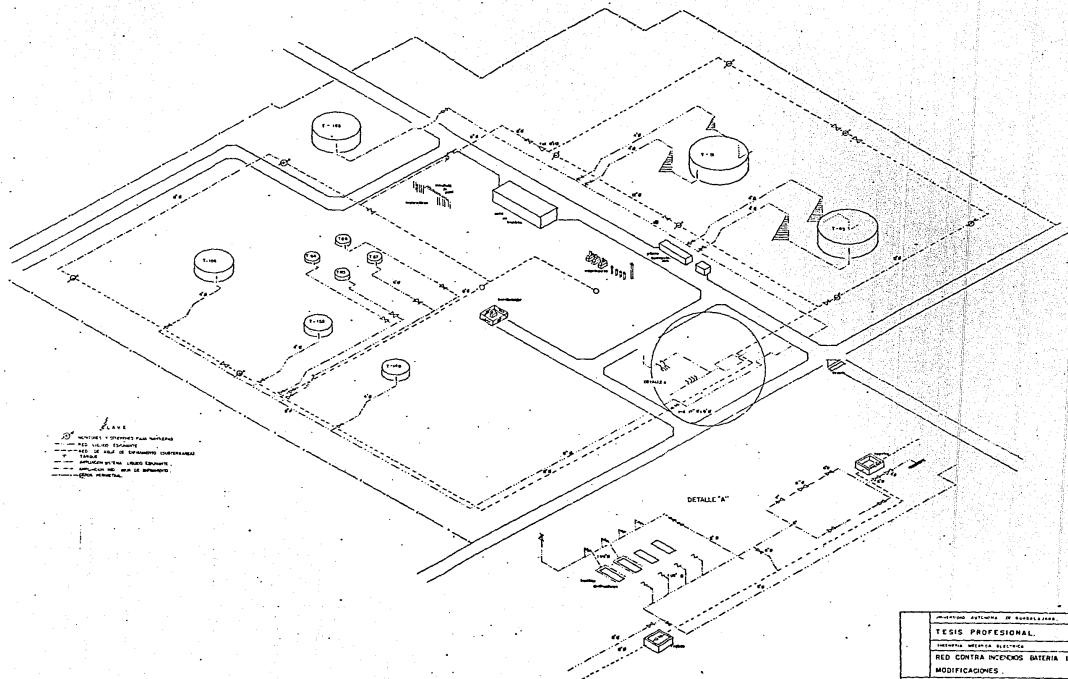
Reynold: Number for Liquid Flow  
Friction Factor for Clean Steel and Wrought Iron Pipe

3-9

(continued)

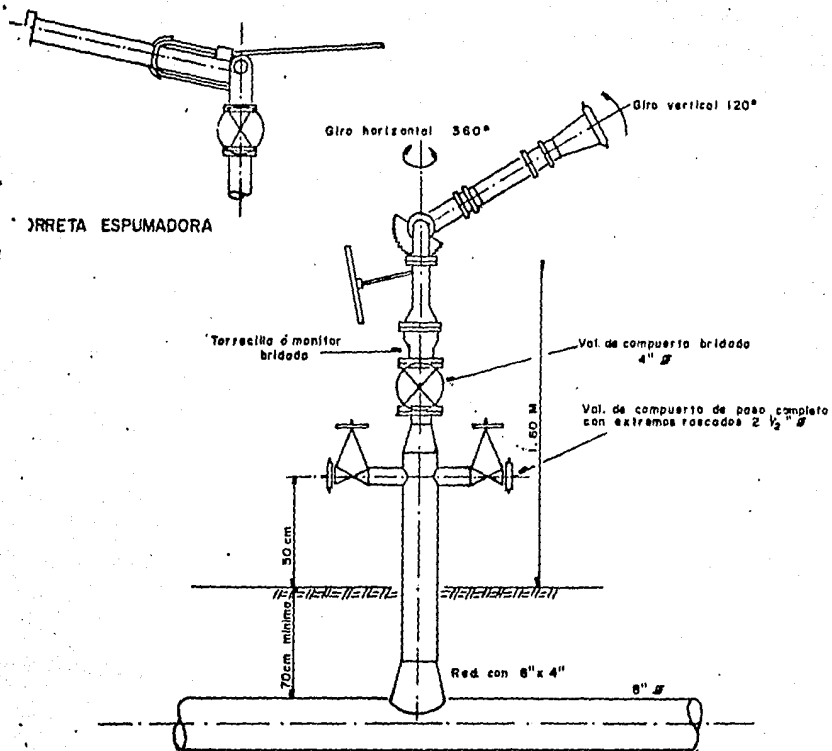




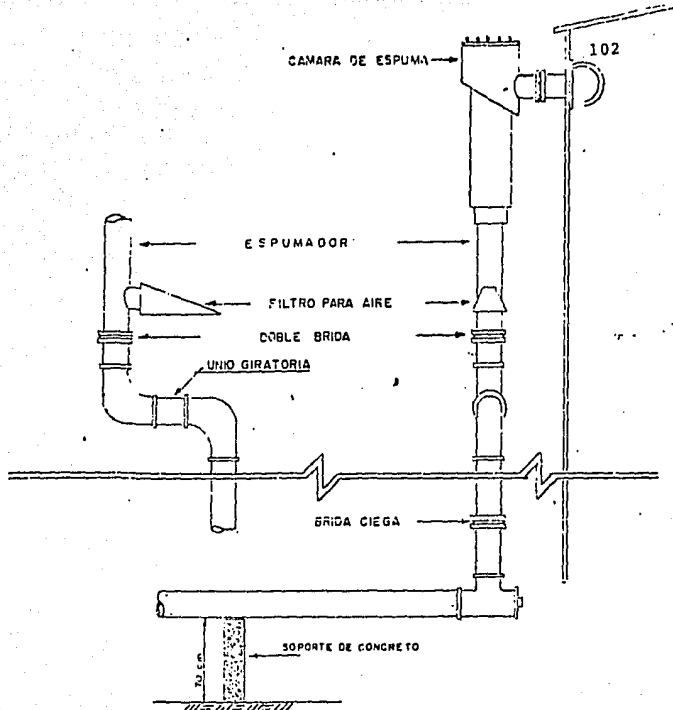


100  
 101  
 102  
 103  
 104  
 105  
 106  
 107  
 108  
 109  
 110  
 111  
 112  
 113  
 114  
 115  
 116  
 117  
 118  
 119  
 120  
 121  
 122  
 123  
 124  
 125  
 126  
 127  
 128  
 129  
 130  
 131  
 132  
 133  
 134  
 135  
 136  
 137  
 138  
 139  
 140  
 141  
 142  
 143  
 144  
 145  
 146  
 147  
 148  
 149  
 150  
 151  
 152  
 153  
 154  
 155  
 156  
 157  
 158  
 159  
 160  
 161  
 162  
 163  
 164  
 165  
 166  
 167  
 168  
 169  
 170  
 171  
 172  
 173  
 174  
 175  
 176  
 177  
 178  
 179  
 180  
 181  
 182  
 183  
 184  
 185  
 186  
 187  
 188  
 189  
 190  
 191  
 192  
 193  
 194  
 195  
 196  
 197  
 198  
 199  
 200

PROYECTO: BATERIA I. DE BATERIAS.
TESIS PROFESIONAL
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
RED CONTRA INCENDIOS BATERIA I.
MODIFICACIONES
Autor: Fecha: Escala:



**HIDRANTE CON MONITOR PARA AGUA**



DETALLE DE INSTALACION DE LA CAMARA DE ESPUMA



TABLA No. 3

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOQUILLAS PARA MONITORES DEL SERVICIO DE AGUA CONTRA INCENDIO

GASTO A 7.4 kg. cm <sup>2</sup> DE PRESIÓN		ALCANCE MÍNIMO DEL			PISO	LONGITUD
		CILINDRO DIRECTO	CONO DE SILBIA			
(gpm)	(ps. seg)	(m)	ANGOSTO (m)	ANCHO (m)	(ft)	(m)
300	18.0	30	18	13	2-6	14-21
500	31.5	15	20	13	2-6	14-21
700	44.2	5.3	22	16	3-10	16-25
1000	63.0	3.5	21	17	3-10	16-25

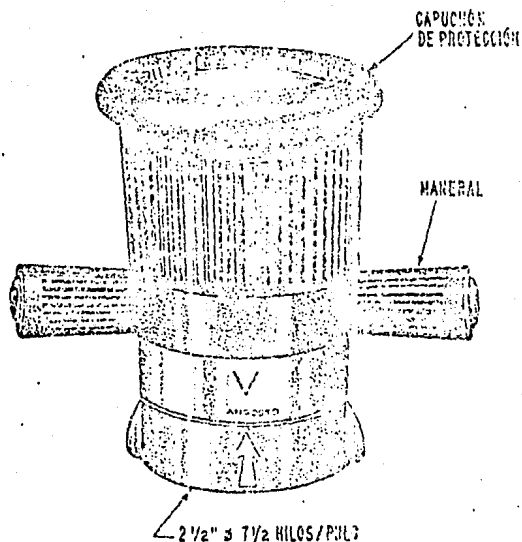


FIG. 6.- DIBUJO TÍPICO DE UNA BOQUILLA DE 2 1/2 PULG. DE DIAM. PARA INSTALARSE EN MONITORES DEL SERVICIO DE AGUA CONTRA INCENDIO.

## CONCLUSIONES.

En el transcurso de este trabajo se ha expuesto - la importancia de la implantación de este sistema contra incendio, y para mayor claridad de éste, se realiza un análisis de conveniencia en base a teoría de decisión que se muestra a continuación.

Tomando en cuenta que el costo de implantar este sistema es de \$49'275,834.00, el costo total de las instalaciones de la Bateria No. 1 Tamaulipas es de - - - - \$5,000'000,000.00, esto sin tomar en cuenta la materia prima que se encuentra almacenada en los tanques, que - aproximadamente al estar esta batería a su máxima capacidad cuenta con 140,000 barriles de crudo, dato que no se utilizará para la elaboración del análisis de conveniencia. El costo aproximado de un tanque de almacenamiento es de \$200'000,000.00.

Existen tres posibilidades de incendio que son:

- Alta magnitud, que corresponde la pérdida total de toda la instalación (en el caso de no implantarse el sistema) y la probabilidad de -- que ocurra es del 7%.
- Media magnitud, corresponde aproximadamente la pérdida - de la mitad de las instalaciones, esto si no es implantado el sistema, y la probabilidad de que ocurra es del 20%.
- Baja magnitud, corresponde la pérdida de un tanque de almacenamiento, y la probabilidad de que -- ocurra es del 73%.



Al ser implantado el sistema, quedará protegido - de cualquier tipo de incendio sea la magnitud que sea y las pérdidas presentadas serán únicamente del material - gastado para la extinción del incendio, como es líquido - espumante, agua de enfriamiento, etc.

La probabilidad de que exista el incendio no cambia, pero las pérdidas disminuyen considerablemente como se muestra a continuación:

Al implantar el sistema y haber incendio:

PERDIDAS:

Alta magnitud .- \$ 100,000.00

Media magnitud.- \$ 50,000.00

Baja magnitud .- \$ 25,000.00

Al no implantar el sistema y haber incendio:

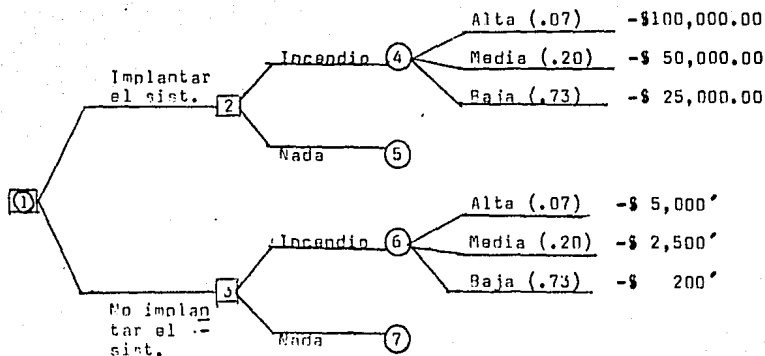
PERDIDAS:

Alta magnitud .- \$ 5,000'000,000.00

Media magnitud.- \$ 2,500'000,000.00

Baja magnitud .- \$ 200'000,000.00

Con los datos anteriores se realizará el árbol de decisión correspondiente a la inversión en este sistema .



Valor de cada nodo:

- 1.- \$ 49'311,084.00
- 2.- \$ 35,250.00
- 3.- \$996'000,000.00
- 4.- \$ 35,250.00
- 5.- \$ 0
- 6.- \$996'000,000.00
- 7.- \$ 0

Con esto podemos tener una idea más clara de la importancia de la implantación de este sistema, el nodo 2 representaría el costo que causaría un incendio al ser implantado este sistema; en este costo se incluye la inversión de dicho sistema. El nodo 3 representa el costo de un incendio al no ser implantado este sistema.

Tomando en cuenta lo anterior podemos demostrar que la inversión en este sistema contra incendio representa aproximadamente un 1% del valor de las instalaciones, y en el caso de ocurrir un incendio, aún tomando en

cuenta la inversión del proyecto, siendo implantado este sistema, representaría aproximadamente un 0.05% de lo -- que serían las pérdidas para la empresa al no implantar\_ este sistema.

Otro factor importante por el cual se tomó esta - resolución, es la importancia de esta batería de separación debido a que de ella parte la producción total de - materia prima hacia Refinería Madero y en el caso de que - dar inoperante por razón de algún siniestro que ocurra - en ella y con esto llegara a fallar el bombeo de crudo - de esta batería a Refinería Madero, reduciría en un 50%\_ la producción de esta refinería; el otro 50% lo ocupan - el sector Ebano y las plataformas Arenque.

Por otro lado la protección de esta batería signi- fica una gran inversión para Petróleos Mexicanos, ya que gran parte de las oficinas administrativas, casas-habita- ción, talleres, así como vehículos y personal que labora en esta empresa, se encuentran ubicados aproximadamente\_ a 1 1/2 kms. a la redonda, que en caso de haber una ex- plosión de mucha magnitud, debido a las materias que se trabajan ahí, estas otras instalaciones podrían resultar dañadas, y en el peor de los casos el mismo personal el cual no podría sustituirse.

Con todo lo anterior y en forma personal, conside- ro que es de suma importancia la implantación de este -- sistema contra incendio, el cual beneficiará a esta em- presa en caso de cualquier siniestro.

ESTE PROYECTO NO TIENE UN ENFOQUE DE JUSTIFICACION ECONO- MICA POR SER UN PROYECTO DE SEGURIDAD.

### Adiestramiento y Capacitación.

El adiestramiento y capacitación del personal de la planta, se realizará de acuerdo a los programas establecidos a través de la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene.

## BIBLIOGRAFIA:

- National Fire Codes  
Codes and Standards  
National Fire Protection Association (N/F/P/A)  
Vol. No. 1, 2, 5, 7  
Edición 1978
  
- Boletín de Seguridad Industrial  
Número 72  
1975  
Petróleos Mexicanos.
  
- Flow of Fluids  
Through  
CRANE  
Industrial Products Group  
1975
  
- Manual de Seguridad Industrial y Contra incendios  
23/S - 1/76  
Instituto Mexicano del Petróleo
  
- Reglamento de Seguridad e Higiene de PEMEX  
Ductos/Producción  
1984
  
- Hidráulica  
Samuel Treba Coronel  
1966  
Cfa. Editorial Continental, S. A.