

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RELEVO GENERAL
PARA UN COMPLEJO PETROQUIMICO O REFINERIA
EJEMPLO: LA CANGREJERA**

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A N :

ANA MARIA FERNANDEZ GONZALEZ

MARIA DALILA RIVERA CARMONA

MEXICO, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS 1978
LAO _____
ABO H. T. 153 1470
REGHA _____
PROG _____
e _____



PRESIDENTE ERNESTO RIOS MONTERO.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE, VOCAL ROBERTO ANDRADE CRUZ.

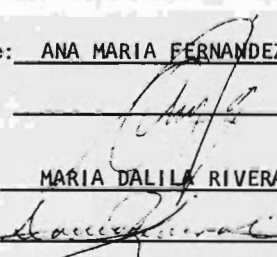
SEGUN EL TEMA: SECRETARIO RAFAEL GARCIA NAVA.

1er.SUPLENTE ALFONSO MONDRAGON MEDINA.

2do.SUPLENTE ENRIQUE BRAVO MEDINA.

Sitio donde se desarrolló el Tema: INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.

Nombre completo y firma del sustentante: ANA MARIA FERNANDEZ GONZALEZ.


MARIA DALILA RIVERA CARMONA.

Nombre completo y firma del asesor del tema: ING. RAFAEL GARCIA NAVA.


ING. RAFAEL GARCIA NAVA.

A MIS PADRES CON AMOR Y
AGRADECIMIENTO, POR ES --
TIMULARME EN MIS ESTUDIOS.

A MIS HERMANOS POR LA
CONFIANZA QUE SIEMPRE
ME HAN BRINDADO.

A MIS MAESTROS QUE FUE
RON LOS QUE ME GUIARON
EN EL CAMINO DEL SABER.

Y A MIS AMIGOS CON EL CARI
ÑO QUE SE MERECEN.

EL RESULTADO MAS VALIOSO DE TODA EDUCACION ES LOGRAR QUE HAGAMOS LAS COSAS QUE DEBEMOS HACER, A SU DEBIDO TIEMPO, SEA QUE NOS GUSTE O NO. ES LA PRIMERA LECCION QUE DEBIERA APRENDERSE. SIN EMBARGO, Y POR TEMPRANO QUE LA EDUCACION - DE UN HOMBRE EMPIECE, QUIZA SEA LA ULTIMA LECCION QUE APRENDE PERFECTAMENTE.

THOMAS HUXLEY.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RELEVO GENERAL PARA UN COMPLEJO PETROQUIMICO O REFINERIA: EJEMPLO "LA CANGREJERA".

INTRODUCCION

- I. - DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE RELEVO
- II. - DESCRIPCION DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD
- III. - CRITERIOS DE DISEÑO
 - 1) CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD
 - 1.1) PRESION DE RELEVO EN LA TUBERIA
 - 1.2) VALVULAS DE SEGURIDAD SOBRE LA TUBERIA
 - 1.3) INSTALACION DE VALVULAS DE RELEVO
 - 1.4) CAIDA DE PRESION
 - 1.5) AUMENTO DE ESFUERZOS EN LA TUBERIA
 - 1.6) VALVULAS DE BLOQUEO
 - 1.7) SEGURIDAD E INSTRUMENTACION
 - 1.8) TRANSMISION DE PRESION Y CONTROL DE LA MISMA
 - 1.9) REGULADORES DE PRESION
 - 1.10) TEMPERATURA
 - 1.11) PRESION DIFERENCIAL
 - 1.12) SISTEMA DE DETECCION DE VIBRACIONES
 - 1.13) ANALISIS DE PROCESO
 - 1.14) CONSIDERACIONES DE MANTENIMIENTO
- IV CAUSAS POR LAS QUE RELEVA UN SISTEMA DE RELEVO
 - 1) FUEGO
 - 2) SALIDA BLOQUEADA
 - 3) FALLA DE REFLUJO
 - 4) FALLA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
 - 5) FALLA DE ENERGIA ELECTRICA
 - 6) FALLA DE CONTROLES O DE AIRE DE INSTRUMENTOS
 - 7) RUPTURA DE TUBOS
 - 8) EXPANSION TERMICA DE LIQUIDOS
- V METODO DE CALCULO
 - 1) ESTIMACION DEL CABEZAL PRINCIPAL
 - 2) ESTIMACION DE CONTRAPRESIONES
 - 3) CALCULO DE LA TEMPERATURA A LA SALIDA DE LA VALVULA
 - 4) DESCRIPCION DEL PROGRAMA

VI APLICACION DEL METODO DE CALCULO PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DEL COMPLEJO PETROQUIMICO.

- 1) DESCRIPCION DEL PROCESO DE CADA PLANTA
- 2) DATOS GENERALES DE LOS FLUIDOS QUE SERAN RELEVADOS EN EL SISTEMA
- 3) ESTUDIO DE LAS FALLAS DE CADA PLANTA
- 4) DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RELEVO DE CADA PLANTA
- 5) INTEGRACION DEL SISTEMA PARA EL COMPLEJO PETROQUIMICO.

CONCLUSIONES.

INTRODUCCION

Actualmente el desarrollo de la industria petroquímica en nuestro país es relativamente nueva y en vías de alcanzar el avance logrado por potencias extranjeras, lo que hace necesario contar con las herramientas en el campo de la producción.

La Ingeniería Química se ha utilizado como una herramienta productiva, por esta razón esta disciplina ha aumentado de importancia y campo de acción de una manera notable, y la capacidad de absorber todo tipo de información se limita por áreas; las actividades creativas se afocan decididamente a trabajos determinados.

El presente trabajo tiene por objeto aclarar específicamente la contribución dentro de la actividad petroquímica, como una solución preventiva a los peligros desarrollados en condiciones emergentes cuando se opera una planta.

Las experiencias en las situaciones anteriormente mencionadas fué un factor que orilló a la elaboración de este trabajo, ya que en la actualidad la integración de plantas de proceso trae como consecuencia inevitable riesgos de incendios por fallas en las instalaciones de los equipos, u alguna otra causa que represente un peligro para el personal que labora, así como pérdidas materiales. Por estas característi--

cas especiales se aplican sistemas de seguridad, como una medida preventiva, evitando riesgos potenciales, proyectando así un sistema de desfogue; se dispone como medio para la realización de este proyecto, las técnicas de programación y se basa en los sistemas de computación UNIVAC 3100 del Instituto Mexicano del Petróleo. En este programa de computadora se trata de cubrir las técnicas y metodología utilizadas, considerando las experiencias reportadas por otras compañías con sus resultados originales, se basa también en los manuales ó criterios extraídos de normas y especificaciones. Esto es con la función de describir un proyecto relacionado a las actividades de seguridad en las plantas.

Uno de los objetivos es agilizar y optimizar los cálculos efectuados durante la etapa de diseño ya que estos son iterativos, la utilización del programa evita caer en una rutina tediosa de cálculo, logrando optimizar las semanas-hombre programadas para el proyecto, cuando se revisan los cálculos manualmente el tiempo estimado supera a el que se llevaría el efectuarlos con un programa de computadora.

El programa se auxilia a su vez de rutinas que proporcionan los requerimientos indispensables para ayudar en la secuencia del cálculo hasta su etapa final, que se ha fijado como el conocimiento sobre el control que se ejercerá en base a los cálculos sintetizados al final del programa, ofreciendo un panorama de las opciones

utilizadas en las líneas por las cuales se colectan los fluídos que serán descargados a través de mecanismos de seguridad.

En el capítulo I trata de cubrir la información acerca de sistemas de relevo, la finalidad que tiene, su clasificación, cuales son los componentes que la integran, y también da una idea acerca de la localización de las plantas cuando se colectan a una sola línea; para los equipos que entran en la integración se resumen criterios y gráficas auxiliares en el dimensionamiento del cálculo de tanques separadores y quemadores.

El capítulo II presenta de una manera condensada la información existente acerca de dispositivos de seguridad, su clasificación, utilidad de acuerdo a el servicio que se asigna, métodos de cálculo para la selección conveniente de estos dispositivos tratando de unificar los criterios establecidos en la bibliografía, tan extensa.

El capítulo III expone los criterios de diseño que se refiere a cuestiones consideradas por el ingeniero de diseño propuestas durante su dimensionamiento, son medidas prácticas en cuanto a las instalaciones de dispositivos de seguridad, que especifican los requerimientos que deben reunir para el logro de su funcionamiento adecuado.

El capítulo IV hace un análisis de las diferentes fallas que se presentan en un sistema de relevo y una explicación de cada una

de ellas, se mencionan los métodos comunmente utilizados para calcular las capacidades que se van a relevar en los equipos que requieran uno ó más dispositivos de relevo. Las condiciones pueden variar y -- hay que analizar los detalles que involucren las causas, para el cálculo de capacidades de relevo.

El capítulo V describe el método de cálculo en el que se analiza la secuencia de cálculo efectuado en el programa a manera de diagrama de bloques, explicamos los módulos que lo integran, las secciones que calcula, criterios que se utilizan, restricciones o su posiciones de flujo isotérmico a través de la tubería sin pérdidas de ca lor, además de una expansión de tipo Joule -Thomson cuando el fluido - atraviesa por la boquilla de la válvula de seguridad, los criterios para la estimación de las caídas de presión se basan en las condiciones de - salida, esto se utiliza como herramienta básica para la formación del programa que proyecta un diseño de un sistema de desfogue que realiza cálculos de diámetros y contrapresiones.

El capítulo VI es la integración de un sistema de relevo; es un análisis de las plantas que se utilizaron en este estudio con el objeto de puntualizar aquellas fallas determinantes ó críticas dentro del - relevo.

Se hace una descripción del proceso que se lleva a ca- bo en una forma general, para formarse una idea de que equipo se esta relevando y cuales fallas son las que se presentarían en condiciones ex-



tremas, además de presentar un cuadro de propiedades físicas de los fluídos que serán relevados en el sistema. Esto es con el fin de determinar el grado de peligrosidad, y tomar las medidas preventivas convenientes, se pueden presentar situaciones en que los fluídos relevados son materiales tóxicos y combustibles en alto grado, este análisis permite conocer estas situaciones, además de seleccionar en base al gasto máximo las fallas críticas y poder dictaminar los resultados óptimos.

Así también se presenta un cuadro general a manera de diagrama de desfogue, de las plantas que se utilizaron en este estudio indicando el diámetro de las líneas, este diámetro es el resultado obtenido a través de este programa, que ofrece peculiaridades que en este trabajo se tratan de resolver de una manera adecuada, para obtener un grado de confiabilidad en el diseño de sistemas de relevo.

Analiza las problemáticas que surgen al integrar dos plantas a una sola línea principal y su alimentación hasta un quemador; como resultado de los diámetros diferentes y capacidades entre líneas que manejan ambas plantas.

I DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE RELEVO

La finalidad de un sistema de relevo, es la protección del equipo y del personal que labora en las plantas de operación, el cual funciona cuando se presentan condiciones anormales de operación y la situación requiera un alivio rápido en la presión de operación. En las instalaciones donde se sobrepresiona el equipo, estas condiciones anormales originan que la presión interna de los equipos se incremente más allá del valor de la presión de diseño de los mismos; estas anomalías ofrecen riesgos para los operadores y la inversión de los equipos, originan pérdidas además de paros innecesarios.

Para evitar riesgos de esta naturaleza en la planta es necesario diseñar un sistema que permita desalojar o desfogar de manera automática y segura, los vapores, gases ó líquidos que puedan sobrepresionar a los equipos; a este sistema se le denomina: SISTEMA DE RELEVO DE PRESION.

Un sistema de relevo de presión debe cumplir con los códigos ó normas locales, estatales ó nacionales, incluyendo las de control ambiental, su funcionamiento y objetivo principal es reducir al mínimo las pérdidas, además de prevenir los daños a los equipos que se encuentran cercanos a el equipo que se sobrepresionen.

Existen tres tipos de sistemas de relevo dependiendo de las propiedades que presentan los fluídos.

- 1) Sistema abierto.
- 2) Sistema cerrado
- 3) Sistema de recuperación

Descripción de Sistemas.

1) **Sistema abierto.** - Es aquel en que el fluído a relevar tiene contacto directo con la atmósfera sin ocasionar mezclas explosivas ó inflamables.

2) **Sistema cerrado.** - Es aquel en que el fluído a relevar no tiene contacto directo con la atmósfera debido a las reacciones químicas que con el aire efectúa. Este sistema va a estar constituido por ramales que llegan a un cabezal general y de ahí a un tanque separador. El objetivo de este tanque es el de separar los condensables e incondensables.

Los condensables dependiendo de las propiedades físicas pueden ser recuperables, volviéndose a procesar.

3) **Sistema de recuperación.** - Este sistema se presenta cuando el fluído a relevar es de alto costo o la combustión presenta riesgos mayores. Como en el caso anterior está constituido por ramales a un cabezal general para recuperar los condensables.

Componentes Principales de un Sistema de Relevo.

Las instalaciones o equipos que forman parte de un sistema de relevo se indican a continuación:

1. - Dispositivos de seguridad (válvulas y discos de ruptura).
2. - Cabezales y subcabezales.
3. - Tanque separador de líquido
4. - Cabezal principal
5. - Tanque de sello
6. - Quemador

1. - Dispositivos de seguridad. - formados por válvulas y discos de ruptura.

2. - Cabezales y subcabezales. - son líneas que conducen a los fluidos como hidrocarburos ó materiales tóxicos, que han sido liberados de los equipos a través de los dispositivos de seguridad, por medio de tubos que los conducen a un cabezal general ó principal.

3. - Tanque separador de líquido. - Las corrientes -- que circulan en el cabezal principal de desfogue, llevan una composición muy variada y flujos en diferentes fases, es por ello que esta corriente se separa utilizando para tal fin un tanque separador de líquido, el cual va a estar recibiendo la alimentación proveniente de los dispositivos de relevo. La localización del tanque separador de líquido, se toma considerando -- las características de los fluidos que se van a relevar, ya que se presentan casos en los cuales se manejan materiales tóxicos, por lo que si es -

posible, se localiza fuera de los límites de batería que se dispone para el área donde se efectúa el proceso.

4. - Cabezal principal. - Una vez efectuada la separación de vapores ó gases se conducen a través de una tubería ó cabezal; la cual llega hasta el quemador, se pueden unir otros desfuegos provenientes de otras plantas antes de llegar al quemador.

5. - Tanque de sello. Este se utiliza para eliminar totalmente el líquido que haya sido arrastrado.

6. - Quemador. - La corriente de vapor se envía posteriormente al quemador donde se efectúa la combustión de los gases desfogados.

El caso que nos ocupa es la integración de los relevos de dos plantas a un cabezal común; en la Fig. (1.1) se ilustra un sistema de relevo común para dos plantas.

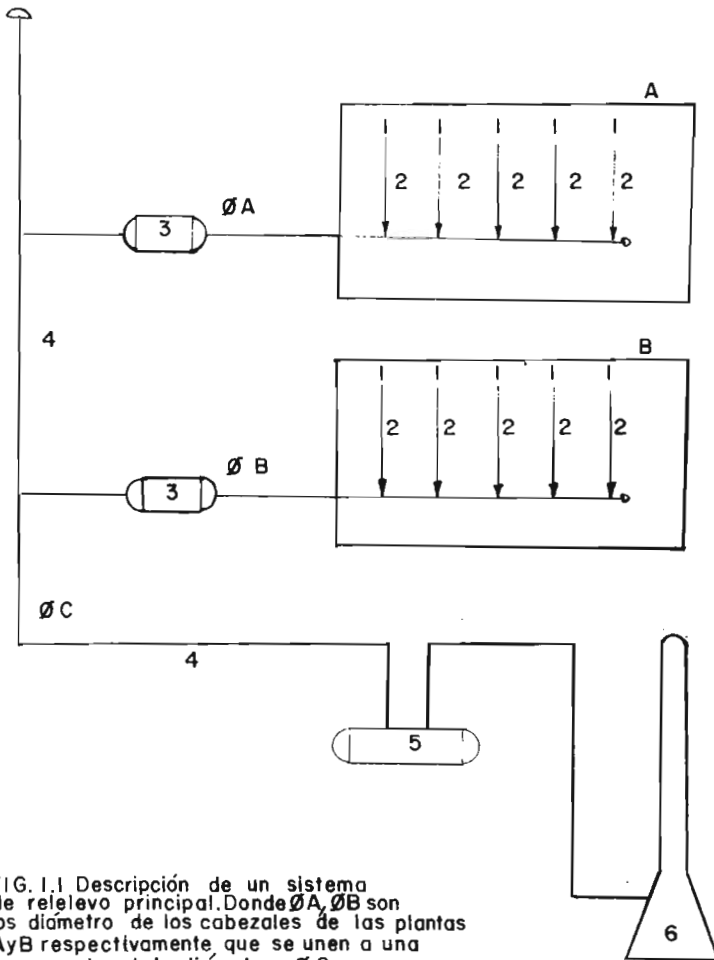


FIG. 1.1 Descripción de un sistema de relevo principal. Donde $\varnothing A$, $\varnothing B$ son los diámetros de los cabezales de las plantas A y B respectivamente, que se unen a una línea o cabezal de diámetro $\varnothing C$.



Nomenclatura

- A, B plantas que intervienen en el sistema de relevo
- 1 válvula de seguridad
- 2 subcabezal que va de la válvula de seguridad a un cabezal principal
- 3 tanque separador de líquido.
- 4 cabezal principal; al cual llegan los flujos de las plantas - que intervienen en el relevo
- 5 tanque de sello
- 6 quemador

II DESCRIPCION DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Los dispositivos de seguridad se diseñan para liberar fluidos automáticamente, cuando la presión que se efectúa dentro del equipo alcanza valores críticos, lo cual ocasiona rupturas ó fallas mecánicas dentro del equipo. La liberación ó desfogue continúa hasta que la presión vuelve a su punto normal.

Se citan a continuación los conceptos básicos imprescindibles para el mejor entendimiento de dispositivos de relevo y/ó seguridad.

1. - Masa a relevar. - Es la cantidad de flujo liberado bajo condiciones emergentes en Lb/Hr y/ó GPM, si se trata de servicios líquidos.

2. - Temperatura de relevo. - Es la temperatura que corresponde a la presión de relevo. Cuando la causa de relevo es fuego; se presentan con frecuencia que en los recipientes donde se maneje líquido, ocurre una vaporización como consecuencia de una elevación de la temperatura externa; en estos casos la temperatura de relevo se tomará a la presión de relevo en condiciones de equilibrio. La temperatura obtenida así, es la de saturación.

3. - Presión de ajuste. - Es la presión de diseño de la válvula. A esta presión la válvula comienza a abrirse.

Esta presión puede ser igual ó más baja que la pre sión máxima permitible de trabajo.

4. - Incremento de la Presión de Ajuste. - Se con ce como el incremento en Lb/in^2 entre la presión de ajuste y la con- trapresión generada (presión corriente abajo del dispositivo de relevo).

5. - Presión de Operación. - Es la presión en Lb/in^2 manométricas sobre el cual el recipiente trabaja normalmente. Los - recipientes se diseñan a una presión máxima permitible de trabajo en Lb/in^2 manométricas. De esta manera se previene de una presión de operación no deseable en el dispositivo de relevo.

Este margen que se da, debe ser tan grande como sea posible además de ser consistente en el aspecto económico.

6. - Sobrepresión. - Es la presión incrementada so bre la presión de ajuste del dispositivo de relevo primario, es decir, - la fuerza que se necesita para comprimir el resorte.

7. - Acumulación. - Es el incremento de presión so bre la presión permisible de trabajo del recipiente durante la descarga, a través de la presión de relevo expresado como un por ciento de esa - presión.

8. - Presión de Relevo. - Se define como la suma de la presión de ajuste, de la sobrepresión y de la presión atmosférica, ó sea es la presión sobre la cual la válvula de relevo alcanza su capaci-

dad total.

9. - Contrapresión. - Es la presión a la salida de la válvula (corriente abajo y/ó descarga de la válvula), afecta a la presión de ajuste y las características de operación de la misma.

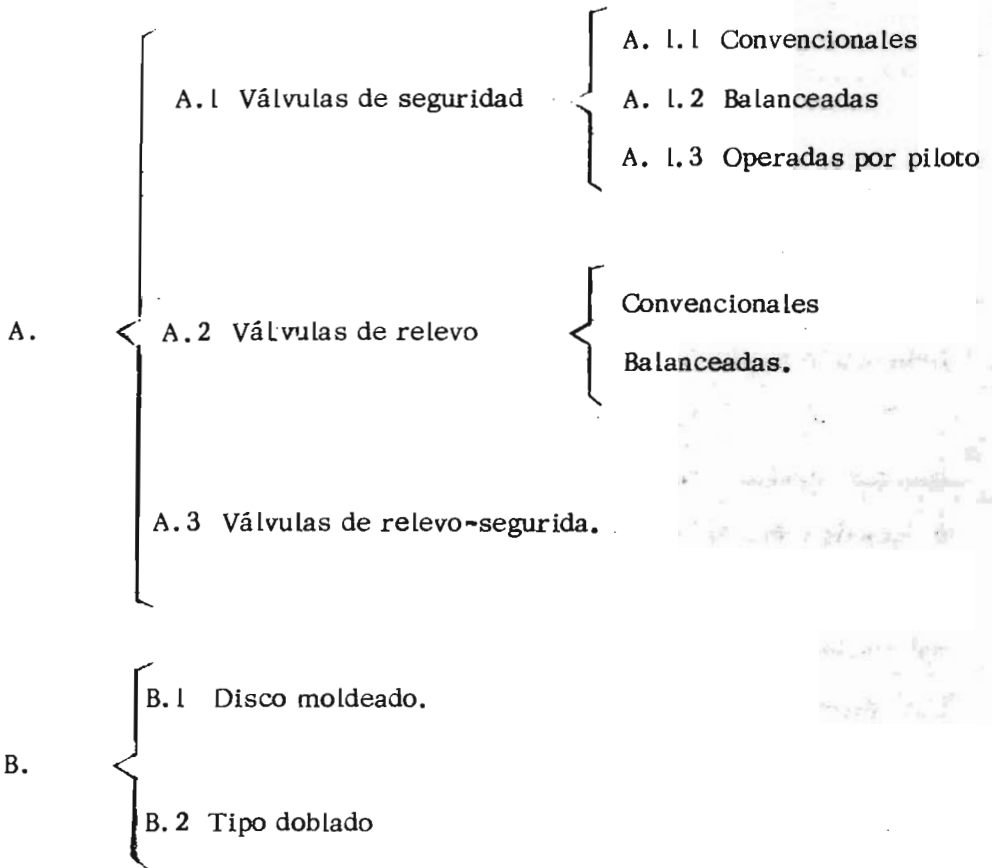
9.1. - Contrapresión Constante. - Es la contrapresión que no cambia apreciablemente sobre alguna condición de operación, aún cuando la válvula de relevo permanezca abierta.

9.2. - Contrapresión Variable. - Es la contrapresión generada por el flujo de descarga, a través de la línea corriente abajo. Esta se desarrolla una vez que la válvula de relevo abre.

CLASIFICACION DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

A. Válvulas

B. Discos de Ruptura



A.1 VALVULAS DE SEGURIDAD

Es un dispositivo de relevo automático, que actúa por la presión estática corriente arriba de la válvula, y se caracteriza porque abre y permanece abierta completamente, hasta que la sobrepresión ha bajado a su presión de operación, es en este punto donde se cierra.

En la industria el término válvula de seguridad se refiere generalmente a el tipo utilizado en servicios de vapor.

Una válvula de seguridad contiene las siguientes características: rebordes, conexiones centradas ó soldadas, de orificio total ó semiorificio y resorte.

Las válvulas que se utilizan en servicio de vapor sobrecalentadas arriba de 450° F, deben estar equipadas de bonetes y ejes de acero al carbón.

Las válvulas de orificio total tienen una cara que sobresale, juntas de anillo y rebordes en contacto. La base del orificio forma la porción de cara lisa de la pestaña.

Únicamente el orificio y el disco están en contacto con el fluido cuando la válvula se cierra. Las boquillas y discos son normalmente de acero al carbón, ó aleaciones de acero. El material normalmente depende del servicio y temperatura.

Las válvulas de semiorificio tienen rebordes en contacto, relieves de cara lisa y el orificio ó boquilla que es parte de

la pestaña.

Las válvulas de cara lisa tienen pocas aplicaciones en plantas de proceso modernas, debido a que el cuerpo no está de acuerdo a las especificaciones de tuberías.

A.1.1 VALVULAS CONVENCIONALES.

En esta válvula la presión de ajuste se ve afectada por la contrapresión ó presión sobre el lado de la descarga de la válvula (Fig. 2.1.a).

Si se desfoga a la línea de descarga, la respuesta es un aumento en la presión de ajuste, ocasionada por el aumento en la contrapresión, Fig. (2.1.b) de esta manera el espacio en el disco produce un aumento en la presión de ajuste que disminuye con la contrapresión constante.

Si la válvula descarga a un cabezal, la variación en la contrapresión se efectuará; por lo que el resorte de ajuste no es la solución.

En válvulas convencionales el límite de la contrapresión no debe exceder un 10% de la presión de ajuste y en descargas a la atmósfera, Fig. (2.2)

A.1.2. VALVULAS BALANCEADAS.

Este tipo está dotado de fuelles, cuyas proporciones son tales que el área abierta a la atmósfera es igual a el área efectiva del disco expuesto a la presión de proceso eliminandose así algún efec-

LA CONTRAPRESION INCREMENTA LA PRESION
DE AJUSTE

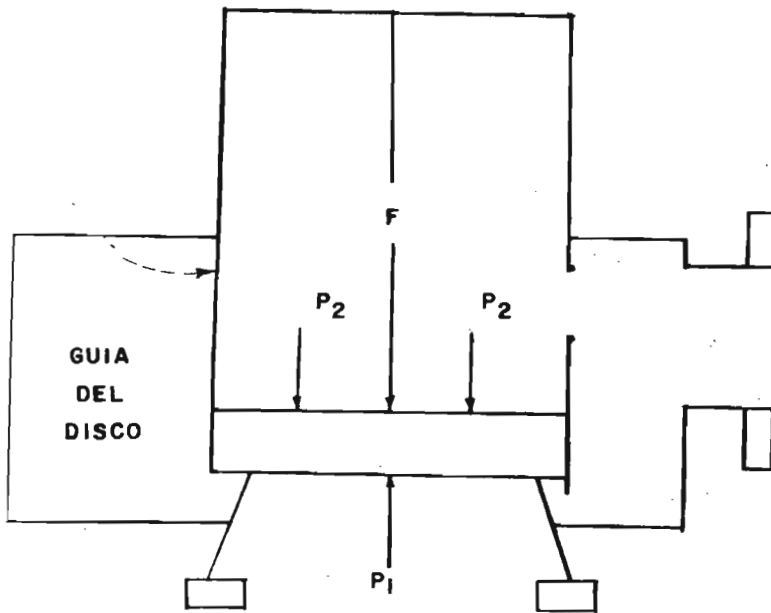


FIG.2.1.0 VALVULA CONVENCIONAL NO VENTEADA.

$$P_1 A = F + P_2 A$$

NOTA: P₁ = PRESION DE AJUSTE
P₂ = CONTRAPRESION
F = PRESION DEL RESORTE

SI SE VENEA A EL ESPACIO ENCIMA DEL DISCO
 LA PRESION DE AJUSTE DISMINUIRA
 LA CONTRAPRESION DISMINUYE

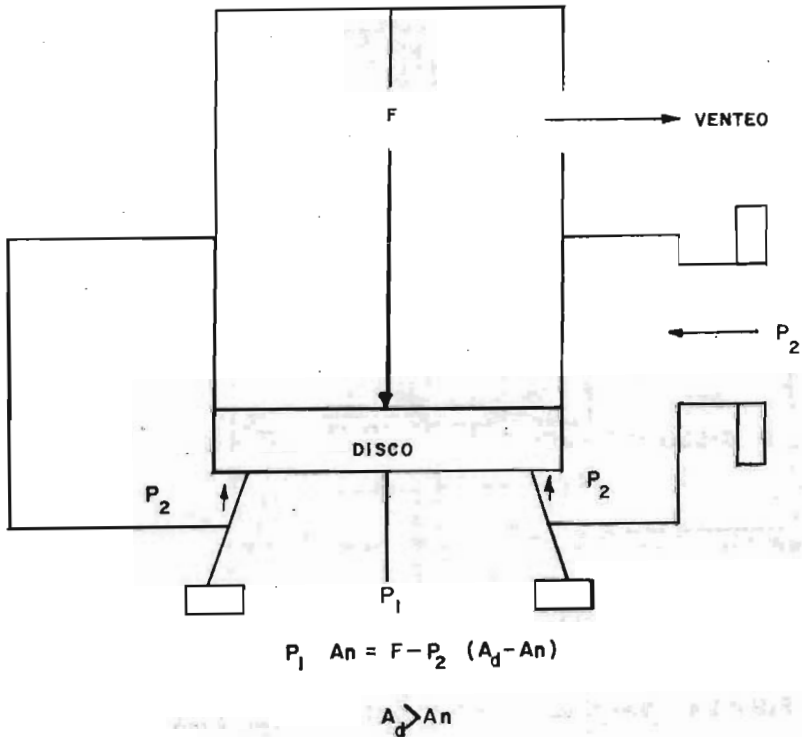


FIG. 2. 1b VALVULA CONVENCIONAL VENDEADA

NOTA:

- P_1 = PRESION DE AJUSTE
- P_2 = CONTRAPRESION
- F = PRESION DE RESORTE
- A_n = AREA DE ASIENTO
- A_d = AREA DEL DISCO

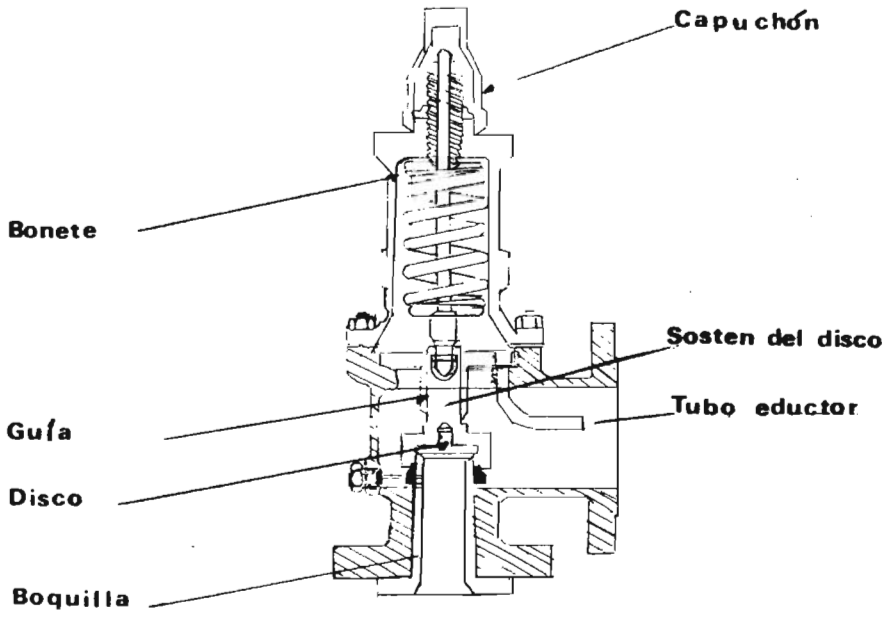


FIG.2.2 VALVULA CONVENCIONAL

to de la contrapresión, arriba de un 30-40%, sin embargo se puede tolerar ya que no se reduce con ello su capacidad.

Se han utilizado válvulas con contrapresión variable, arriba del 80% de la presión de ajuste Fig. (2.3) y (2.4).

Los factores de correcciones se hacen siempre y cuando la contrapresión exceda aproximadamente un 5% para válvulas en servicio líquido y un 20% para válvulas en servicio vapor.

A.1.3 VALVULAS OPERADAS POR PILOTO.

Es un sistema operado por dos válvulas, la principal maneja el fluido y la más pequeña registra variaciones de presión, para que la principal abra en el momento adecuado, Fig. (2.5),

Se utiliza para una operación cercana el punto de ajuste; en la válvula se opera una carga diferencial del pistón, debido a un incremento en la presión de proceso, a través de el orificio.

Cuando la presión de ajuste se alcanza, el resorte de carga de la válvula operada en piloto se abre, de esta manera se descarga la presión sobre el pistón de la válvula principal, siguiendo una abertura total.

Cuando está sujeta a la sobrepresión, el pistón puede causar un flujo reversible, algo menor de lo que ocurre cuando varias valvulas se manejan dentro de un cabezal común de descarga.

En estas válvulas no pueden manejarse fluidos como polimeros, debido a que estos tienden a taponear la salida. Fig.(2.5).

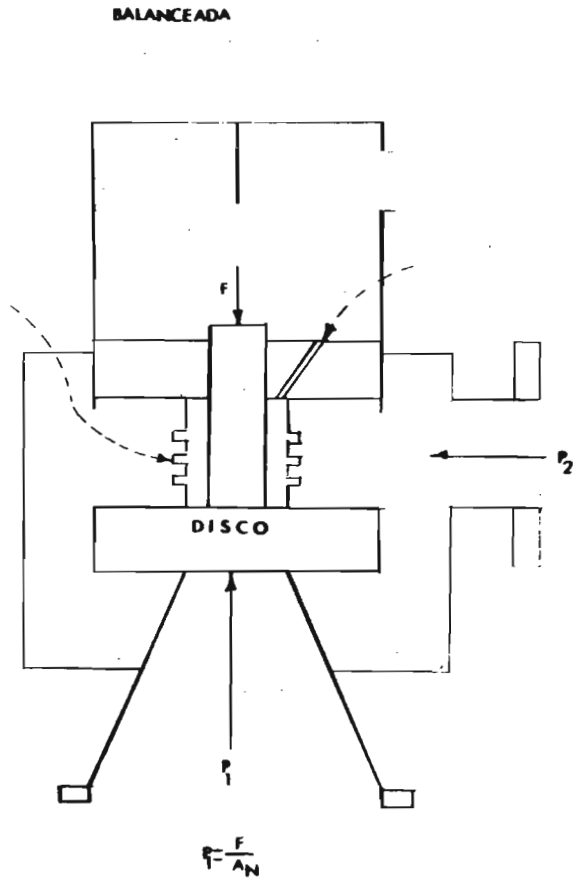


FIG. 23

FUERZA SOBRE EL DISCO EN VALVULAS BALANCEADAS

NOTA:

 P_1 = PRESION DE AJUSTE P_2 = CONTRAPRESION F = PRESION DEL RESORTE A_N = AREA DEL ASIEN TO

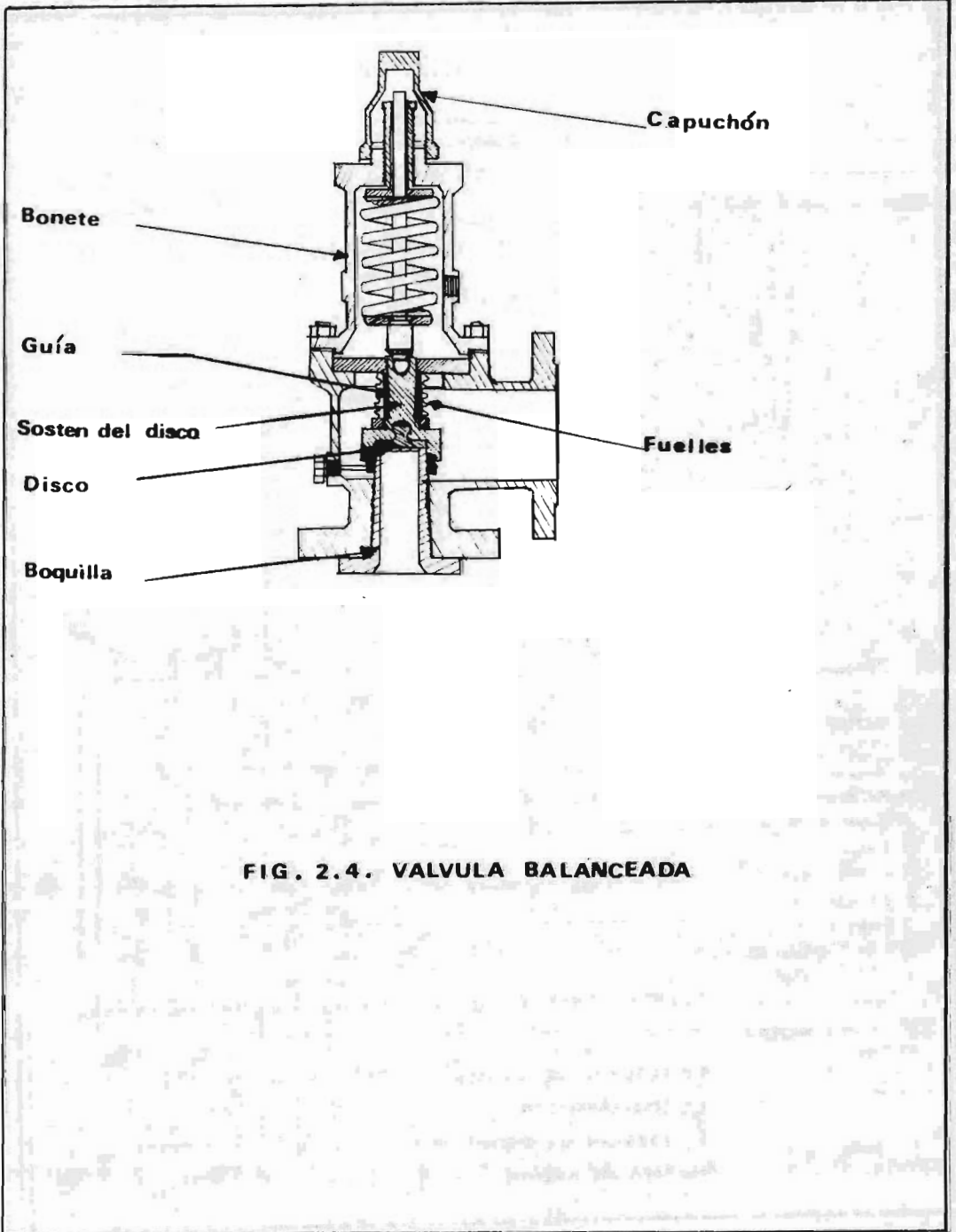
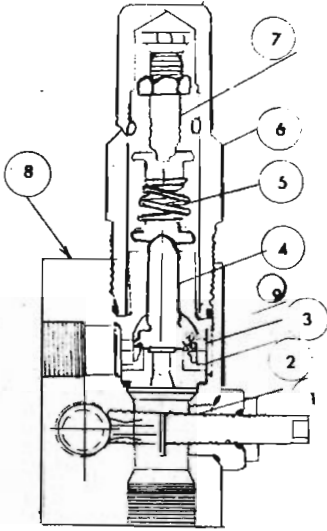


FIG. 2.4. VALVULA BALANCEADA

VALVULA PILOTO

- 1 Ajustador
- 2 Boquilla de dos Piezas
- 3 Aguja guía
- 4 Eje
- 5 Resorte
- 6 Bonete
- 7 Tornillo de ajuste
- 8 Cuerpo
- 9 Anillo de ajuste



VALVULA PRINCIPAL

- 1 Cuerpo
- 2 Orificio
- 3 Asiento
- 4 Retenedor de asiento
- 5 Línea de vapor
- 6 Pistón
- 7 Pistón de sello
- 8 Resorte
- 9 Capuchón
- 10 Tubo suministrador
- 11 Válvula piloto
- 12 Tubo de salida
- 13 Tornillo de ajuste
- 14 Tubo

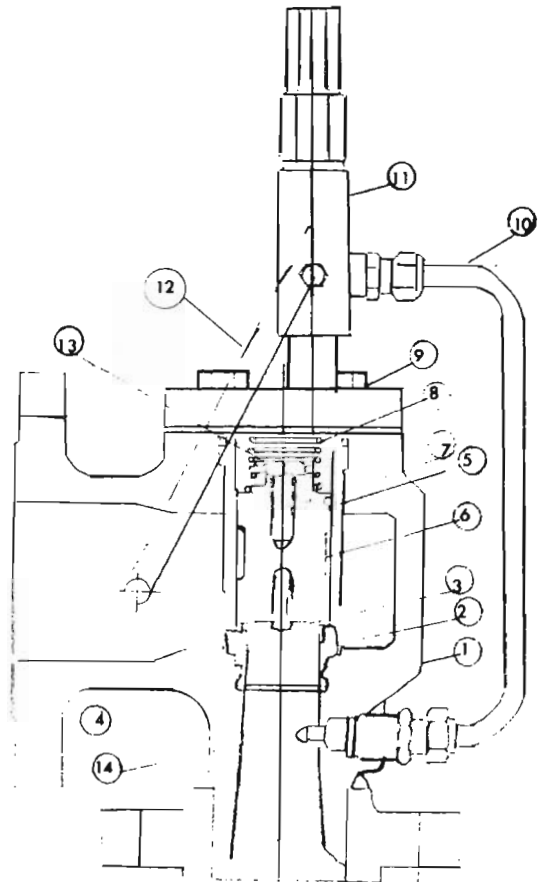


FIG. 2.5

Son excelentes para servicios de gases a presiones altas, pero para temperaturas debajo de 300° F tiene limitaciones, ya que la construcción del anillo de la válvula tiene temperaturas límites alrededor de 350° F.

En este tipo de válvulas hay tres puntos que deben mencionarse:

1. - Con una adecuada tubería, operan de una forma conveniente por un empuje manual del sistema.

2. - Montando el piloto cercano al recipiente, la válvula principal puede ser localizada a una distancia considerable y no vibrará, de esta manera la válvula piloto no está expuesta a los efectos de pérdidas de fricción en las tuberías.

3. - Las válvulas operadas por piloto se diseñan para soportar contrapresiones muy altas arriba del 90% de la presión de ajuste, siempre y cuando esten equipadas con rebordes en la salida. Es ideal para proteger compresores recíprocos de varios pasos.

A.2 VALVULAS DE RELEVO

Una válvula de relevo es un dispositivo de seguridad automático, que actúa por la presión corriente arriba de la válvula, - la cuál se abre conforme se incrementa la presión de operación. Las válvulas de relevo generalmente se utilizan para servicios líquidos. - Estas válvulas normalmente son pequeñas.

Todas las válvulas de relevo tienen bonetes cerrados

y existen combinaciones en las cuales se agrupa el regulador de presión, el cual se utiliza primeramente en sistemas de aceites para bombas y compresores, también las hay de bronce y son de tamaño pequeño, algunas con asiento de rebote. Se utilizan para expansión térmica de líquidos sobre el lado de la coraza ó tubos de los cambiadores de calor, también se utilizan sobre el lado de la descarga de bombas de desplazamiento positivo y para expansiones térmicas de líquidos, en líneas que puedan ser bloqueadas y esten expuestas a radiación solar u otros casos de calor.

Generalmente estas válvulas no se utilizan para servicios de polímeros, debido a que la polimerización tiende a fijarse en la parte superior y taponear la válvula.

Los materiales de resorte para bonetes cerrado, son normalmente de acero al carbón, servicios por debajo de 450°F.

Arriba de esta temperatura se requieren resortes de aleaciones de tungsteno, para este caso son disponibles los resortes de acero inoxidable. Las válvulas de relevo son de tipo balanceadas y convencionales, como se explicó anteriormente para las válvulas de seguridad.

Existe otro tipo de dispositivos de seguridad que definiremos a continuación.

A.3 VALVULA DE RELEVO-SEGURIDAD

Es una válvula desarrollada para servicios de vapor, cuya función es como una válvula de relevo sobre líquido y como de

seguridad sobre gases ó vapores. Una válvula de relevo-seguridad puede por esto, poseer todas las características de ambos tipos, excepto que siempre tiene un bonete cerrado, se puede utilizar en servicio vapor ó calderas, todos estos deben ser probados por el ASME ó API. Una válvula de relevo-seguridad es instalada a altas temperaturas, pero no sobre un calentador, ya que ahí se requiere una válvula de seguridad.

La más amplia aplicación de válvulas de seguridad - relevo se encuentran en recipientes a presión, de acuerdo al código ASME, también se utilizan, sobre el lado de la descarga de bombas de desplazamiento positivo para vapor ó usos de aire, el nivel de altura es mandatoria y estas válvulas no pueden ser utilizadas en servicios de polimeros a la entrada, ya que el fluido se aísla por un disco de ruptura cuando se utiliza en estos servicios y se prevee un gas de purga en la salida.

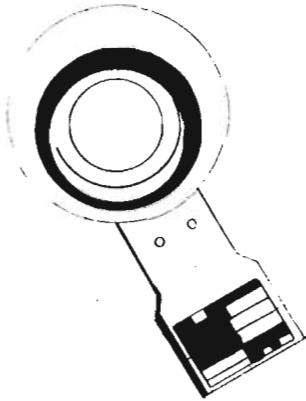
Las válvulas de relevo-seguridad de orificio ó boquilla amplia, tienen fuelles para aislar el disco de una contrapresión variable.

B. - DISCOS DE RUPTURA

Se utilizan como dispositivos de protección, contra la sobrepresión excesiva en sistemas de proceso; se utilizan solos ó en conexión con una válvula de relevo, para proteger una elevación de presión o una condición explosiva Fig.(2.6). Se pueden instalar entre un recipiente y una válvula de resorte de carga.

Los discos de ruptura normalmente están fijos a --

A- PREDOBLADO



B-TRES COMPONENTES



FIG.2.6 DISCOS DE RUPTURA PARA PROTECCION DE RECIPIENTES .

presiones más altas que las válvulas de relevo. Los factores que afectan el funcionamiento de discos de ruptura, son la geometría del sistema, temperatura, viscosidad, contrapresión, cristalización, gravedad específica y corrosión.

Cuando se determina, el tamaño necesario del disco para una capacidad relevante, es muy importante examinar los efectos de la ruptura a baja presión, corrosión y temperaturas elevadas.

Un disco de ruptura consiste de un mango o tenedor disponible y un disco de metal, el cual se diseña para romperse bajo la presión de relevo.

Su principal servicio es para proteger recipientes a presiones de diseño muy alta, mucho más grande que la capacidad de las válvulas de relevo.

VENTAJAS. - Su bajo costo y acción rápida.

DESVENTAJAS. - Es frágil y cuando se rompe se requiere de un paro en la operación para poder reemplazarlo, antes de que se pueda continuar, por lo que es una operación molesta y costosa. De aquí que los discos de ruptura son empleados raramente, excepto claro está, para aplicaciones especiales.

B.1 DISCO MOLDEADO.

El disco moldeado es convencional y doblado. El disco moldeado ha logrado una gran aceptación, en la Fig. (2.6) se muestra tres componentes de un disco de ruptura, consiste de un

soporte de vacío, un disco de ruptura y un anillo de soporte, la presión de ruptura varía directamente con el espesor del disco e inversamente con el diámetro del disco.

Una desventaja del tipo moldeado, es la presión fija que se requiere 1.5 de la presión de operación, debido a la susceptibilidad de esfuerzos de fatiga.

B. 2 TIPO DOBLADO

Por contraste en el tipo doblado la presión de ajuste puede ser 1.1 la presión de operación, esto lo hace ideal para proteger la entrada de la válvula de relevo para servicios de polímeros. En cambio es una seria desventaja para el otro tipo.

Los materiales de construcción más comunes son, aluminio, monel, inconel y acero inoxidable. Algunos discos se fabrican de cobre, plata, oro, platino y titanio.

El tamaño de los discos de ruptura varía desde un medio de pulgada hasta 24 pulgadas.

Tamaño de los discos de ruptura.

El cálculo además del tamaño de un disco de ruptura depende de los siguientes factores:

a) Sobrepresión. - Valor del incremento de la presión.

Velocidad requerida de descarga del fluido para convenir una elevación en la presión más baja del recipiente a su límite de seguridad.

Para las condiciones que causan sobrepresión en varios sistemas, se utilizan métodos para encontrar la capacidad requerida para dispositivos de relevo. Esta capacidad puede utilizarse para calcular el área de uno u otro disco de ruptura ó válvula de relevo de resorte.

Instalación de discos de ruptura.

Los requerimientos generales para la instalación de válvulas de relevo se aplican en forma similar a los discos de ruptura. El método mostrado en la figura (2.7) previene al material del disco de una entrada y alojamiento de la válvula. Si no se utiliza este método, las partes del disco, previenen un acercamiento o una descarga límite al área de la válvula. Para facilitar el drenaje, al instalar los discos de ruptura, se hace con sus diámetros en un plano vertical. Cuando no es factible es aceptable instalar el disco con sus diámetros en un plano horizontal. El orificio del drene sobre el lado de la descarga de los discos de ruptura previene también, la elevación de la contrapresión.

Ya que el disco de ruptura es afectado por la corrosión, erosión o fallas prematuras debido desajustes se emplea un arreglo de discos en serie. Cada disco está ajustado a una presión de relevo. Si el disco más bajo se rompe el disco tope está provis-

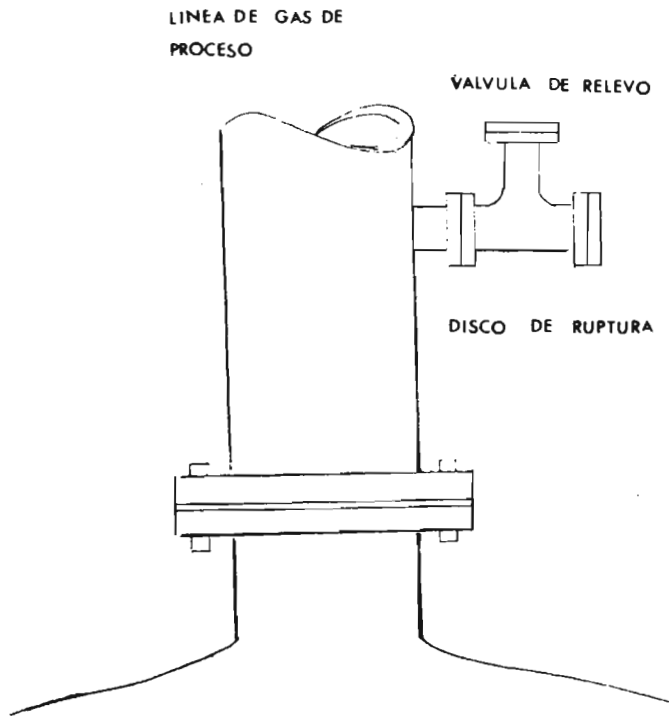


FIG. 2.7

to con tiempo suficiente para un paro y remplazarlo por otro, Fig. (2.8).

Contrapresión sobre el disco. Cuando se tiene una descarga individual en la línea al quemador, o en una apertura remota, se recomienda utilizar un disco de ruptura; la máxima contrapresión permitible es 10% de la presión de ruptura del disco. Este valor es bajo y necesario debido a las tolerancias del fabricante, y para garantizar una desviación de la presión de ruptura.

La contrapresión puede ser 15% si las tolerancias del fabricante se especifican hasta un 5%.

La contrapresión para manejar las cargas de tuberías incluyendo uno o más discos de ruptura y válvulas de relevo se determina como sigue. La contrapresión mínima permisible es la que está determinada para la presión de ruptura más baja de los discos, o 25% de la presión fija más baja de las válvulas incluidas.

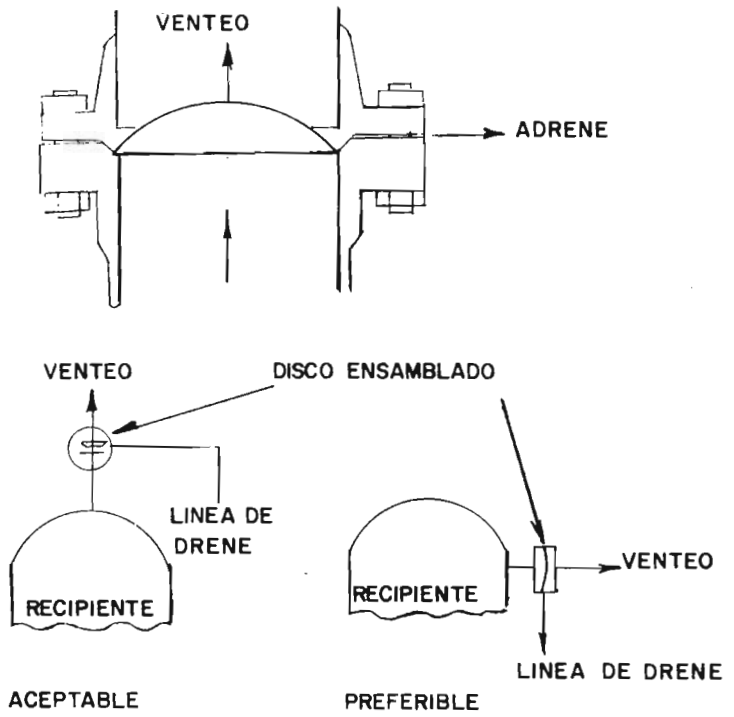


FIG. 2.8

III CRITERIOS DE DISEÑO

Como se mencionó en el capítulo I la integración de un sistema de relevo lo forman válvulas, sistemas de tuberías (cabezales y subcabezales), el quemador, etc., ahora bien este capítulo se refiere a los criterios utilizados para su dimensionamiento, analiza que condiciones deben cubrir, con el fin de protegerlos de operaciones anormales.

Como primer punto trataremos el que se refiere al cálculo de válvulas de seguridad, la forma de seleccionarla y especificarla paso a paso.

A continuación se describen los puntos en que se va a desarrollar en este capítulo:

- A. - Dimensionamiento de válvulas de seguridad.
- B. - Las especificaciones que debe cubrir una válvula de seguridad.
- C. - Dimensionamiento de discos de ruptura
- D. - Recipientes de desfogue
- E. - Quemadores.

A. - Dimensionamiento de válvulas de seguridad.

Los requerimientos para el dimensionamiento de válvulas de relevo subren varios objetivos:

- a. - Determinar el tamaño del orificio para relevar una cantidad predeterminada de líquido-vapor.
- b. - Seleccionar el tipo de la válvula la cual especifica

los requerimientos de presión y temperatura.

El criterio para el diseño óptimo dependerá en la mayoría de los casos de la masa a relevar, comunmente se diseña para la causa más crítica que requiere mayor área, es decir, la que maneje mayor masa a relevar. Sin embargo, las condiciones (*) que se presentan para el dimensionamiento son muy particulares y un análisis de los orificios calculados para la mayor área se deberá checar.

(*) NOTA: CH.En. PROGRESS publica en su artículo referente a Sistemas de Seguridad reglas específicas para determinar las condiciones de emergencia en áreas de relevo para columnas de destilación. El artículo considera pérdidas o fallas que darían como resultado una 2a. condición de emergencia. De esta manera dos condiciones simultáneas se deben considerar en el desarrollo del área de relevo requerida.

La siguiente tabla ilustra la existencia de las válvulas de seguridad dada por los fabricantes denominada con letras. Estos tamaños son los estándar para la selección; se toma el área inmediata superior, del resultado como área calculada.

TIPO ORIFICIO	AREA EFECTIVA (In. ²)
D	.11
E	.196
F	.307
G	.503
H	.785
J	1.287
K	1.838
L	2.853
M	3.60
N	4.34
P	6.38
Q	11.05
R	16.0
T	26.0

Para el cálculo de las áreas de relevo por separado se utilizan las siguientes ecuaciones; para componentes de líquido y vapor, se suman y se encuentra el área de flujo requerido.

c. - Flacheo de líquidos. - cuando un líquido o una mezcla de vapor líquido se flashea a través de una válvula de relevo, la cantidad de vapor está determinada sobre la base del flash, a la presión crítica corriente abajo, la cual siempre es más grande.

El área de relevo se calcula separadamente por la cantidad de vapor y de líquido, la suma de las dos áreas es el área requerida de la válvula.

Se indica a continuación las relaciones utilizadas para el -

cálculo:

- 1) Para Gas o Vapores en flujo Sónico

$$a = \frac{W}{K C P_R K_b} \left(\frac{T Z}{M} \right)^{1/2}$$

- 2) Para líquidos

$$a = \frac{Q (S_g)^{1/2}}{27.2 K_p K_v K_b \left(\frac{P_A - P_B}{P_A} \right)^{1/2}}$$

- 3) Para vapor de agua

$$a = \frac{W}{51.45 K_d P_1 K_{Sh} K}$$

- 4) Para gas o vapores en flujo subsónico

$$a = \frac{Q_v (S T)^{1/2}}{863 K F \left[\left(\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right) P_2 \right]^{1/2}}$$

- 5) Para expansión de gas debido a fuego

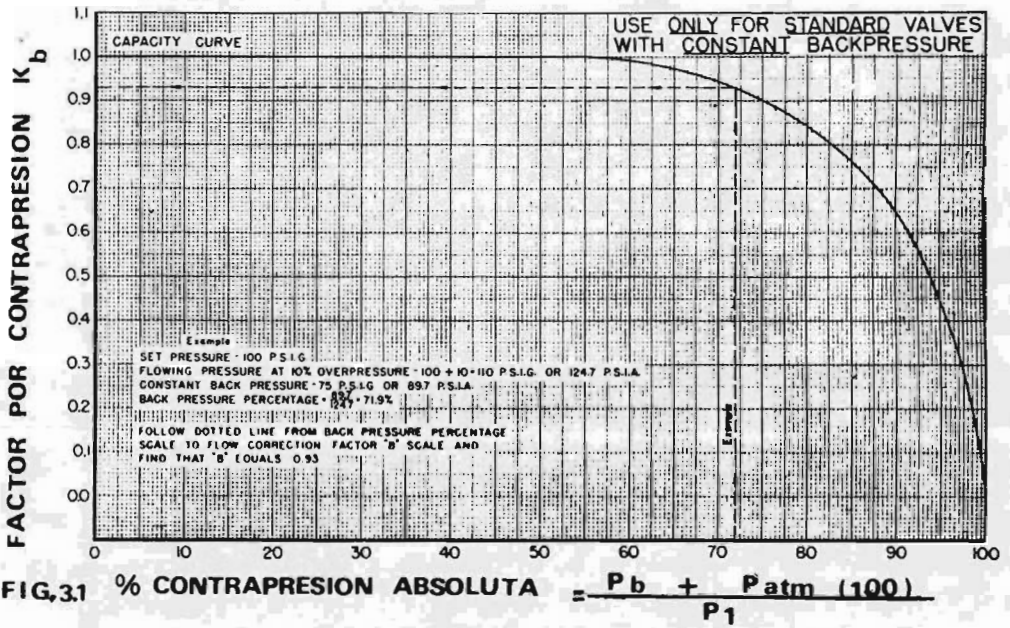
$$a = \frac{F' A_s}{\sqrt{P_1}}$$

- 6) Para mezcla de gas y líquido

$$a(\text{líquido}) + a(\text{gas})$$

- 1) Para Gas ó Vapores en Flujo Sónico. - Cálculo para determinar el área del orificio de la válvula de seguridad expuesta a fuego.

Este cálculo es una aproximación del orificio de la válvula. Con la temperatura y presión de diseño del equipo se saca un área de



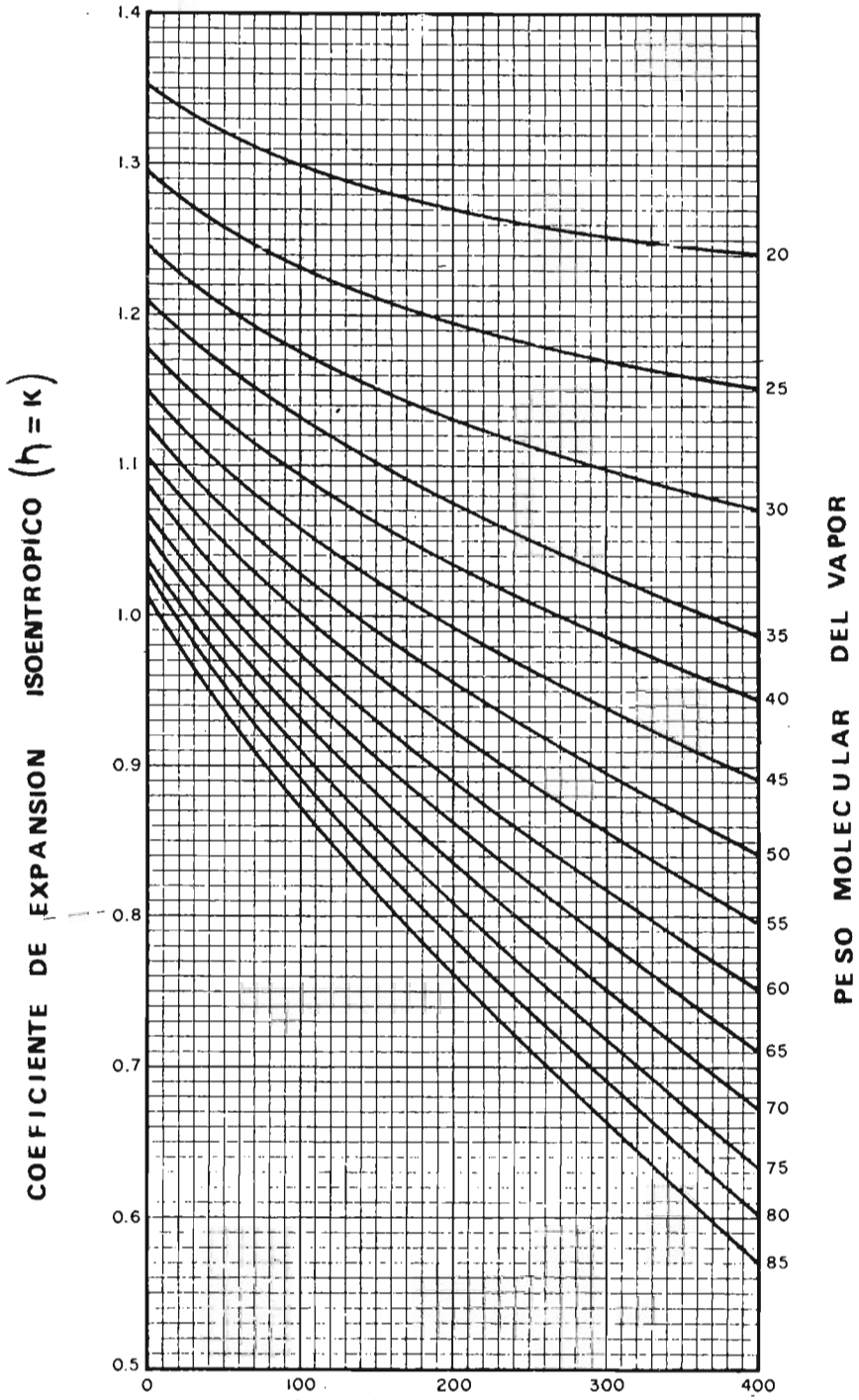


FIG.3.2 PRESION DE RELEVO

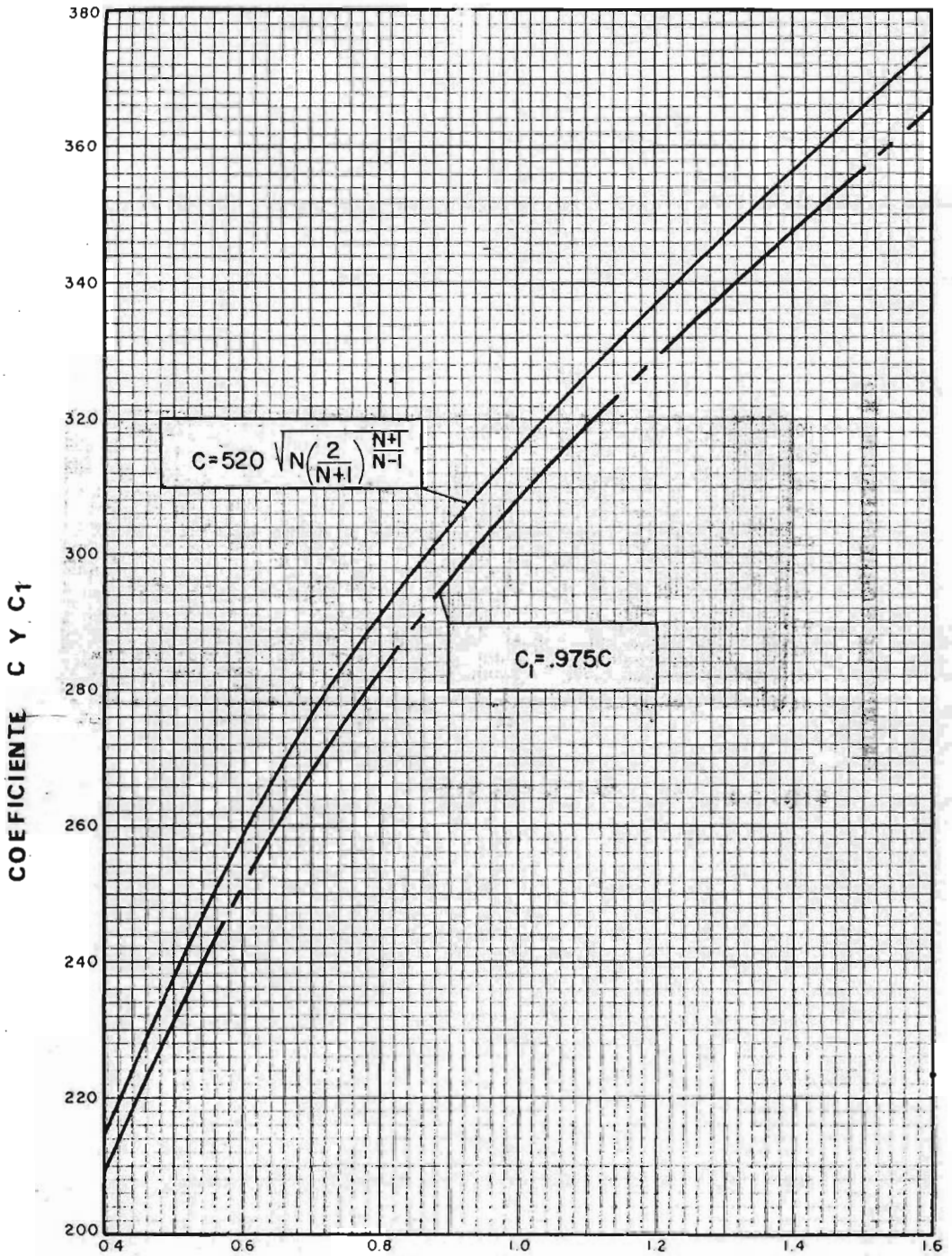


FIG. 3.3 COEFICIENTE ISOENTROPICO η

FACTOR DE SOBREPRESION KP

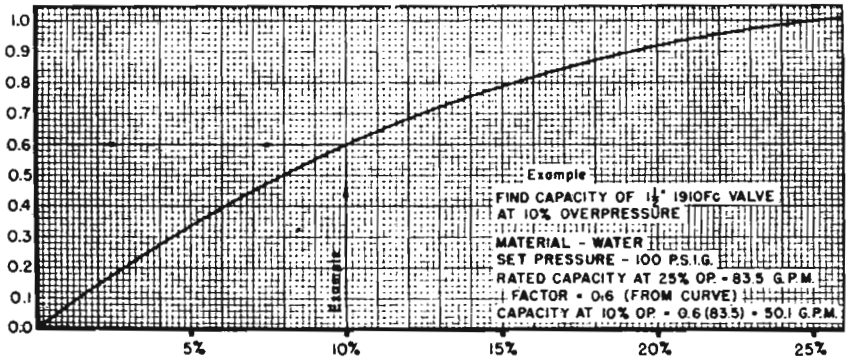


FIG. 3.4 % SOBREPRESION

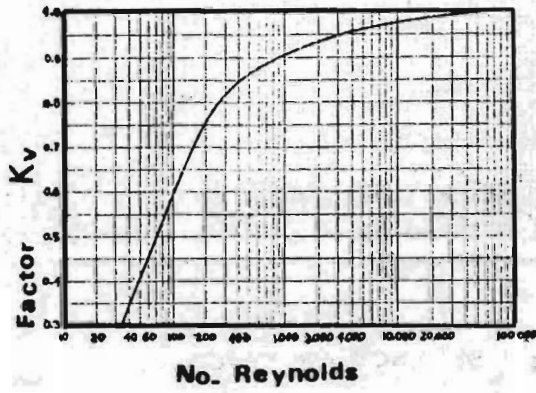


FIG-3.5 Factor de viscosidad

órificio determinada que se encuentra en el CONSOLIDATED que nos dará también el material de la válvula, diámetro de entrada y salida, indica el libraje de las conexiones de entrada y salida y otros datos para la especificación de la válvula.

2) Para líquidos. - Para flasheo de líquidos se calcula las áreas de relevo por separado, utilizando las siguientes ecuaciones, para componentes líquido-vapor, se suman y se encuentra el área de flujo requerida.

Sobre contrapresiones críticas, las bases presentadas antes, han sido que las condiciones críticas existen en el orificio de la válvula.

Estas causas, en las cuales debido a la contrapresión alta, la caída de presión a través de la válvula es menor que la crítica, así el área de relevo calculada debe multiplicarse por un factor de corrección.

Una vez encontrados los requerimientos de las válvulas de seguridad se procederá a llenar la hoja de especificaciones, en las cuales deberán aparecer las condiciones de operación y de relevo Tabla I.

B. - Las especificaciones que debe cubrir una válvula de seguridad son:

GENERALIDADES.

1. - Tipo de asiento
2. - Tipo de diseño
3. - Bonete
4. - Número de identificación
5. - Número de línea o equipo.

CUERPO

6. - Material
7. - Entrada/Salida
8. - Libraje Brida-ASA
9. - Tipo de cara
10. - Orificio

MATERIAL INTERIORES

11. - Asiento y disco
12. - Guía y anillos
13. - Resorte

ACCESORIOS

15. - Capucha sin palanca
16. - Palanca/Empacada

- 17. - Mordaza
- 18. - Otro

BASES DE SELECCION

- 19. - Código
- 20. - Fuego
- 21. - Otro

CONDICIONES DE SERVICIO

- 22. - Fluido
- 23. - Capacidad requerida y unidades
- 24. - Peso molecular ó densidad relativa
- 25. - Viscosidad
- 26. - Presión normal/presión de relevo
- 27. - Temperatura normal y de relevo
- 28. - Contrapresión constante
- 29. - Contrapresión desarrollada
- 30. - Presión de ajuste del resorte
- 31. - Sobrepresión

AREA DE ORIFICIO

- 34. - Calculada
- 35. - Seleccionada
- 36. - En blanco


INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

INGENIERIA DE PROYECTOS

HOJA DE

PLANTA	REV.				
LOCALIZACION	FECHA				
CONTRATO No.	POR				
REQ.	APR.				

VALVULAS DE SEGURIDAD (RELEVO)
 HOJA DE ESPECIFICACIONES

(PRESSURE SAFETY (RELIEF) VALVES)
 SPECIFICATION SHEET

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA	GENERALIDADES (GENERAL)					
	1	TIPO ASIENTO (SEAT TYPE)				
	2	TIPO DISEÑO (DESIGN TYPE)				
	3	BONETE (BONNET)				
	4	No. IDENTIFICACION (TAG Nº)				
	5	No. LINEA O EQUIPO (LINE OR EQUIPMENT No.)				
	CUERPO (BODY)					
	6	MATERIAL				
	7	ENTRADA (SIZE INLET) | SALIDA (OUTLET)				
	8	LIBRAJE BRIDA-ASA (FLANGE RATING-ASA)				
	9	TIPO DE CARA (TYPE FACING)				
	10	ORIFICIO (ORIFICE DESIGNATION)				
	MATERIAL INTERIORES (TRIM MATERIAL)					
	11	ASIENTO Y DISCO (SEAT & DISC)				
	12	GUÍA Y ANILLO(S) (GUIDE & RING(S))				
	13	RESORTE (SPRING)				
	14					
	ACCESORIOS (ACCESSORIES)					
	15	CAPUCHA SIN PALANCA (CAP & NO LEVER)				
	16	PALANCA (LEVER PLAIN) | EMPACADA (PACKED)				
	17	MORDAZA (GAG)				
	18	OTRO (OTHER)				
	BASES DE SELECCION (BASIS OF SELECTION)					
	19	CODIGO (CODE)				
	20	FUEGO (FIRE)				
	21	OTRO (OTHER)				
	CONDICIONES DE SERVICIO (SERVICE CONDITIONS)					
	22	FLUIDO (FLUID)				
	23	CAPACIDAD REQ Y UNIDADES (REQUIRED CAPACITY & UNITS)				
	24	PESO MOL. O DEMS. REL. @ T.F. (MOL. WT. OR SP. GR. @ F.T.)				
	25	VISCOSIDAD @ T.F. (VISCOSITY @ F.T.)				
	26	PRES. — PSIG. NORM. | RELEVO (RELIEVING)				
	27	TEMP. °F. NORM. | RELEVO (RELIEVING)				
	28	CONTRA PRESION CONSTANTE (CONSTANT BACK PRESSURE)				
	29	CONTRA PRESION DESARROLLADA (DEVELOPED BACK PRESS)				
	30	PRESION DE AJUSTE DEL RESORTE (SPRING SET PRESSURE)				
31	SOBRE PRESION — % (OVERPRESSURE — %)					
32						
33						
AREA DE ORIFICIO (ORIFICE AREA)						
34	CALCULADA PLQ^2 (CALCULATED SQ. IN.)					
35	SELECCIONADA PLQ^2 (SELECTED SQ. IN.)					
36	No. MOD. FAB. (MANUFACTURER'S MODEL Nº)					
NOTAS (NOTES)						

INSTRUCTIVO DE LLENADO DE HOJAS DE ESPECIFICACION DE
VALVULAS DE SEGURIDAD

1. - Tipo de Asiento

Full Nozzle: Cualquier servicio
Semi Nozzle: Bajas presiones hasta $400 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ si es desde
F hasta P ó 250 psi para Q y R

Tipo convencional todos para orificios D y E no se utiliza TEMP -
MAX 450° F. Material de construcción de la brida; fierro fundido.

Modified Nozzle: En válvulas roscadas.

2. - Tipo de diseño.

Convencional: Contrapresión cte. que no exceda del 10% de la -
SET PRESSURE.

Balanceda: Contrapresión no cte. contrapresión $< 40\%$ de relevo.

3. - Bonete: Closed (todos los casos)

: Open (vapor de agua)

6. - Material Carbon Steel: Top = -20° F \longrightarrow 800° F Fluído no corro-
sivo C- 1/2 Mo (Ac. al cargon - 1/2 Molib)

3 1/2 Ni: Top = -21 \longrightarrow -150° F

ASTM A351: -151° F \longrightarrow -450° F

MATER. ESP.: ESA-182 ó Monel ó Hastel loye, etc.
para corrosivos.

* Para el caso de expansión Term. en camb. de calor el material será
Stainless Stell.

7. - Entrada/Salida

Diámetro de entrada (nominal) en pulgadas
 Diámetro de salida (nominal) en pulgadas
 En expansión térmica: 3/4 x 1" entendiéndose que
 las conexiones son male-female.

8. - Se indicará el libraje de las conexiones de entrada y salida los cuales deberán coincidir con los de la línea o equipo. En válvulas roscadas no se indica nada.

9. - Tipo de cara RF (cara realzada)
 RJ (junta de anillo)

de acuerdo a la línea de entrada ó salida.

10. - Se indicará la letra del diámetro del orificio los cuales existen desde la letra D a la T, tanto para válvulas convencionales como para las balanceadas.

A, B, C y X Convencionales roscadas.

MATERIAL INTER.

11. - Asiento y disco

Se puede anotar STD. MFR. que indica generalmente acero inoxidable que es para la mayoría de los servicios y temperatura o bien un material específico (Mond, Hastelloc) si es corrosivo.

12. - Guía y anillos

STD MFR ó s.s. (igual No. 11)

13. - Resorte (generalmente acero al carbón o tungsteno) ver CONSOLIDATED.

- 151	A	-400	SS	316
-76	A	-150	SS	316
-21	A	-75	SS	
-20	A	-450 ⁰	CS	
450	A	800	Alloy Steel	

Además hay INCONEL ó Hastelloyc para casos especiales

ACCES.

15. - Capucha sin palanca YES para todos los casos incluyendo agua, excepto servicios:

Vapor	}	sólo una raya
Aire		

16. - Palanca / Empacada

Yes en caso de vapor, aire
Yes (empacada) si es corrosivo o tóxico

17. - Mordaza (con una raya)

18. - Cualquier acc. especial

19. - BASES SELECCION. Se indicará siempre ASME-API

20. - Fuego (yes) si es el caso

21. - La causa de relevo

22. - Fluído: Si es puro etano, vapor, etc.

Mezcla: H.C. Vapor
1 : H.C. Líquido

23. - Flujo en lb/hr (gases o vapores)

GPM (líg.)

En el caso de valv. por expansión térmica MIN. FLOW

24. - PM ó Sp. Gr. a TEMP. de relevo

gases o vapores	-----	PM
líquidos		Sp. Gr.

25. - Viscosidad a Temp. relevo.

líquidos exclusivamente en centipoises
para expansión térmica no

26. - Presión normal/presión relevo
Se indicará la presión normal de operación del equipo o línea

Se indicará la presión de relevo que será igual a la presión de diseño del equipo o la menor si se protegen varios equipos.
27. - Tem. Normal/relevo
Temperatura Normal de operación en equipo ó línea y la de relevo como es sabido al aumentar la presión aumenta la temperatura y ésta se puede suponer: $T_{rel} = T_{op} + 35^{\circ} F$. En caso de fuego es necesario de terminar la temperatura de relevo.
28. - Si en el cabezal de relevo la contrapresión de relevo es constante, se indicará en este rengló en psig.
Esto aplica cuando el sistema de relevo está conectado a otro sistema de baja presión cuando no es así, se puede indicar 2 psi, como contrapresión cte. O psi para válvulas de expansión térmica que descargan a la atm.
29. - Contrapresión Desarrollada
Se indicará la presión que resulte en el lado de la descarga de la válvula como resultado del flujo después de la apertura.
30. - Presión de ajuste del resorte.
Se indicará la presión de relevo (la presión a la que debe abrir la válvula)
31. - Sobrepresión
3% para equipos diseñados bajo código ASME Sec. I
10% para equipos diseñados bajo código ASME Sec. VIII
20% fuego
25% Líquidos
32. - Area del orificio
Calculada (in^2)
33. - Seleccionada (debe ser mayor que la calculada)
34. - En blanco.

C. - Dimensionamiento de Discos de Ruptura

El dimensionamiento de los discos de ruptura se pueden calcular con nomogramas que se basan sobre ecuaciones para líquidos, gases y vapores.

Corrientes líquidas. - el nomograma de la Fig. 3.6 se refiere a sistemas líquidos y la fórmula se basa en fluidos incomprensibles a través del disco de ruptura. Se supone un coeficiente de descarga de 0.72 y se desprecia el flujo de la corriente arriba.

$$L = \frac{23.1 (11/4) d^2 P}{\sqrt{S_g}}$$

Corrientes Gaseosas. - El nomograma de la Fig. 3.7 - se refiere a sistemas de gases para fluidos incomprensibles. La presión corriente abajo es menor que la presión de flujo crítico (aproximadamente 0.5) y se desprecia el flujo de la corriente arriba.

$$Q_s = 11.4 P_1 (11/4) d^2 \left[\frac{460 + t}{520} \right] M/29$$

Sistema de Vapor. - la nomografía de la Fig. 3.8 se refiere a sistemas de vapor. Se basa en la fórmula empírica de Naipers - para flujo de vapor supone un coeficientes de descarga C de 0.62.

Vapor Sobrecalentado:

$$W_1 (110\,000 \text{ } 65D) = \left[C (11/4) d^2 P_1 \right] / 70$$

Vapor Saturado:

$$W_1 = \left[C (11/4) d^2 P_1 \right] / 70$$

Vapor Húmedo:

$$W_1 (1 - 0.012) = \left[C (11/4) d^2 P_1 \right] / 70$$

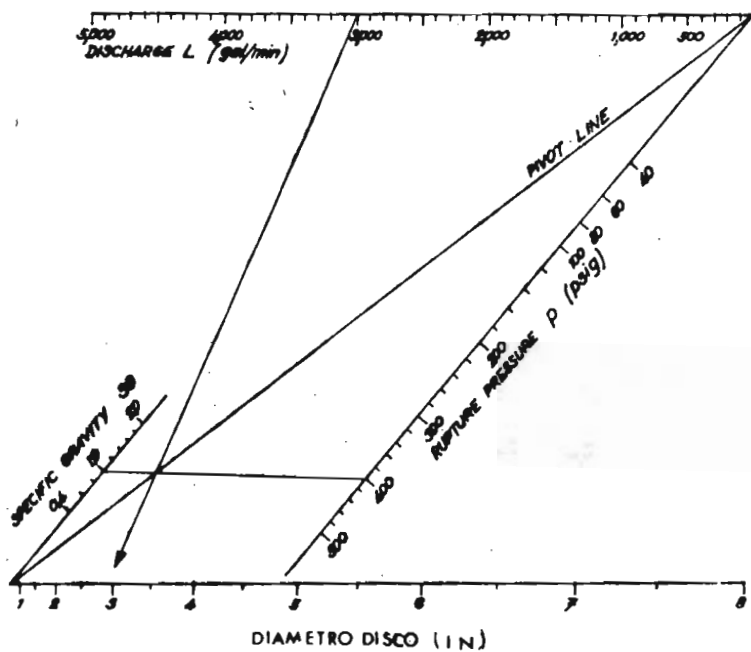


FIG.3.6 NOMOGRAMA PARA ENCONTRAR EL TAMAÑO DE DISCOS DE RUPTURA EN SISTEMAS LIQUIDOS

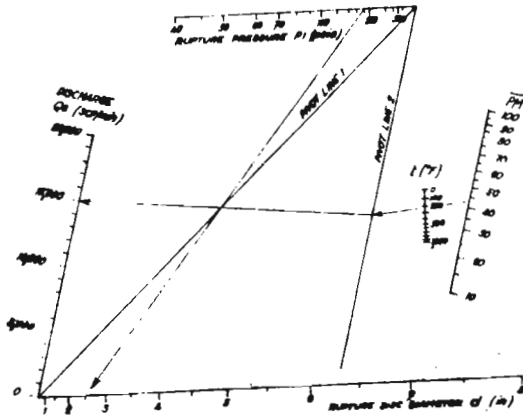


FIG. 3.7 NOMOGRAMA PARA CALCULAR EL TAMAÑO DE DISCOS DE RUPTURA EN SISTEMAS DE GASES

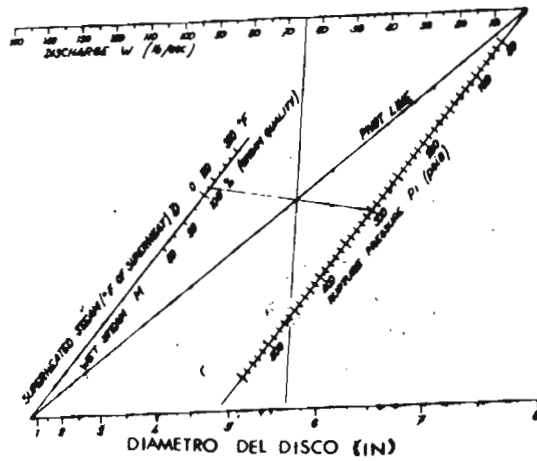


FIG. 3.8 NOMOGRAMA PARA ENCONTRAR EL TAMAÑO DE DISCOS DE RUPTURA EN SISTEMAS DE VAPOR

D. -RECIPIENTES DE DESFOGUE

Los criterios para el dimensionamiento y selección de recipientes de desfogue son en su mayoría, extraídos del API, ASME y artículos de reciente publicación.

Nuestra atención se enfocará a los recipientes de desfogue húmedo y seco, debido a que en el relevo pueden presentarse casos en que se manejen vapores y líquidos, además de que estén sujetos a presiones diferente, es por esto que normalmente se colocan cabezales para servicio húmedo y seco.

El diseño se basa en consideraciones básicas que se tratarán a continuación:

a) El volúmen total del recipiente ó tanque debe ser suficientemente capaz de almacenar una cantidad específica de líquido; para esto se supone que el recipiente a la mitad de su capacidad es capaz de manejar inventario de líquido, igual al volúmen de un pie cúbico por un millón de litros por año, de la capacidad del fluído.

b) Diámetro suficiente, para mantener una velocidad de vapor sumamente baja, que dé una caída de presión a la salida y a la entrada del líquido, normalmente entre dos y diez pies cúbicos por segundo.

Ahora bien dependiendo de ciertos factores se elige un recipiente vertical u horizontal; generalmente un recipiente horizontal es aquel que maneja grandes cantidades de líquido. Y un recipiente -

que maneja pequeñas cantidades de volúmen normalmente es vertical.

Estos criterios varían muy poco, presentamos a manera de resumen más adelante algunos de los criterios para el diseño de recipientes, pero antes estableceremos las especificaciones de diseño como tiempo de residencia, las relaciones L/D (longitud a diámetro) para recipientes de proceso y presión de diseño, Sintetizando el problema, de cuando se elije un recipiente horizontal ó vertical, dependerá de la relación entre la carga del líquido ó vapor.

Tiempos de residencia de líquido.

El tiempo de residencia, es el tiempo mínimo que se requiere para proporcionar una flexibilidad de operación razonable. - Este tiempo debe ser suficiente para que el personal de operación detecte y corrija la falla, en el caso de una avería en el equipo de proceso.

El tiempo entre la detección y la corrección del problema depende de la experiencia del personal que labora, así como de la complejidad del instrumento.

Los factores que aparecen en la siguiente tabla I, se utilizan para multiplicarlo por los tiempos de residencia.

Especificaciones L/D par recipientes de desfogue.

Esta relación en el caso del API, dicta que recipiente se elige, si es horizontal ó vertical, sin embargo este valor está afec

tado por otros factores.

En términos generales el valor L/D esta limitado por el plano de localización general y consideraciones del proceso; también entra dentro del balance los tiempos de residencia de líquido, áreas de vapor y velocidades de asentamiento; de estas variables se dictará la forma de el recipiente.

No se aconseja por problemas de mantenimiento operar recipientes con diámetros inferiores a 2 pies.

Las relaciones óptimas L/D no tienen tanto significado en el caso de recipientes con internos complejos, como lo tienen para recipientes más complejos.

Ahora bien las consideraciones de costos dictan una relación óptima en recipientes de desfogue; ya que la reducción de costos involucra una economía en el proceso, es preciso analizar criterios que permitan en un determinado caso, minimizar el costo del diseño.

TABLA I

<u>PERSONAL</u>	<u>FACTOR</u>	<u>INSTRUMENTACION</u>	<u>FACTOR</u>
EXPERIMENTADO	1.0	BIEN INSTRUMENTADO	1.0
BIEN ENTRENADO	1.2	INSTRUMENTACION NORMAL	1.2
SIN EXPERIENCIA	1.5	POBREMENTE INSTRUMENTA DO.	1.5

Para longitudes mayores, el criterio se ajusta a la longitud que se pueda obtener por combinaciones de placas comerciales, por

ejemplo: si se tiene una longitud de 2083 mm. (6'10") lo aconsejable - es ajustar a 2438 mm. (8'0").

Si se fijara en 2134 mm., el fabricante cobraría más caro el recipiente, puesto que su costo incluiría la placa de 2438 mm. (8'0") y el trabajo del corte de dicha placa, así como de hacerle el - bisel a la placa resultante de 2134 mm. (7'0"); las placas comercia- les ya vienen biseladas.

NIVELES DE LIQUIDO

El nivel normal se considerará al 60% entre el nivel máximo y nivel mínimo.

En caso de que se instale alarma por alto nivel, esta se colocará al 80% entre el nivel mínimo y el nivel máximo. La alar- ma por nivel bajo se colocaría al 25% entre el nivel mínimo y el nivel máximo.

PRESIONES DE DISEÑO

Cuando la presión de operación es superior a la atmos- férica, la presión de diseño será equivalente a la máxima presión de - operación en el recipiente más un 10% ó 28.44lb/in² de sobrediseño, - empleándose el valor que resulte mayor. Si el valor de la presión del líquido, corresponde a la temperatura más alta que se reporta, se toma- mará en cuenta si está por arriba de los valores anteriores, y se consi- deraran presiones de diseño igual a la presión de vapor para esa tempe- ratura; es un poco más de 30 lb/in² ó 10% de sobrediseño. Para estos

casos se recomienda el valor que resulte mayor.

Cuando la presión de operación es inferior a la presión atmosférica, se elige como condiciones de diseño el vacío total. -

Presiones de operación atmosféricas. En este caso no se considerará un sobrediseño sobre dicha presión para equipos que operen a tales condiciones.

A continuación se presentan criterios para la selección y tamaño de recipientes de tanques horizontales y verticales.:

Criterio de API-RP 521 para recipientes.

Generalmente es un ensayo de prueba y error, primero se determina el tamaño del recipiente requerido para una separación. - Las partículas de líquido se separan cuando el tiempo de residencia del vapor ó gas es igual, ó más grande que el tiempo requerido para recorrer la altura vertical que se utiliza en la velocidad de caída de las partículas de líquido, y la velocidad del gas en posición vertical, que debe ser suficientemente baja para permitir la caída del líquido, Esta altura vertical normalmente se toma en cuenta, como la distancia desde la superficie de el líquido, la velocidad vertical del vapor y gas debe ser suficientemente baja, con el objeto de prevenir inundaciones de líquido que entra al quemador. De aquí que el quemador puede manejar gastos pequeños de líquido, la velocidad vertical permitible en el recipiente se basa en que, necesariamente se separan gotas de 150 micras.

La velocidad de caída de la gota de una corriente es:

$$u_d = 1.15 \sqrt{\frac{gD(d_l - d_v)}{C dv}}$$

Donde u_d = Velocidad de caída, en pies por segundo.
 g = Aceleración debida a la gravedad

D = Diámetro de partícula (150 micras)
 d_l = Densidad de líquido en lb/ft^3

d_v = Densidad de vapor en lb/ft^3
 C = Coeficiente de arrastre, Fig. (3.9)

De esta manera la ecuación para la velocidad de caída de la gota es:

$$u_d = 0.145 \sqrt{\frac{d_l - d_v}{d_v - C}} \quad (1)$$

Esta ecuación básica se acepta generalmente para todas las formas de separaciones.

El primer paso es determinar el valor de C :

$$C(\text{Re})^2 = \frac{119 \times 10^{-4} (d_v) (d_l - d_v)}{\mu^2}$$

μ = viscosidad del gas, en centipois.

con el valor calculado de $C(\text{Re})^2$, se encuentra el valor de C en la Fig. (3.9)

Segundo paso: se calcula la velocidad de la gota con la ecuación (1)

Tercer Paso: área total.

$$A_t = \frac{\pi D^2}{4}$$

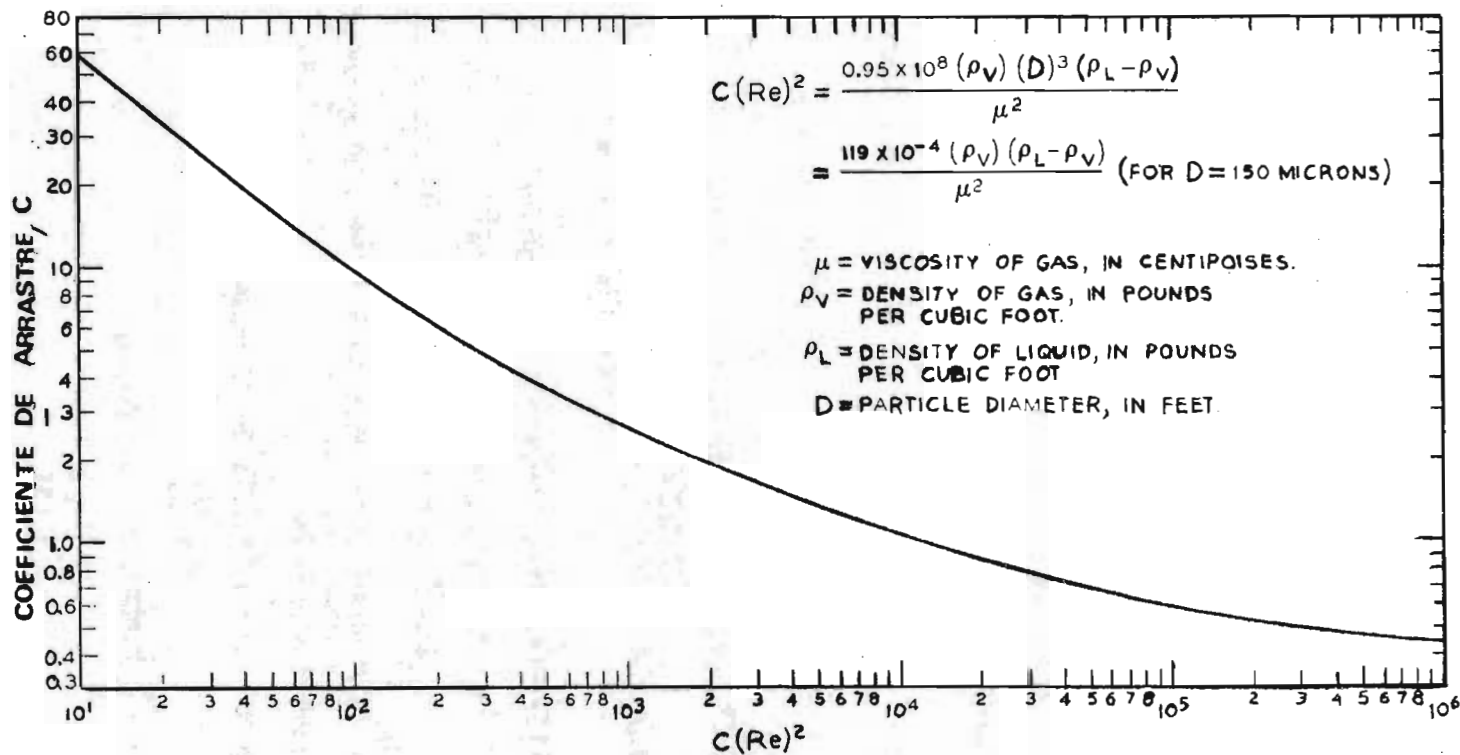


FIG.3.9 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE ARRASTRE

para esta relación se debe suponer el valor de el diámetro interno. En base a el valor asignado a D, se encuentra el valor de H:

$$H = 0.025 D \text{ (pulg.)}$$

Si $AL = \frac{Q_l \Theta_R}{D^2}$ determina el valor de H/D

rearrreglando en función de H (ó L)

$$AL = \frac{Q_l \Theta_R}{L^2}$$

El area para el espacio vapor:

$$A_v = A_t - AL$$

Cuarto paso: Altura vertical utilizada para la caída de la gota.

$$H_{gota} = D - \text{LONGITUD OCUPADA DE LIQUIDO}$$

Quinto paso: Tiempo de caída de la gota.

$$\Theta = \frac{H_{gota}}{V_{gota}}$$

Sexto paso: Velocidad de vapor.

$$V = \frac{Q_v}{A_v}$$

Séptimo paso: Longitud requerida por el recipiente.

$$L = \text{Tiempo de caída} \times \text{vel. de vapor.}$$

Si este valor se aproxima se acepta, en caso contrario se vuelve a su poner un nuevo valor de D.

Octavo paso: Area transversal del recipiente.

$$A = \frac{Q_v}{U_d}$$

Noveno paso: diámetro de el recipiente.

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}}$$

TANQUE DE SELLO.

Para el tamaño de un tanque de sello, la contrapresión máxima de salida en el venteo del cabezal debe ser determinada, debido a que la contrapresión estara ajustada a una distancia máxima (h), que es la tubería que se sumerge. La relación de la tubería con respecto a el área seccional de entrada y el área libre de el recipiente para el flujo de gas superior a el líquido; debe ser al menos menor; una relación de 1 ó 3, esto es previniendo purgas de flujo de gas al quemador.

El área para el gas arriba de la superficie liquida tiene que ser igual, por lo menos al de un círculo de diámetro D, igual a d, - donde d es diámetro de la tubería de entrada.

Para un tanque ó recipiente el área interna:

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

Y la tubería de entrada.

$$a = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\text{El área anular es } = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

Si la relación que se sigue es de 1 a 3,

$$(D^2 - d^2) = 3 d^2$$

La altura H, de el espacio vapor en un tanque de sello vertical es aproximadamente 2 ó 3 D.

Para recipientes acumuladores con producto líquido
ó vapor.

Calcúlese el volúmen.

$$1o. \quad VR = QI - \theta_R$$

$$2o. \quad \text{Volúmen total:} \quad VT = 2.3 VR$$

$$VT = 0.785 D^2 L$$

3o. Suponer un valor de L/D

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

$L = K \times D$ sustituyendo en la ecuación

$$VT = 0.785 K D^3$$

4o. Diámetro de el recipiente:

$$D^3 = \frac{V T}{0.785 K}$$

Las condiciones de diseño en este caso son las siguientes.:

$$P_1 = Pop + 10 \% Pop$$

$$P_2 = Pop + 30 \text{ lb/in}^2$$

De estos dos criterios se selecciona el valor que resulta superior.

El espacio mínimo de vapor en un tanque horizontal es igual al 20% de el diámetro ó bien 12". Para un tanque vertical, el espacio de vapor es al menos 1.5 veces el diámetro con 6 pulgadas siendo el mínimo desde el tope de el orificio de entrada.

Para el cálculo de los orificios de entrada se utilizan los siguientes criterios:

$$(V \text{ max.}) \text{ Orificio} = 100 / \text{mezcla} \quad \text{FT/SEG.}$$

$$(V \text{ min.}) \text{ Orificio} = 60 / \text{mezcla} \quad \text{FT/SEG.}$$

$$\text{Si, velocidad} = \frac{D}{t} ; L = \text{Vel. } t$$

$$\text{y } VOL = \frac{L \pi D^2}{4} \quad \text{de donde,}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 VOL}{\pi L}}$$

TANQUE SECO HORIZONTAL

El valor estimativo de $KV = 0.45$, a partir de este valor se calcula la velocidad de diseño:

$$Vd = K \sqrt{\frac{d_l - d_g}{d_g}} \quad \text{FT/SEG. (Alrededor de 2 y 10)}$$

$$A = \frac{Q}{V} \quad \text{FT}^2 \text{ con el valor de A se calcula D}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad D = \sqrt{\frac{A}{0.785}}$$

El valor de $L/D = 2 \text{ ó } 3$

En este cálculo el diámetro deberá mantener la velocidad baja.

Para el tanque vertical el valor de $KV = 0.40$

Otra alternativa para dimensionar recipientes es la reportada por el grupo ó CIA de diseño LUMMUS, y es por aproximación

de niveles Fig. (3.10) esta alternativa es cuando los valores resultantes de longitud son muy altos, los cálculos son semejantes a los anteriores hasta llegar al cálculo de el diámetro utilizando los valores de KV para tanques verticales u horizontales. Fig. (3.11)

$$\text{Longitud ocupada por el líquido} = \frac{VI}{A}$$

$$VI = QL \times \Theta$$

$$RN = \text{Diámetro boquilla} + 24 \text{ pulgadas.}$$

El diámetro máximo es el reportado por el programa de computadora.

La secuencia de cálculo para los tanques horizontal y vertical reportados por EVANS se muestra a continuación:

TANQUE VERTICAL

1. - Para el cálculo de el gasto líquido se toma un factor de diseño, propio para cada planta.

$$wl = f \times \dot{w}$$

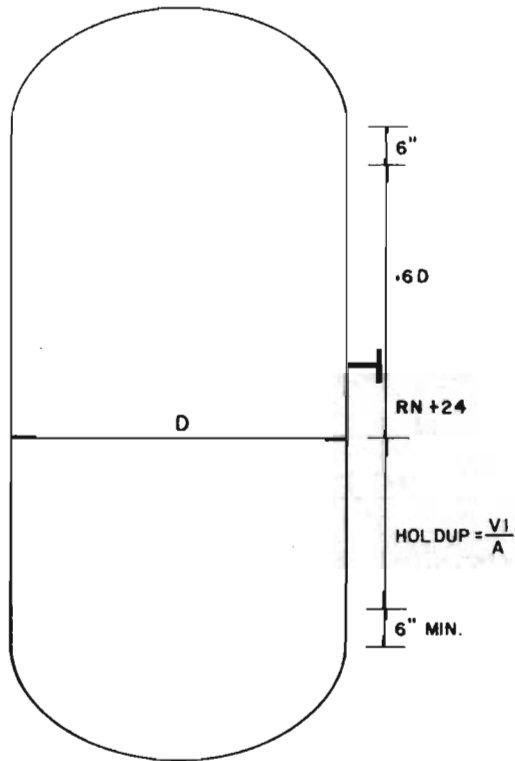
2. - Cálculo del factor de separación líquido vapor.

$$f = wl / wv \sqrt{\frac{dv}{dl}}$$

3. - De la fig. (3.11) se encuentra la velocidad de diseño del vapor KV, y con ello se calcula la máxima velocidad de vapor:

$$(V v) \text{ max.} = KV \sqrt{(dl - dv) / dv}$$

4. - Cálculo del área de succión transversal.



$$HOLDUP = \frac{V1}{A} \quad V1 = Q1 \times \theta r$$

$RN = \text{DIAMETRO BOQUILLA} + 24''$

EL DIAMETRO MAXIMO ES EL REPORTADO POR EL PROGRAMA DE COMPUTADORA

FIG. 3.10 TANQUE VERTICAL SIN MALLA

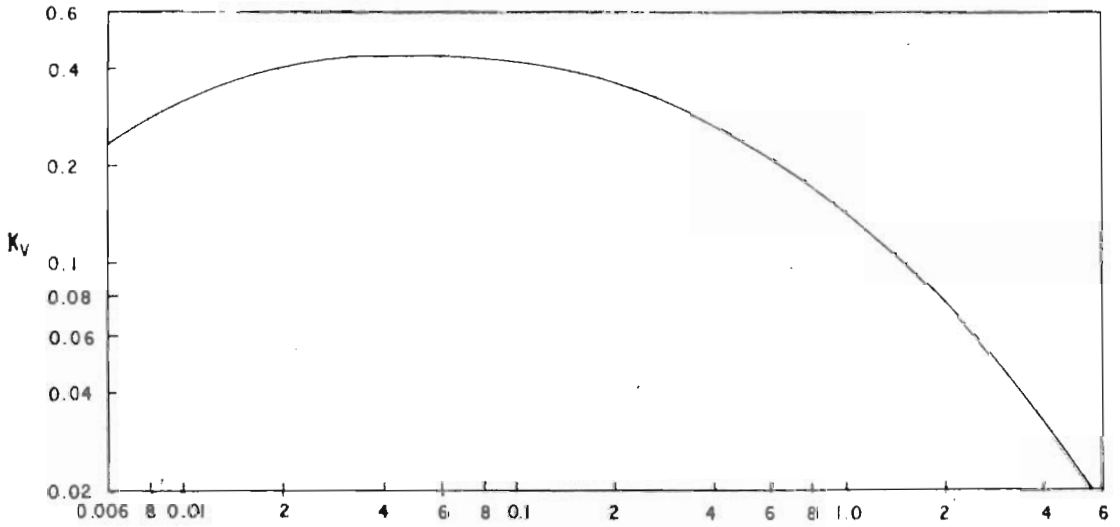


FIG. 3-11 $f = WL/VW \sqrt{dv/dt}$

$$A_{\min} = Q_v / (V v)_{\max}$$

5. - Se ajusta el diámetro del recipiente basado sobre incrementos de seis pulgadas.

$$D_{\min} = \sqrt{4 A_{\min} / \pi}$$

6. - Se hace una aproximación de los orificios de entrada para el vapor y el líquido, basados sobre los siguientes criterios.

$$(v_{\min})_o = 60 \sqrt{Q_{\text{MEZCLA}}}$$

$$(v_{\max})_o = 100 \sqrt{Q_{\text{MEZCLA}}}$$

7. - Se hace una preliminar.

8. - De la tabla (2 y 3) se selecciona el volumen adecuado de carga total en segundos, y se calcula el volumen de el recipiente requerido.

$$V = Q_1 / e_R$$

T A B L A 2

CRITERIOS DE DISEÑO PARA ACUMULADORES DE REFLUJO EN TANQUES DE DESTILACION

Operación	MINUTA				
	Factor de Instrumento	Factor de labor			
	W/ Alarma	W/O Alarma	Buena	Regular	Pobre
FRC	/2	-	2	3	4
FRC	-	/2	2	3	4
FRC	/2	2	2	3	4

Este diseño representa adecuado volumen y actualmente es algo gordo. En situaciones competitivas altas estas son recomendadas, que los factores de labor se corten por 50%.

T A B L A 3

FACTORES DE OPERACION PARA UNIONES
EXTERNAS.

<u>Características de operación</u>	<u>Factor.</u>
Debajo de buen control.....	2.0
Debajo de regular control.....	3.0
Debajo de pobre control	4.0
Alimentación para almacenaje.....	.25

Entonces la longitud del recipiente es:

$$H_L = v(4/\pi D^2)$$

9.- En esta etapa se checa la geometría, que debe es
tar entre tres y cinco. $(H_L + H_V)/D$

Para volúmenes de líquido, será necesario prevenir -
un volúmen mayor del líquido del que es necesario, para satisfacer la
relación $L/D > 3$.

Por otro lado se observa otro criterio.

Si el volúmen de líquido requerido es más grande que
el factible, en un tanque teniendo una relación $L/D > 5$, se decide por
un tanque horizontal.

TANQUE HORIZONTAL

1.- Se hace el primer cálculo:

$$(w/w_v) \sqrt{\rho_v/\rho_l}$$

2.- Con la ayuda de la Fig. (3.11)

$$K_H = 1.25 K_V$$

3.- Se obtiene una velocidad máxima.

$$(V_V)_{MAX} = K_H \sqrt{(\rho_l - \rho_v)/\rho_v}$$

4. - Area del flujo de vapor.

$$(A_V)_{MIN} = Q_V (V_V)_{MAX}$$

5. - De la tabla (I), se selecciona el tiempo de residencia y se calcula para un total en el volúmen del líquido. El resto para determinar el tamaño, se hace por un ensayo de prueba y error, con las siguientes etapas.

6. - Cuando el recipiente está lleno.

$$(A_{TOTAL})_{MIN} = (A_V)_{MIN} / 0.2 \quad ; \quad D_{MIN} = \sqrt{4(A_{TOTAL})_{MIN} / \pi}$$

7. - Longitud del recipiente.

$$L = \frac{\text{líquido (totalmente lleno)}}{(\pi/4) D^2}$$

$D = D_{MIN}$ ó el más cercano a 6 pulgadas.

8. - Si $5 < (L/D) < 3$, se recalcula.

E. - QUEMADORES.

Los sistemas de quemadores de que se disponen para vapores consisten en quemadores de chimenea elevados y quemadores de campo o de tierra.

El tipo comunmente utilizado es el quemador de chimenea elevado, aunque ambos sistemas de quemadores son discutidos en esta sección, el énfasis está situado sobre el diseño práctico de quemadores de chimenea elevado. La Fig. 3.12 muestra un quemador de tipo

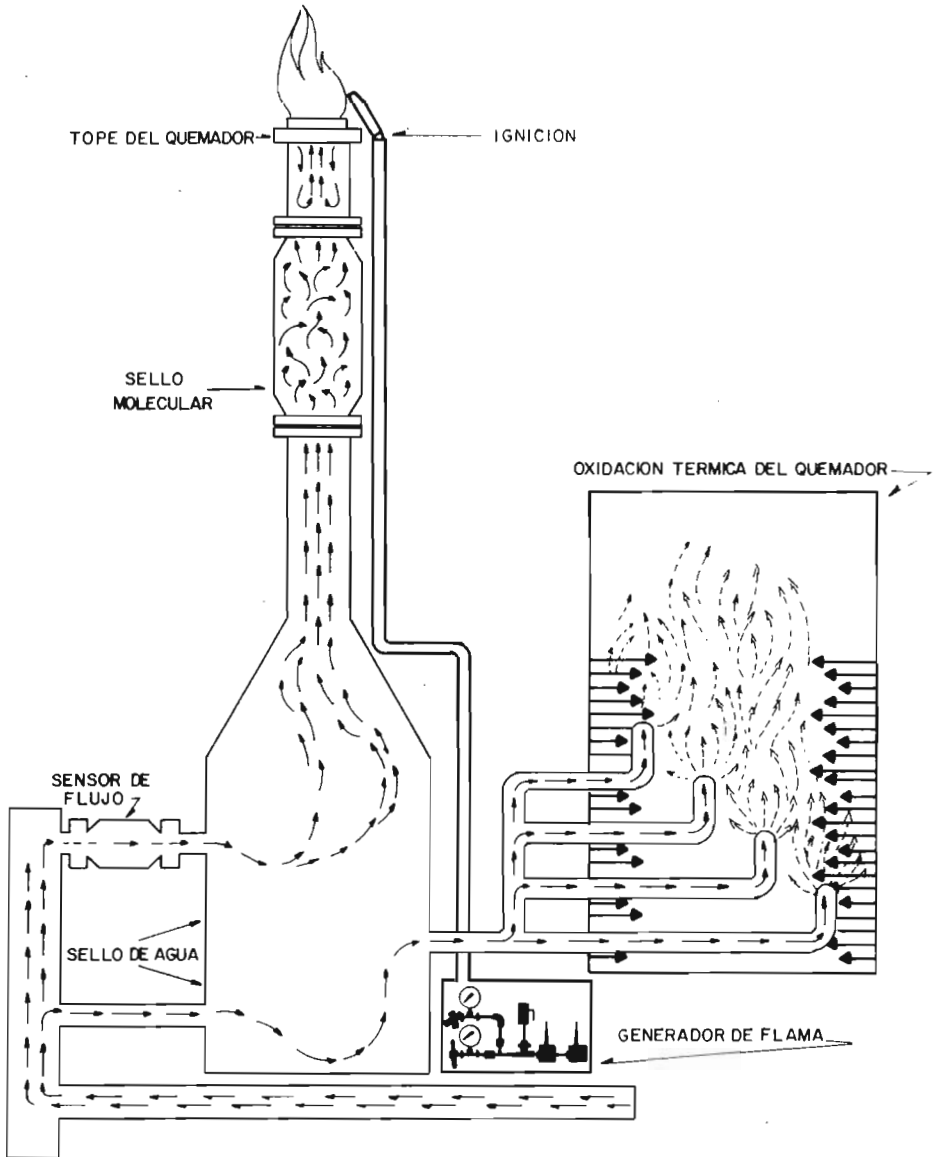


FIG.3.12 QUEMADOR TIPO ELEVADO

elevado.

Quemadores de Chimenea Elevado. - Equipo principal.

El sistema consistirá de una tubería elevada, la estructura del soporte, extinguidor de vapor y auxiliares tales como selladura (líquido ó molecular). Encendedor y piloto de combustión.

Son tres los tipos de quemadores:

De soporte
De retención
De tipo torre

El primer tipo se diseña para que la elevación de la tubería del quemador sea también la estructura soporte de el extremo de el quemador.

Esto se utiliza cuando el área mínima es aprovechable ó cuando las condiciones del terreno son pobres.

Guía de Diseño.

Un guía simplificada se ofrece en la siguiente secuencia, el cual trata en forma resumida la información existente sobre quemadores:

1. - Diámetro del quemador, el cual utiliza la siguiente ecuación:

$$d^2 = \frac{W}{1370} \sqrt{\frac{I}{M}}$$

Esta ecuación está basada sobre una velocidad de salida, del número de Match igual a 0.2 y previene a la flama de una descarga.

Sin embargo, el diseño en este extremo se conoce, y

es aceptable basarse sobre números de match arriba de 0.4.

Altura y localización de el quemador. - La selección sobre la altura y localización de el quemador se hará sobre la base de brindar seguridad para el personal de operación y el equipo.

En la consideración para venteo automático, puede -- también influir la distancia a el quemador y puede ser localizado desde áreas venteadas.

Los quemadores serán localizados en áreas las cuales esten sobre el lado de sotavento y cambiados de zona de trafico y operación. La intensidad del calor calculado el cual se desarrolla durante relevos de emergencia de vapores (flamables) no podrá exceder lo siguiente:

1 500 BTU/Hr/ft por persona y

3 000 BTU/Hr/ft por equipo.

Estas cantidades no incluyen la radiación solar.

300 BTU/Hr/ft.

En los límites de los niveles de radiación no se debe exceder los siguientes valores:

440 BTU/Hr/ft para personal

3000 BTU/Hr/ft para equipo.

Secuencia de cálculo:

a) Determinar el calor generado por la flama:

$$Q=20\ 000\ W$$

b) Determinar la altura de la flama:

$$H = \frac{L^{120d} \left(L^2 + \frac{0.4Q}{9420} \right)}{2} - L$$

c) Determinar el límite de la distancia radial de el centro de la flama.

$$R_d^2 = \frac{0.4 Q}{37\ 700}$$

$$r^2 = R_d^2 - H(H+L)$$

Los cálculos se harán sobre la condición de una operación continua de combustión, para este caso, el quemador puede ser capaz de manejar 40% de la carga de el compresor utilizando un límite humano de 440 BTU/Hr/ft sobre los linderos ó lineamientos.

La altura final del quemador está gobernada por una de las siguientes tres condiciones:

- Una continua combustión durante la operación.
- Combustión máxima intermitente durante el proceso propuesto.
- Venteo atmosférico de la dispersión de gases.

Quemadores de Tierra. -

Los quemadores de tierra abiertos se utilizan normalmente en áreas, donde las relaciones con el público hacen importante reducir la visibilidad de la flama. El quemador de tierra es normalmente más complejo para construirse que el quemador elevado; pero tiene la ventaja de que es silencioso y que no tiene una luminosidad apreciable y requiere menor vapor para una combustión sin humo.

A continuación se mencionan dos tipos de quemadores de tierra:

a) El tipo que utiliza espreas de agua para dispersar la combustión de gases. Este tipo se puede utilizar, cuando hay espacios abiertos y se cuenta con un adecuado suministro de agua.

b) El tipo venturi el cual depende sobre la energía disponible en el gasto de gases. Mezcla la cantidad requerida de aire con los gases.

Si los gases están a una presión bastante alta, el tipo venturi puede ser utilizado con un costo de operación bajo.

En los cálculos relativos a la determinación de la altura de la chimenea, se hicieron algunas modificaciones prácticas en las relaciones que toman los efectos gobernantes, como cambios en condiciones climatológicas y la influencia de medidas topográficas.

Combustión de materiales tóxicos. - Una aproximación un poco diferente a el cálculo de la chimenea, está considerada e incluye el calor de radiación. Sin embargo el material puede ser completamente combustible a productos inocuos, esto permite una combustión incompleta en la flama del quemador y se debe suponer que permanece arriba del 16% la combustión se escapa cuando el gas está a la salida de la flama, esta cantidad de gas también se quema por el aire, el nivel de la máxima concentración nunca debe exceder el límite especial.

Las Fig. 3.13 y 3.14 son básicamente para cálculos de chimenea pero se han adaptado para utilizarse en quemadores y proveen un estimado de g. l. c.

La fig. 3.13 indica la elevación de la columna de gas para un calor suministrado de relevo, la temperatura de los gases de salida esta relacionada a la velocidad del gas; además permite conocer la velocidad del flujo gas, suponiendo aire en exceso. Los errores involu-

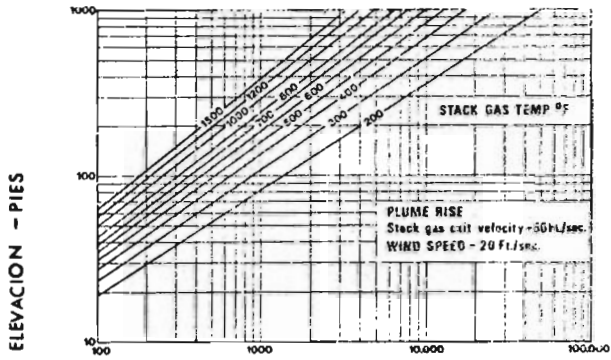


FIG.3,13 VELOCIDAD DE EMISION DE LA CHIMENEA

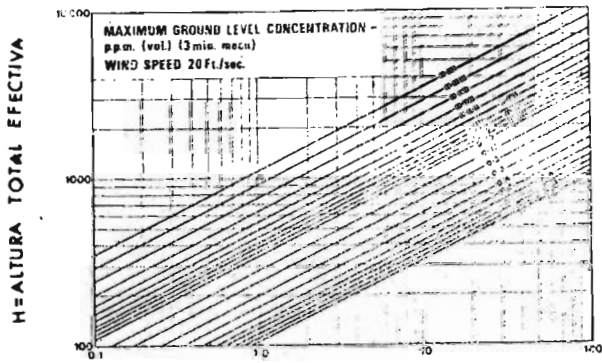


FIG.3,14 VELOCIDAD DE EMISION DE POLUCION



crados en este tipo de cálculo son despreciables y permiten la construcción de la fig. 3.15 la cual da la elevación de la columna de gas bajo esta base, se tiene posteriormente la altura efectiva de la elevación y la subsecuente desviación de lo calculado. La solución a el problema de las contaminantes debe ser una altura razonable y entonces se recuerda que la frecuencia de emisión es normalmente más pequeña que el efluente constante de una chimenea.

El tiempo base que se utiliza para los datos en la curva anterior es de 3 minutos. Ya que las variaciones obtenidas fluctúan en un periodo grande, los analistas comerciales no dan un resultado representativo para un periodo corto.

En Inglaterra el período de tres minutos es común, pero es importante recordar que en otros lugares como Norteamérica, 20 minutos es un período normal. El tiempo base puede darse siempre con un g.l.c. el dato así calculado se ha publicado y se establece una relación aproximada entre 3 minutos y 30. Fig. 3.15

La fig. 3.16 y 3.17 para casos sin vapor es el más importante ya que aproxima la condición de la flama, sobre la máxima emisividad aparente, este dato lo proporcionan los ingenieros de campo y no debe exceder el 15% de el calor total relevado.

La fig. 3.18 y 3.19 proveen una guía rápida en la estimación de diámetros y alturas.

DETALLES DE DISEÑO. -

Hay numerosos detalles de diseño y medidas los cuales merecen una atención especial en cuanto a los sistemas de relevo.

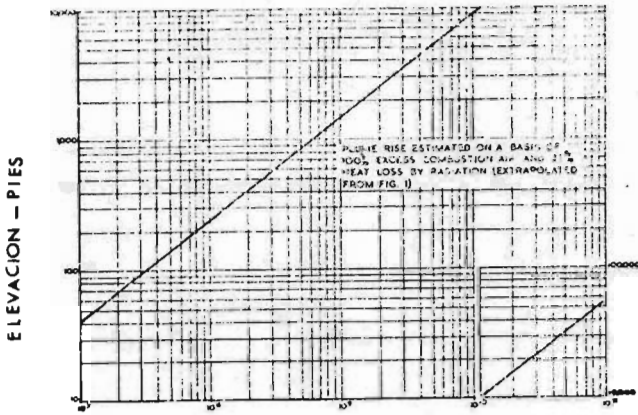


FIG.3,15 Q = CALOR RELEVADO BTU/H

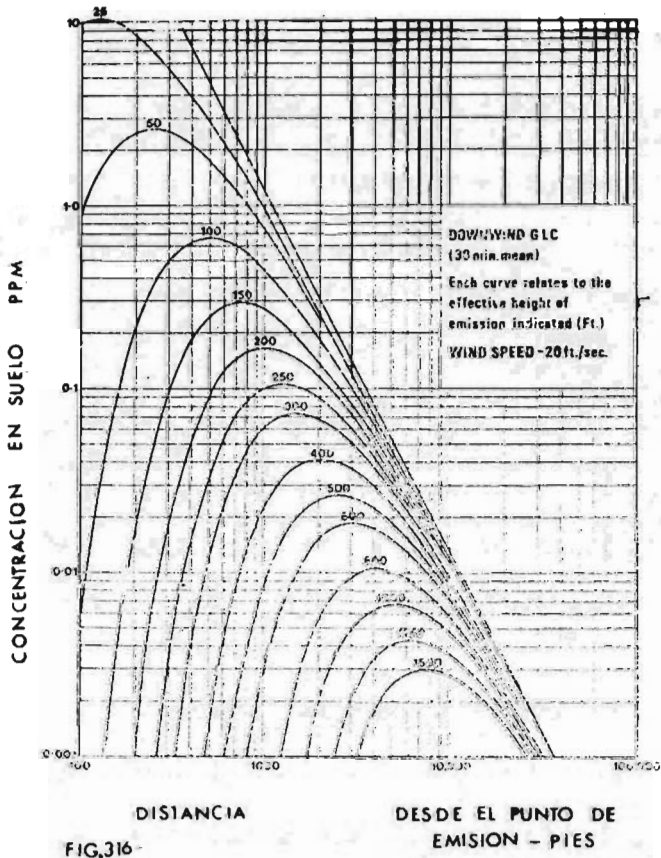


FIG.3,16

FIG. 3.17

PRUEBA DE EMISIVIDAD - PROTOTIPO FS-24

Corrida No.	Propileno Lb/Hr.	Vapor Lb/Hr.	STM/HCM	E.PROMEDIO
1	45600	17900	0.39	0.10
2	36200	16700	0.46	0.078
3	25500	12500	0.49	0.074
4	16800	7150	0.42	0.106
5	10300	3270	0.32	0.115
6	10300	-	-	0.135
7	10300	15000	1.45	0.067

NOTA:

E. decese tanto como se incremente la relación vapor/hidro-carburo.

En la corrida 7 la flama es casi transparente, característica de flama completa, donde las emisividades de CO_2 y H_2O son las únicas que contribuyen a la emisividad total.

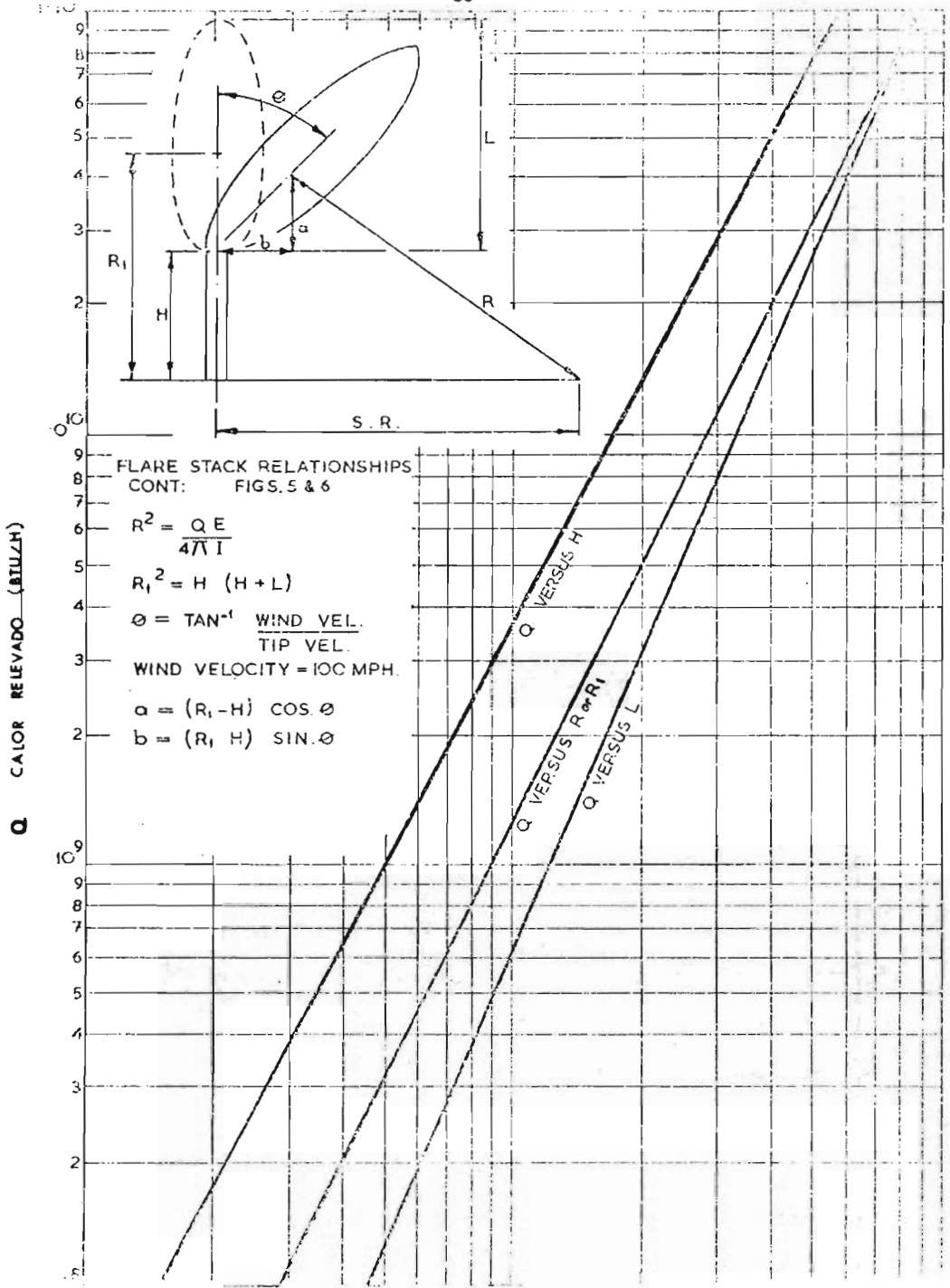


FIG-3.18 L LONGITUD DE LA FLAMA (PIES)

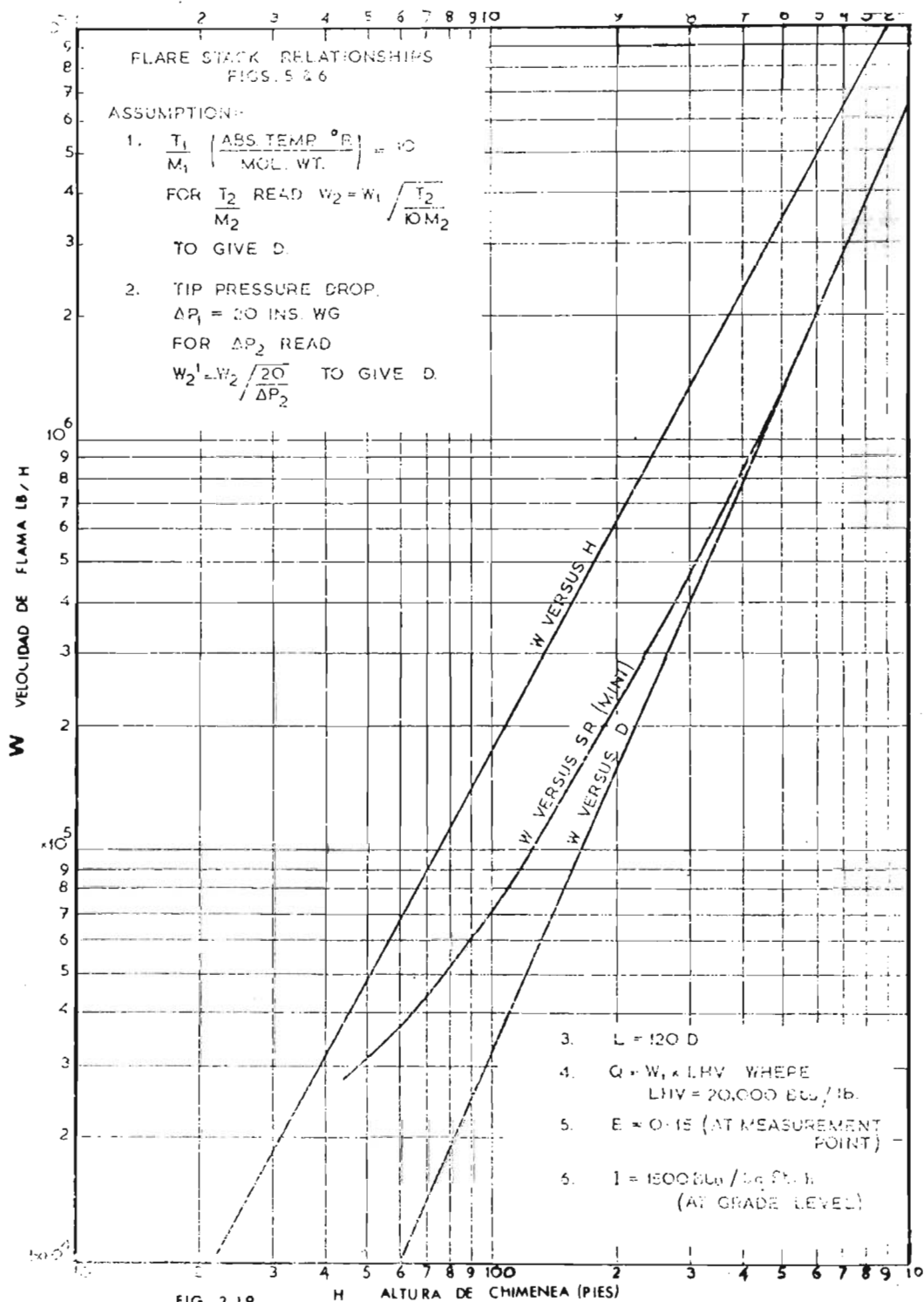


FIG. 3.19

Los cuales se mencionan en los siguientes puntos:

a) Normalmente, las laterales de los dispositivos de relevo individuales podrían entrar al cabezal desde arriba.

Esto tiende a mantener algunos líquidos que pueden fluir por el cabezal fuera de las laterales a cada válvula.

b) Los cabezales principales de las válvulas localizadas un poco más arriba se podrían drenar a el cabezal, siempre y cuando sea posible, se evita localizar una válvula de seguridad por abajo, de la elevación del cabezal en sistemas cerrados.

Las laterales de las válvulas, se localizan más abajo de el cabezal, en un arreglo con una elevación sobre el tope de el punto de entrada de el cabezal. Una válvula de drene descarga en un lugar seguro, el cual se podría instalar en el punto más bajo de dichas laterales y permitir el drene periódico de la tubería congestionada.

c) Una pendiente de 1/4 de pulgada, en 10 pies, se sugiere para todos los sistemas y cabezales, tomando en cuenta que las deflecciones de las tuberías entre soportes.

d) Cuando las válvulas se ventean individualmente a la atmósfera el orificio del drene (normalmente de media pulgada) es montado sobre el punto más bajo, hasta que no se colecte el líquido corriente abajo de la válvula.

Generalmente el flujo de vapor que pasa a través de el orificio no se considera significativo, inclusive cada caso se checa, esta en ductos que van a un sitio seguro.

Los vapores de escape de el orificio del drene se evi-

tan que choquen contra el envolvente de los recipientes.

e) Se utiliza un ángulo de entrada de cuarenta y cinco grados ó de 30° sobre los ejes de el cabezal, para laterales es más común que en otros sistemas de proceso.

Hay dos razones principales para esta aproximación; que son la caída de presión baja (incluyendo velocidad y pérdidas en el cabezal) y reacciones de fuerzas que se ven reducidas.

De aquí que en un sistema de relevo pueda determinar se el tamaño a velocidades sónicas, las pérdidas de presión causadas por el cambio de velocidad viene a ser un factor determinante en el análisis del sistema. Las velocidades altas acompañadas con las densidades de vapor significa que se pueden producir fuerzas de reacciones químicas.

ESTABLECIENDO CRITERIOS DE DISEÑO. - La magnitud de el efecto que la falla agua de enfriamiento tiene sobre un sistema de relevo se determina considerando el motor que impulsa el agua de enfriamiento circulante por medio de las bombas. Las bombas operando normalmente lo continúan haciendo al menos en alguna falla específica que afecte la potencia de el eje impulsor.

En los requisitos de un sistema de relevo se da crédito a el tiempo transcurrido, este tiempo no ha podido establecerse con rigor por el API y otras Cias. de diseño.

Un método de cálculo, que estime el tiempo ó lapso para algún sistema, cuando se presentan cambios de alguna operación de

estado continúa, a una condición de relevo se tiene como cónita. Las experiencias reportadas más bien que los métodos de cálculo indican que la acción del operador para corregir la condición de relevo requiere un período de más de treinta minutos.

Evaluación del sistema total. Las pérdidas de el medio de enfriamiento (aire ó agua) más adelante es la condición a la cual se produce la cantidad en mayor cantidad que será relevado y se pierde por la presión excesiva.

Los requisitos de relevo se ven reducidos en una forma más amplia previniendo para ello, un balance de fuerzas motrices (vapor y electricidad), en algún sistema, sustituyendo a el medio de enfriamiento.

Gas depurga y venteo. El aumento del costo de la energía ha situado un énfasis más grande, sobre reducir la cantidad de material enviado para su combustión en el quemador. Los sellos moleculares y el tope del quemador en el diseño, se han reducido significativamente con los requisitos de gas de purga, en sistemas de quemadores.

Sistemas de compresión. Son varias alternativas en el diseño de sistemas de relevo para compresoras de gas de proceso. Numerosos dispositivos pararán, un compresor de gas de proceso, como resultado, de la sobrepresión de el sistema de succión.

Así pues el sistema de relevo se diseña para manejar el total de la corriente de proceso de dichos paros.

Las corrientes de proceso que contienen vapor diluido pueden ser relevados a la atmósfera, si la mezcla no tiene, un rango ex-

plosivo.

1) CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD.

Considerando los diferentes aspectos que se presentan en la operación de una planta, nos enfocaremos a aquellos, los cuales - tienen principal interés; se presenta una lista de los puntos que influyen.

- 1.1) Presión de relevo en la tubería
- 1.2) Válvulas de seguridad sobre la tubería.
- 1.3) Instalación de válvulas de relevo.
- 1.4) Caída de presión.
- 1.5) Aumento de esfuerzos en la tubería.
- 1.6) Válvulas de bloqueo
- 1.7) Seguridad e instrumentación.
- 1.8) Transmisión de presión y control de la misma.
- 1.9) Reguladores de presión.
- 1.10) Temperatura.
- 1.11) Presión diferencial
- 1.12) Sistema de detección de vibraciones
- 1.13) Análisis del proceso.
- 1.14) Consideraciones de mantenimiento.

1.1) Presión de relevo en la tubería.

Como ya se especificó anteriormente, entran a formar parte en el diseño de un sistema de relevo las válvulas de seguridad y los discos de ruptura.

El factor de diseño debe cubrir todas las causas de relevo por mínima que esta sea con el objeto de evitar riesgos, así bien, la solución en problemas de tuberías con respecto a la presión de relevo, se basa en las experiencias al diseñar.

Mencionaremos las principales razones por las cuales en la instalación de válvulas de seguridad y discos de ruptura, se debe poner

atención:

1. - Si una línea de desfogue está abajo de el valor seguro su capacidad se verá afectada, corriente arriba y abajo.

2. - La operación para este tipo de dispositivos ofrece variaciones adversas y es precisamente en el punto en que la presión de abertura varía.

3. - En el caso de válvulas de seguridad, el escape de vapor prematuro ó cuando se encuentre hirviendo a fuego lento se puede presentar a presiones menores de la presión de diseño una vez que la válvula haya abierto, esta situación se presenta ya que la válvula no vuelve a su presión original.

4. - Para el tiempo que transcurre entre la apertura de la válvula y la descarga del fluido, se reportan fallas de tipo mecánico en la tubería.

1.2) Válvulas de seguridad sobre la tubería. -

De acuerdo al funcionamiento de una válvula de seguridad esta se instala verticalmente. Colocándola directamente sobre el orificio del recipiente ó a una distancia corta, proporcionando un flujo libre entre el recipiente y la válvula. De manera similar las válvulas de seguridad se instalan cuando se trata de proteger un sistema de tuberías tomando como base el curso del flujo.

Tienen en comun un pequeño diámetro incidente y se coloca a la entrada. La boquilla de los recipientes horizontales, cuando se usan para montar válvulas de seguridad, pueden estar conectadas co-

mo en la fig. 3.1

1.3) Instalación de válvulas de relevo. -

La entrada de la tubería en válvulas de seguridad y relevo debe ser al menos igual en el área de la conexión de la entrada.

Cuando se trata de instalar válvulas de seguridad sobre calderas, las boquillas se conectan al hervidor. Si se trata de proteger recipientes las válvulas de relevo-seguridad que protegen a recipientes pueden tener sus entradas conectadas a un cabezal común.

El área transversal de la entrada del cabezal debe ser al menos igual a la entrada que está en contacto con las válvulas. La válvula cuando se reajusta sobre un 4% del empuje; esto es, la presión de entrada; cae al 4% debajo de la presión de diseño ó ajuste, con esto el área de la tubería de entrada, es con frecuencia más grande, con respecto a el área de entrada de la válvula.

El área de la tubería de entrada debe garantizar que las pérdidas de fricción permanezcan debajo del 3% de la presión fija, previniendo a las válvulas de vibraciones.

Las vibraciones también reducen la capacidad de la válvula y pueden originar una peligrosa sobrepresión en el recipiente que se protege. El sistema de descarga de la tubería debe diseñarse para que la contrapresión no se eleve al punto, donde se afecte la capacidad de la válvula que protege al recipiente de la contrapresión; además el diseño incluye que no se debe permitir elevar el punto, donde

es posible la apertura de válvulas a bajas presiones, descargando sobre un sistema.

1.4) Caida de presión.-

El ingeniero de diseño debe estar conciente de las condiciones que debe reunir el recipiente, válvulas y tuberías de tal forma que la caída de presión entre el recipiente y el reborde no debe ser tan grande que se produzcan ruidos como resultado. Sylander y Kaltz sugieren los siguientes criterios:

1. - La caída de presión, que se origina por las pérdidas de fricción no deben exceder al 1% de la presión de relevo.

2. - Si la caída de presión en el cabezal, se origina por las pérdidas de velocidad, esta no debe exceder al 2% de la presión de relevo. Algunos fabricantes de válvulas de seguridad introducen una caída de presión máxima de 2% de la presión de diseño. Cuando no se conocen los datos con exactitud se recomienda utilizar el mayor límite conservativo, y recomiendan basarse en un 4% sobre la presión de los vientos bajos. Los límites establecidos para los vientos bajos, dictan que al ir aumentando estos, se incrementa de manera similar la caída de presión. La presión por mínima que esta sea se considerará para el dimensionamiento de la válvula de seguridad.

1.5) Aumento de esfuerzos en la tubería.

Es muy importante que a la entrada de una línea y/o en la boquilla que se encuentra sobre el recipiente no se realicen esfuer-

zos extras.

Los esfuerzos realizados en la tubería en el tiempo de operación y los transmitidos a la descarga de la misma se deben considerar. Siempre en las tuberías los esfuerzos desarrollados se deben reducir para tener una mayor seguridad.

1.6) Válvulas de bloqueo.

En las líneas de relevo de acuerdo al tipo de operación se especifica la válvula de bloqueo; la entrada en las válvulas debe ser corriente arriba y la localización se hace de una manera que permita que el paso del flujo, se realice en forma horizontal, la construcción del tapón de la válvula, debe ser tal que la dirección de la abertura sea fácilmente visible e inconfundible.

Las válvulas de tres caminos están construidas tanto para dirigir el flujo operante y alternar con el plan de seguridad de relevo. La ubicación de la válvula de seguridad debe cubrir los requerimientos en cuanto a la dirección del flujo. En cuanto a las válvulas de bloqueo, estas se diseñan de tal forma que se pueden presentar situaciones, en que la válvula permanezca cerrada o sellada. Para estas situaciones se requiere de una ayuda manual.

Para servicios por abajo de 32 G.F. en el asiento de la válvula, la humedad atmosférica origina una incrustación o condensación impidiendo el paso del fluido. Un método para prevenir este tipo de situación es evitar el aislamiento de la línea con entrada vertical y crear un plan de seguridad que evite las bajas temperaturas del proceso. La válvula no debe encontrarse a temperaturas inferiores al pun-

to de rocío, debido a la rapidez de fugas pequeñas de gas que se presentan en el asiento de la válvula de seguridad. Si la sección de calentamiento de la tubería de entrada, no proporciona la suficiente protección contra heladas, se suministra calor por medio de vapores u otro medio apropiado.

1.7) Seguridad e instrumentación. -

La instrumentación más adecuada, retribuye una seguridad en la operación dentro de los procesos petroquímicos y en los equipos anexos. Hay situaciones en los sistemas de proceso, que la instrumentación no es la adecuada, pero el equipo es autosuficiente para dar una seguridad.

En el arranque de unas plantas la experiencia a reportado que muchas veces la instrumentación no es la adecuada además de que la falta de mantenimiento, ocasiona un sistema de control imperativo.

Los sistemas de proceso si son operados por grupos de personas que en ocasiones desconocen el sistema a seguir, tales como las variables de proceso que dictan el funcionamiento del control, la eficiencia se verá disminuída; y se verá aumentada si el ingeniero de instrumentos tiene conocimiento de la mayor parte del proceso para el diseño del equipo, además de tener contacto conveniente con el personal relacionado con esta área.

Uno de los objetivos del ingeniero instrumentista, es la capacitación al personal para el buen conocimiento de la forma ope

rativa, alcanzado este punto se cuenta con una confiabilidad en la operación.

Pueden subrayarse algunos tipos de consideraciones - sobre las aplicaciones en seguridad; para flujo son los instrumentos medidores del flujo que consisten en:

Tipo de orificio. - Un medidor de la caída de presión, - es un control con el objeto de tener una medición de la extensión de la velocidad, sobre el diseño de los sistemas.

Medidores de presión. - Se utiliza universalmente como un indicador de la presión en el equipo.

Se especifica el material del elemento para la medición el bloque de conexión que minimiza la corrosión, para la medida se tiene un disco de seguridad sobre el bloque, si se quiere reducir el valor de la presión, se elimina el resultado del elemento anterior.

Son 3 las consideraciones importantes en la seguridad - en las instalaciones de medidores de presión:

a) Al instalar un medidor de presión sobre un proceso que involucre flúidos corrosivos ó sólidos, se utiliza un diafragma químico sellado, para prevenir que el flúido alcance la cámara de medición elástica.

b) Se ejercerá un cuidado esmerado durante las instalaciones de medidores de presión, las pulsaciones de presión destruyen una correcta medición de la presión.

c) En los procesos donde se trabaja a altas temperatu-

ras el uso del sifón previene esta situación del fluido para entrar al resorte o cámara elástica.

Generalmente la mayoría de los medidores de presión se limitan a temperaturas de trabajo de 150 G.F.

1.8) Transmisión de presión y control de la misma

Se tendrá cuidado en la selección de los materiales de construcción para los medidores de presión. Una falsa indicación en el elemento de medición ocasiona serios accidentes. Los accidentes ocurren cuando la tubería ó tubo de ajuste sufren golpes externos por las limitaciones mecánicas durante la operación.

1.9) Reguladores de presión. -

En la selección de materiales de construcción para los reguladores de presión se hará considerando el tamaño del orificio y la presión a la cual deberá conectarse el regulador de presión. Los problemas que se presentan son el resultado de una reducción-reguladora de presión, en vez de un regulador de contrapresión, es decir se corrigen las posibles fallas en cuanto a la posible confusión de reguladores de presión antes de el arranque de la planta.

1.10) Temperatura. -

Las consideraciones más importantes en las aplicaciones de instrumentos es la de estar seguros que los termopozos se utilizan pa

ra todos los servicios. Se presentan accidentes por la ausencia en los equipos operantes de termopozos.

El personal de mantenimiento sufrirá daños de no realizarse el sistema térmico, el cual se instalará en el equipo de proceso que este expuesto a cambios de corrientes calientes. Para tener una medición exacta de las temperaturas en los termopozos es tos se instalan con una profundidad de inserción de acuerdo a las re comendaciones del fabricante, se recomienda eliminar el uso de los termopozos menores de 6 pulgadas. Los materiales de construcción de los termopozos se consideran importantes para su selección, con siderando como una situación real para corrosiones y desgastes de materiales en condiciones normales.

Ocurre en algunos casos que los termopozos se rompen debido a las vibraciones excesivas y velocidades del fluido, los termopozos reunirán las dimensiones físicas requeridas y la fuerza necesaria para soportar las vibraciones.

1.11) Presión diferencial. -

Los instrumentos para medir la presión diferencial miden la velocidad y caída de presión, nivel del líquido e interfase. Para esto es necesario estar seguros que los materiales propios de construcción, están especificados correctamente, con frecuencia este tipo de instalaciones tienen sistemas de purga lo cual se toma como una medida preventiva de construcción interna de sólidos. La instala ción de ser la adecuada rendirá una eficiencia alta.

1.12) Sistema de detección de vibraciones. -

La detección de vibraciones se utiliza en la prevención de daños y gastos costosos en el equipo.

Una instalación a prueba de explosiones se deberá seleccionar, para colocarse en áreas peligrosas. El circuito eléctrico en estos sistemas es algo complejo y confiable, frecuentemente los aparatos son instalados para proporcionar un grado de confiabilidad. Se practicará una instalación con el objeto de detectar vibraciones en varios planos. Este tipo de equipo se debe checar cuidadosamente, para asegurar la capacidad de ejercer su funcionamiento.

1.13) Análisis del proceso. -

Ocurren accidentes cuando hay un mal funcionamiento del equipo analítico en el proceso, las inquietudes que se presentan debido a el peligro desarrollado en algunas áreas se deben considerar exhaustivamente con la idea de mejorar el trabajo.

El manejo de algunos procesos se analizan para aquellas especificaciones impropias, un análisis en la instalación del equipo se recomienda.

1.14) Consideraciones de mantenimiento. -

Los tipos de válvulas de control que se emplean es porque reúnen los requerimientos del proceso, materiales de construcción, presión y temperatura; la capacidad de la válvula se debe especificar --

completamente ya sea para ejecutar las funciones requeridas.

La acción de las válvulas debido a pérdidas por motivos de potencia neumáticas ó hidráulicas también se especifican.

Hay instalaciones en las que se requiere un valor cerrado sobre pérdidas de potencia, si una de las posiciones de la válvula no se cierra completamente, debido a perdidas en la señal de control, la posición no es la correcta.

Las válvulas para servicios tóxicos, tales como cianuro de hidrogeno, cloruro, etc., se equipan con sellos equivalentes a su dimensionamiento para prevenir fugas a la atmosfera ya que por el diafragma interno de las válvulas, se presentan casos de fugas.

Este tipo de válvula debe ser especificada con un sello y caja protectora para retener el diafragma.

Cuando se utilizan válvulas de bola se asegura que el diseño prevea un sello adecuado, para evitar fugas. Frecuentemente las válvulas de control tienen un dimensionamiento inadecuado ya que los datos reportados muchas veces no son los correctos. Las válvulas que se utilizan en servicios de oxígeno, deben de construirse de monel nunca deberá usarse válvulas de acero para este servicio. Si las partículas se sacuden con energía en una línea de oxígeno pueden causar fuego; cuando las partículas inciden en la tubería ó en el interior de la válvula se crea un calor exhaustivo, causando ignición del oxígeno y combustión en la línea.

Nomenclatura

a	área del orificio de la válvula en in ²
W	masa a relevar en Lb/ Hr
K	coeficiente; Fig. 3. 2
C	coeficiente de orificio; Fig. 3. 3 Primero se obtiene de la Fig. 3. 2 el coeficiente <u>iso</u> entrópico.
PR	presión de relevo en Lb/in ²
Kb	contrapresión en Lb/in ² ; Fig. 3. 1 % contrapresión = $\frac{\text{contrapresion (psia)}}{*P_D + P_D \times 0.2 + 14.7} \times 100$
T	temperatura en °R = *T _D (°F) + 460
z	factor de compresibilidad
M	peso molecular del fluido a relevar
Q	gasto volumétrico en GPM
Kp	factor de sobrepresión; Fig. 3. 4 Kp = 1. 0 para 25% acumulación Kp = 0. 92 para 20% acumulación Kp = 0. 79 para 15% acumulación Kp = 0. 60 para 10% acumulación
Kv	factor de viscosidad; Fig. 3. 5 K _v = 1. 0
K _d	K _d = 0. 90 (Equipos ASME Sec. I) 1. 00 (Equipos ASME Sec. VIII)

*temperatura de diseño y presión de diseño

P_A	presión de abetura, psig.
P_B	contrapresión, psig.
K_{sh}	factor vapor sobrecal. (Tabla 4), 1.0 para saturado
K_w	factor por contrapresión en psig. Fig. 3.21
S_g	gravedad específica
F'	factor de operación; Fig. 3.20
A_s	área expuesta del recipiente en H^2
L	flujo líquido (GPM)
D	DI del disco de ruptura en in
P	presión manométrica de ruptura (psig)
Q_s	flujo en $ft^3 / min.$
P	presión del disco de ruptura en Lb/in^2
W_1	flujo de descarga en $Lb/seg.$
D	grados de sobrecalentamiento $^{\circ}F$
C	coeficiente de descarga
d	diámetro interno del disco de ruptura en in
M	100 - calidad de vapor
V	velocidad en $ft/seg.$
d_l	densidad de la fase líquida en Lb/ft^3
d_v	densidad de la fase vapor en Lb/ft^3
K_l	constante que es igual a 0.45
w_l	gasto del líquido en Lb/Hr
w_v	gasto del vapor en Lb/Hr

$(v_v)_{max}$	velocidad máxima en ft/seg.
A_{MIN}	área mínima en ft ²
Q_v	gasto volumétrico del vapor en ft ³ /seg.
D_{MIN}	diámetro mínimo en ft
$(v_{MAX})_o$	velocidad máxima del orificio en ft/seg.
$(v_{MIN})_o$	velocidad mínima del orificio en ft/seg.
V	volumen del recipiente en ft ³
Θ	tiempo de residencia en seg.
Q	gasto volumétrico del líquido en ft ³ /seg.
H	longitud del recipiente en ft
d	diámetro del extremo ó punta del quemador en in
T	temperatura de vapor en °R
Q	calor en BTU/Hr
L	altura de la flama en ft
H	altura de chimenea en ft
Rd	distancia desde el centro de la flama en ft
r	radio de la base de el quemador en ft
P_1	presión corriente arriba $P_A \times 1.03 + P. ATM.$ (Equipo ASME Sec. I) $P_A \times 1.10 + P. ATM.$ (Equipo ASME Sec. VIII) $P_A \times 1.20 + P. ATM.$ (Fuego) $P_A \times 1.25 + P. ATM.$ (Líquidos)
P_2	Pres. Abs. a la descarga de válvula

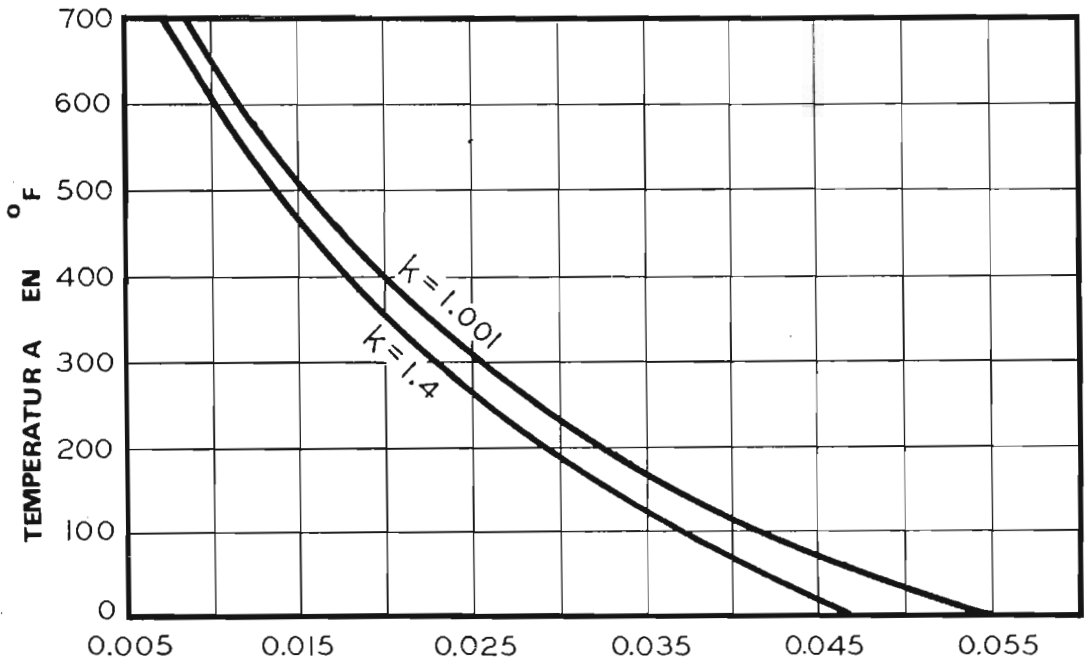


FIG.3.20 FACTOR DE OPERACION DE LA VALVULA F_1

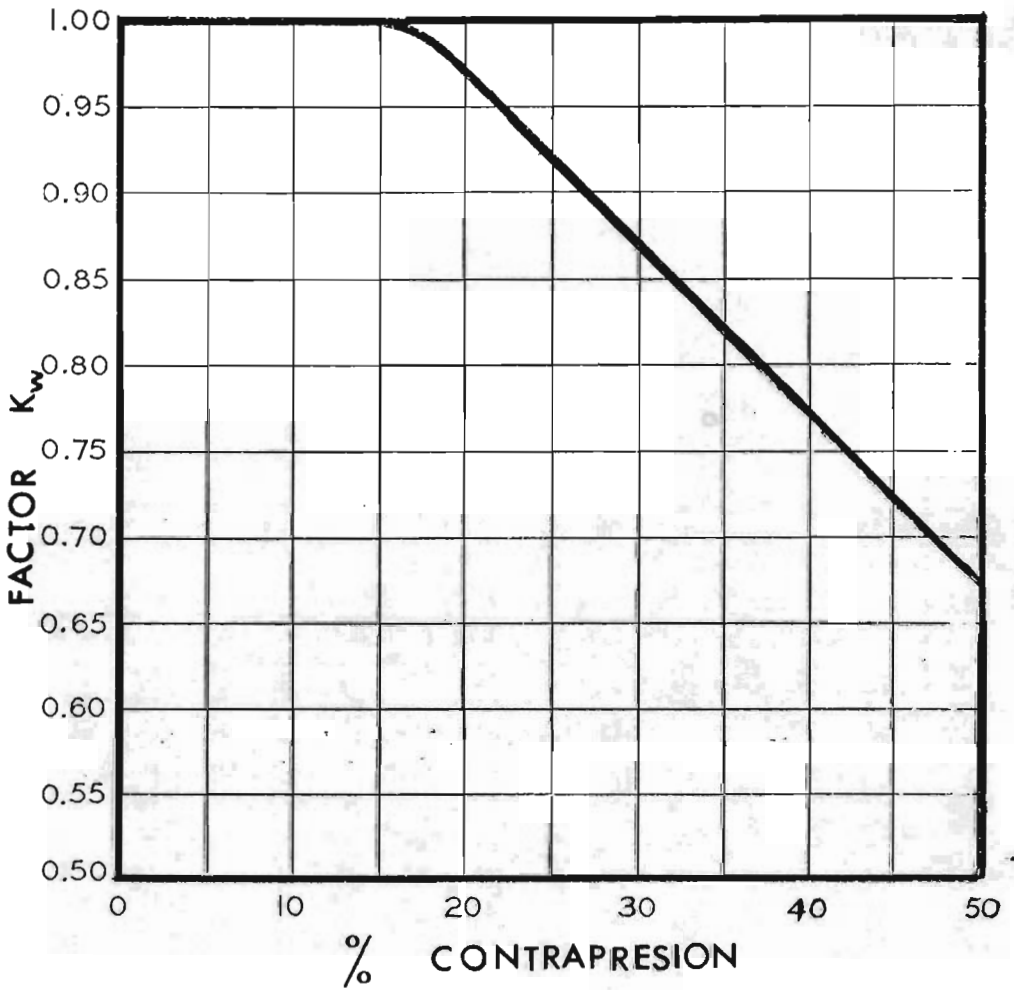


FIG. 3.21

TABLA 4 FACTORES DE CORRECCION PARA VALVULAS DE SEGURIDAD EN SERVICIOS DE VAPOR SOBRECALENTADO

Sat Pressure (Pounds per Square Inch Gage)	Saturation Temperature (Degrees Fahrenheit)	Correction Factor K_{SM}											
		0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
10	240	269	305	335	368	400	423	460	492	520	545	570	595
20	259	286	315	343	375	405	433	463	492	518	542	565	590
40	287	310	335	357	382	410	440	467	493	515	540	561	585
60	308	330	350	370	390	422	450	472	495	515	537	560	580
80	324	345	365	385	405	432	460	478	497	515	535	556	580
100	338	360	375	395	415	440	466	485	500	515	535	555	580
120	350	370	385	405	425	450	475	490	505	520	537	557	581
140	361	...	398	415	435	455	480	497	510	525	540	560	585
160	370	...	405	425	443	463	487	502	516	530	545	565	586
180	379	...	415	432	450	470	492	508	523	535	550	570	590
200	388	...	420	440	456	475	497	513	527	540	555	575	592
220	396	...	430	445	463	480	502	517	532	546	560	577	596
240	403	...	435	452	470	485	507	522	537	550	565	583	600
260	409	...	440	460	475	490	512	526	541	555	569	586	603
280	416	...	447	465	480	495	516	531	545	558	573	590	606
300	422	...	452	470	485	500	520	535	550	562	577	593	610
350	433	...	465	480	496	512	530	545	558	572	586	602	618
400	448	...	475	492	508	523	540	553	566	580	595	610	626
500	470	...	495	513	526	543	557	568	582	597	610	623	646
600	489	...	512	539	543	555	570	585	596	610	625	638	655
800	520	...	545	558	570	585	597	610	625	635	650	665	680
1,000	546	...	567	582	595	608	620	633	646	660	675	688	705
1,250	574	...	593	605	620	630	640	655	666	681	696	710	725
1,500	597	...	...	630	642	653	664	676	688	702	715	728	744
1,750	619	...	...	647	660	670	680	692	704	717	730	743	759
2,000	637	...	...	665	675	685	696	708	719	732	745	757	773
2,500	670	...	...	690	702	712	723	733	742	755	766	780	795
3,000	697	...	...	713	723	733	742	751	762	773	785	795	812

Sat Pressure (Pounds per Square Inch Gage)	Saturation Temperature (Degrees Fahrenheit)	Correction Factor K_{SM}											
		0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76
10	240	618	645	670	695	725	755	783	817	850	885	920	955
20	253	613	640	665	690	720	748	780	813	847	885	918	954
40	287	610	635	660	685	715	742	775	810	845	880	916	952
60	308	607	630	655	683	710	740	770	807	849	880	915	951
80	324	605	620	653	680	708	736	770	805	840	878	915	950
100	338	605	628	652	680	706	735	766	805	840	877	914	950
120	350	605	630	652	680	705	733	767	801	838	875	913	949
140	361	607	630	654	678	705	732	765	804	838	875	912	949
160	370	610	622	655	678	703	730	765	803	837	875	912	949
180	379	612	635	656	680	702	730	764	802	837	875	911	948
200	388	615	636	658	680	703	729	764	801	837	875	911	948
220	396	617	639	660	682	705	730	763	800	837	875	911	947
240	403	620	641	661	685	706	729	763	799	837	875	910	947
260	409	623	645	666	686	710	731	763	800	837	874	910	946
280	416	626	647	668	690	712	734	764	800	837	874	910	946
300	422	630	650	670	692	715	735	765	800	837	877	910	946
350	433	637	657	678	700	722	741	770	804	837	877	915	948
400	448	645	665	685	707	730	750	775	808	843	877	918	950
500	470	660	680	709	722	743	763	788	820	847	885	925	957
600	489	675	693	715	725	756	776	799	830	855	895	935	965
800	520	700	718	738	753	780	800	825	850	877	910	950	981
1,000	546	723	740	760	778	800	820	840	867	897	927	965	994
1,250	574	738	762	780	800	820	840	860	885	910	940	975	...
1,500	597	762	780	798	817	838	857	878	902	927	955	985	...
1,750	619	777	795	812	832	852	871	892	915	935	965	993	...
2,000	637	790	810	825	845	865	885	905	925	950	977	1,000	...
2,500	670	815	830	848	866	887	906	927	948	978	997	...	...
3,000	697	832	850	865	885	905	925	945	965	995	1,000	...	...

IV. - CAUSAS POR LAS QUE RELEVA UN SISTEMA DE RELEVO.

En este capítulo se tiene como objetivo determinar la capacidad máxima a relevar para las fallas en un sistema. Como ya se dijo anteriormente en cualquier planta donde se procesen hidrocarburos, las situaciones de operación anormal se presentan causando sobrepresión en los equipos.

Las causas de sobrepresión más comunes son:

1. - Fuego
2. - Salida bloqueada
3. - Falla de reflujo
4. - Falla de agua de enfriamiento.
5. - Falla de energía eléctrica.
6. - Falla de controles ó aire de instrumentos.
7. - Ruptura de tubos.
8. - Expansión térmica de líquidos.

1. - Fuego. -

Para aquellos procesos industriales en el cual los recipientes manejan materiales combustibles, y para el caso en que el recipiente contiene líquido, el calor ocasionado por el fuego normalmente generará vapor, el cual se descargará a través del plan de la presión de relevo.

Esta falla se previene, diseñando el recipiente a una determinada capacidad y que pueda manejar todo el vapor generado sin exceder la limitación de presión del recipiente.

Para calcular la masa a relevar se obtiene el calor absorbido por el equipo que estará en función del área expuesta al fuego y el calor latente de vaporización (este calor latente está a las condiciones de relevo).

El cálculo de este calor ha sido desarrollado por el API (American Petroleum Institute).

$$W = Q / \lambda$$

$$Q = 21\,000 F A^{0.82}$$

Para mezclas de hidrocarburos líquidos el método de calcular el calor latente es utilizar fracciones mol de los calores latentes de los componentes y sumarlos todos. Los calores latentes más bajos de 40 BTU/Lb no se utilizan.

El factor de aislamiento F, depende del tipo de aislante que presente el recipiente, aunque es preferible suponer que el recipiente está desnudo, por lo cual $F = 1^*$

* Para aquellos casos en que se requiera indicar el factor de aislamiento; dependiendo del aislante que presente el recipiente consultar el API-RP 520, p. 16

Area de Perímetro Mojado

Para recipientes verticales, el mínimo son 25 pies** u otro nivel al cual el fuego se pueda mantener. Para recipientes horizontales depende del porcentaje de volumen de líquido con respecto al volumen total, ó sea:

$$V_1 = \left(\frac{31416}{4} \right) D^2 L$$

$$V_1 = G \Theta$$

$$\%V_{ol} = \frac{V_1}{V_t}$$

Las variables antes enunciadas pueden estar en las unidades que sean más convenientes. Con la antes citada relación de volúmenes se obtiene el porciento de volumen, el cual se requerirá para obtener el factor de perímetro mojado (Fwp) de la Fig. 4.1

** Quiere decir que se considera el nivel del piso al recipiente; en aquellos casos en que el recipiente se encuentre más arriba de estos 25 pies, no se considerará el área del recipiente; pero en aquellos casos en que esta medida llegue a la mitad u otra medida, se considerará sólo hasta donde llegue. Se hace incipie en este aspecto, porque en el cálculo de válvulas de seguridad; para el cálculo del área que interviene en la ecuación (4.2), el área total será la suma de todas las áreas de los equipos que intervengan, pues esta interviene para obtener la cantidad de calor total absorbido y que en forma directa interviene para obtener el gasto total que va a relevar la válvula.

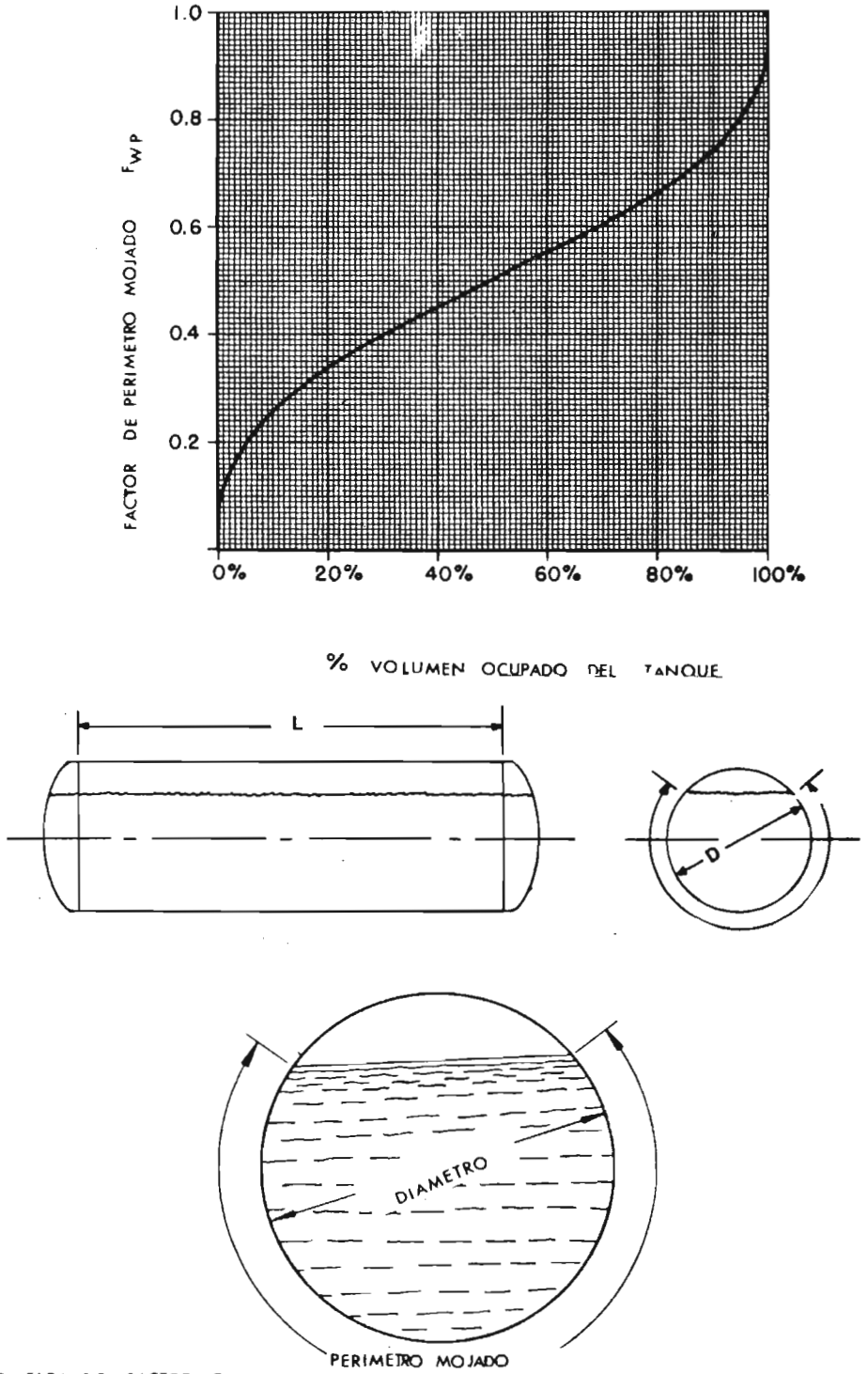
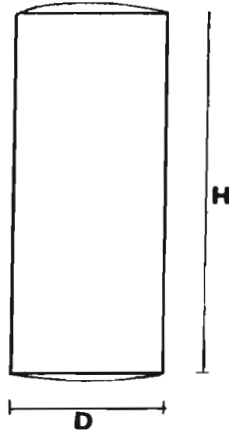


FIG.4.1 GRAFICA DEL FACTOR F_{WP}

Cálculo del área expuesta a fuego.

Recipiente vertical.

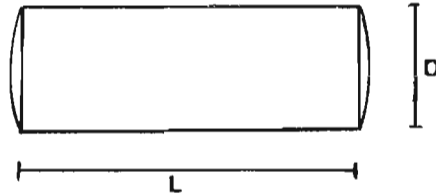


$A_1 = \text{Area del cilindro} + \text{Area de la tapa}$

$$A_1 = \pi D H + 0.785 D^2 (1.66 \times 2)^*$$

$$A_1 = F_{wp} (\pi D H + (0.785 D^2 \times 1.66) 2)$$

* Factor (1.66) indica que se trata de una tapa elíptica; el dos porque se refiere a dos tapas; para mayor información consultar Consolidated, p. 93.

Recipiente horizontal. -

$$A_i = F_{WP} (\pi DL + (0.785 D^2 \times 1.66)^* 2)$$

Cálculo del gasto de vapor a relevar. -

$$W = 50 a P_1 K_{SH}$$

Ya que el fuego es una de las principales fallas; se consideraran a todos los equipos que esten interconectados, por medio de tuberías sin ninguna válvula de bloqueo como una unidad y requiriendo entonces la instalación de una válvula de relevo.

Si los equipos pueden aislarse unos de otros, por medio de válvulas de bloqueo en la tubería de interconexión, entonces cada equipo estará como una unidad y deberá instalarseles a cada uno su propia válvula de relevo.

* Factor (1,66) indica que se trata de una tapa elíptica; el dos porque se refiere a dos tapas; para mayor información consultar Consolidated, p.93.

Como ejemplo los equipos DA-1 y FA-1 de la Fig. 4.2 están interconectados por tubería sin ninguna válvula de bloqueo, por lo tanto, la válvula de relevo PSV-1 protege a los tres equipos. En la Fig. 4.3, los equipos DA-1 y EA-1 pueden aislarse del equipo FA-1 por medio de la válvula de bloqueo, necesitando entonces la instalación de dos válvulas de relevo, las PSV-1 para proteger a los equipos DA-1 y EA-1, y la PSV-2 para proteger al equipo FA-1 *

- * La función de la válvula de bloqueo, es la de aislar al equipo o equipos de otros, con el objeto de que si se presenta la causa de fuego intervendrá sólo los gastos de los equipos que estén presentes así como también se indicó anteriormente las áreas de los equipos intervendrán para determinar el orificio de la válvula de seguridad.

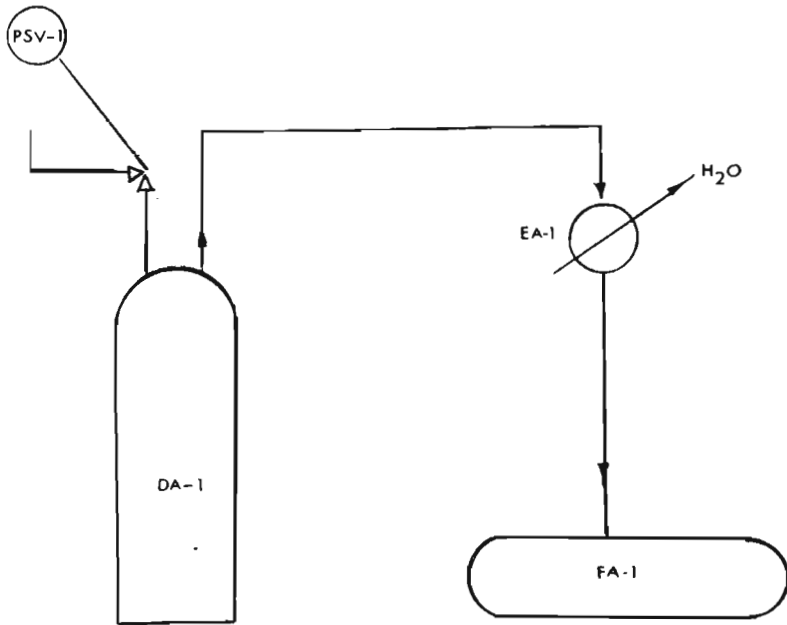


FIG. 4.2. INSTALACIÓN DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD
PARA LA PROTECCION DE 3 EQUIPOS

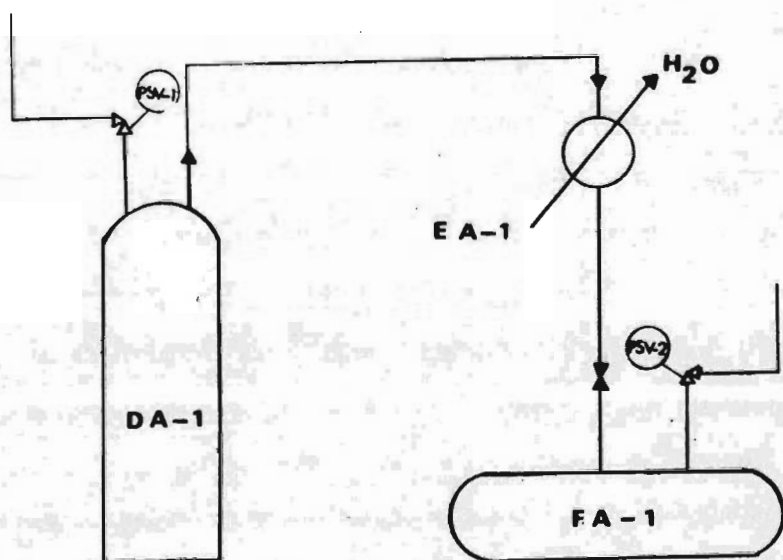


FIG. 4.3 INSTALACION DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION DE DOS EQUIPOS Y OTRA VALVULA DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION DE UN EQUIPO

2. - Salida bloqueada. -

La salida bloqueada se puede presentar cuando:

- a). - Las válvulas de bloqueo se encuentran cerradas, en las salidas y/o entradas de los equipos.
- b). - Válvulas de bloqueo cerradas en las salidas de los equipos.

Esta situación se presenta en cambiadores de calor y en calentadores a fuego directo si el líquido que se maneja, queda atrapado en el interior de los mismos, debido al cierre accidental de las válvulas de bloqueo a la entrada y/o a la salida*.

Por ejemplo en la Fig. (4.4) se ilustra un cambiador de calor en el cual el líquido que pasa por los tubos se encuentra atrapado al haber cerrado las válvulas a y b. Entonces, si el líquido caliente sigue circulando a través del cambiador, ocasionará que el líquido frío se caliente y se expanda causándole daño al cambiador. Estos riesgos se evitan instalando una válvula de relevo en el lado del líquido frío tal como aparece en la Fig. (4.4).

Ahora bien en la Fig. (4.5) se ilustra el caso de un calentador a fuego directo, en el que si se llegara a cerrar las válvulas de bloqueo 'a' y 'b', ó únicamente la 'b', se desarrollaría una sobre-presión dentro del serpentín el cual se tendría que aliviar con una válvula de seguridad (PSV-4), como se indica en la mencionada figura.

* Esta causa también se puede presentar en el arranque de una planta.

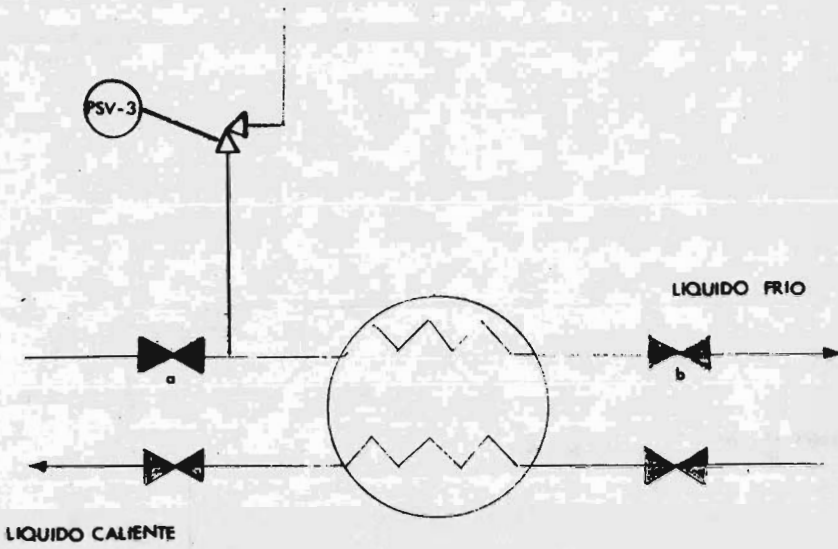


FIG. 4. 4 CAMBIADOR DE CALOR CON VALVULA DE SEGURIDAD
POR EL LADO DEL LIQUIDO FRIO

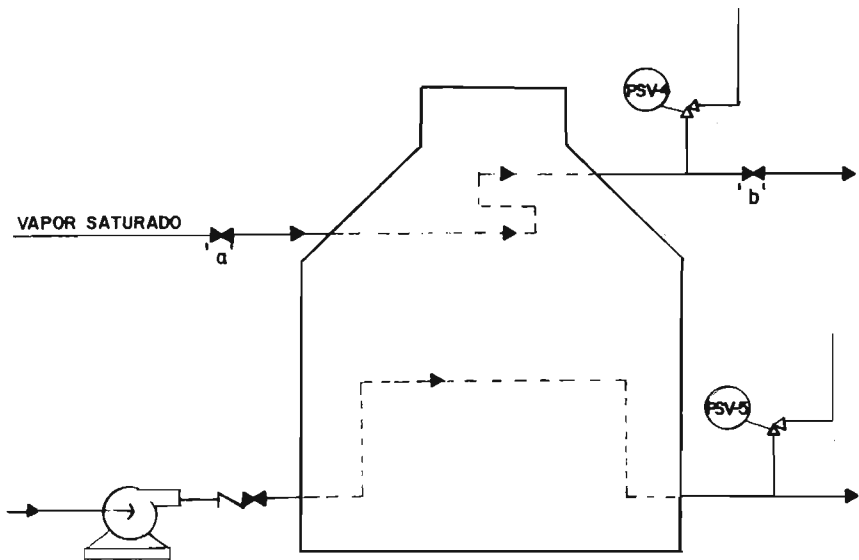


FIG. 4.5 CALENTADOR A FUEGO DIRECTO CON SUS RESPECTIVAS VALVULAS DE BLOQUEO Y VALVULAS DE SEGURIDAD

Si el calentador tiene serpentín para sobrecalentar vapor, también se debe instalar una válvula de relevo a la salida, ya que se puede iniciar la operación del calentador con este serpentín de sobrecalentamiento lleno de condensado y la válvula de bloqueo cerrada a la entrada, como se aprecia en la Fig. (4.5)

b)

Válvulas de bloqueo cerradas a las salidas de los equipos.

Se presenta generalmente en los siguientes equipos.

Compresoras reciprocantes.
Bombas reciprocantes.
Bombas de engranes.
Descarga de vapor en tuberías.
Torres de destilación.

Las tres primeras son equipos de desplazamiento positivo, en otras palabras, las unidades descargan un volumen constante de líquido o gas.

Si la descarga se bloquea al cerrar la válvula, y el equipo continúa operando, la presión se incrementará hasta un punto en que se rompa la coraza del equipo o la tubería de interconexión.

Para evitar esta situación se debe instalar una válvula de relevo antes de la válvula de bloqueo.

En la Fig. (4.6) se puede apreciar un arreglo típico para una compresora reciprocante, y en la Fig. (4.7), un arreglo pa-

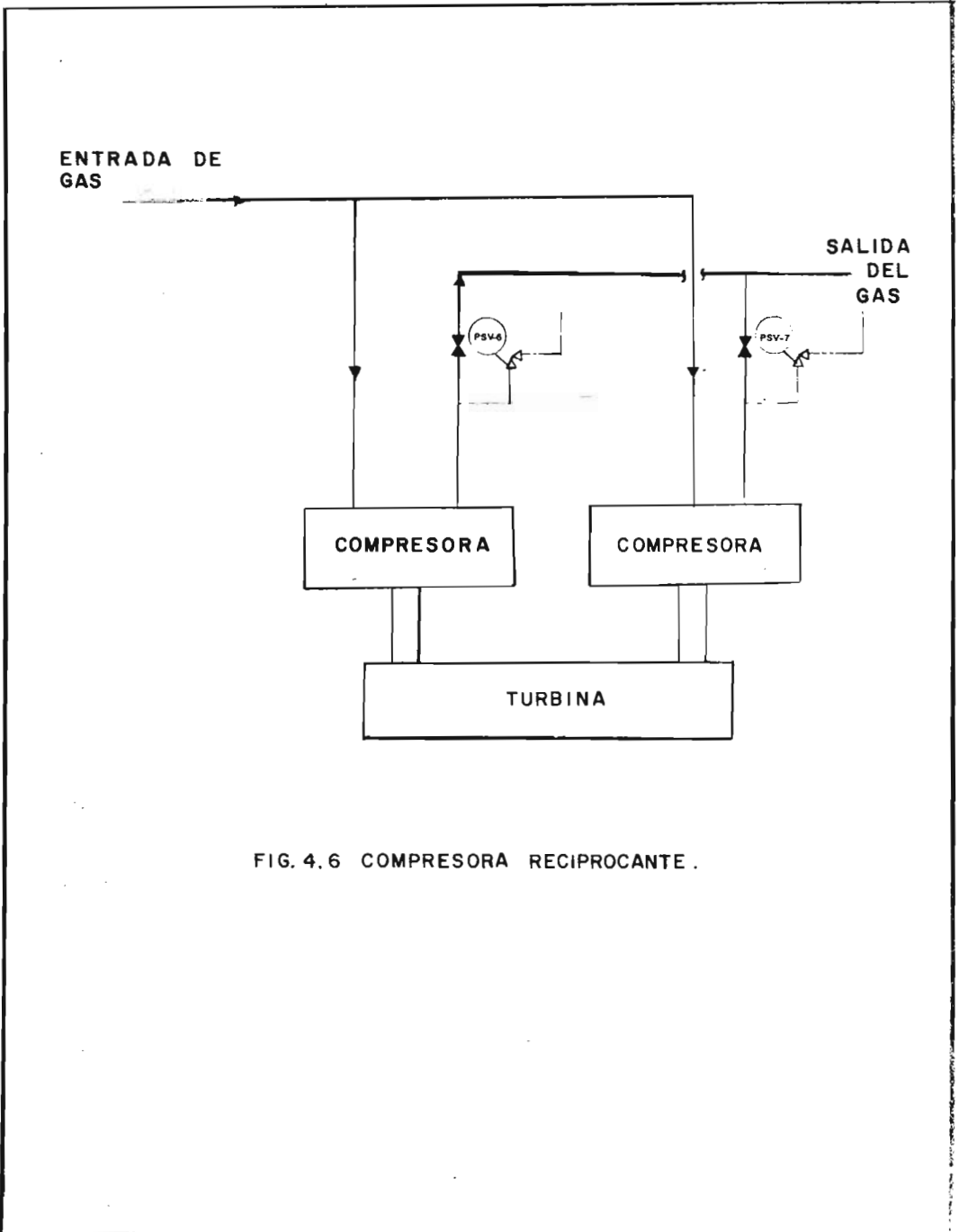


FIG. 4.6 COMPRESORA RECIPROCANTE .

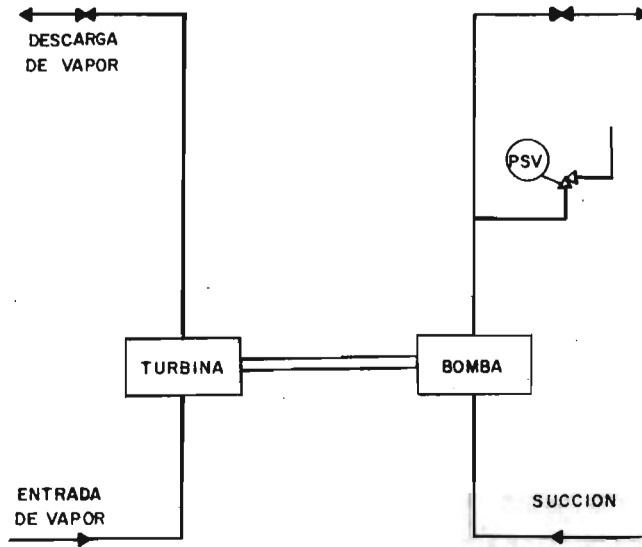


FIG.4.7 BOMBA DE ENGRANES

ra una bomba de engranes. En ambos casos se conecta la descarga de la válvula de relevo a el lado de succión de los equipos.

En las tuberías de vapor por el lado de descarga, - trabajan a una presión mucho menor que la presión de entrada a la tubería.

En caso de que la válvula de entrada de vapor se abra y la válvula de descarga permanezca cerrada, la presión en el lado de la descarga se igualará al valor de la presión de entrada, poniendo en peligro la tubería y parte del equipo. Para evitar esta situación se instalará una válvula de relevo como lo muestra la Fig. (4.8).

En la Fig.(4.9) se puede observar que si la válvula de bloqueo de la línea que va al condensador se cierra, y por otra parte se le sigue alimentando vapor del rehervidor, es necesario instalar una válvula de relevo en la torre de destilación, para protegerla de una sobrepresión.

3. - Falla de reflujo. -

El efecto de una falla de reflujo en una torre depende de las siguientes condiciones.

1). - Si es de una capacidad adecuada a menos que cambie el condensado total de los domos (producto) de un sistema dado, La falla de reflujo se desprecia cuando la sobrepresión no varía de manera notoria.

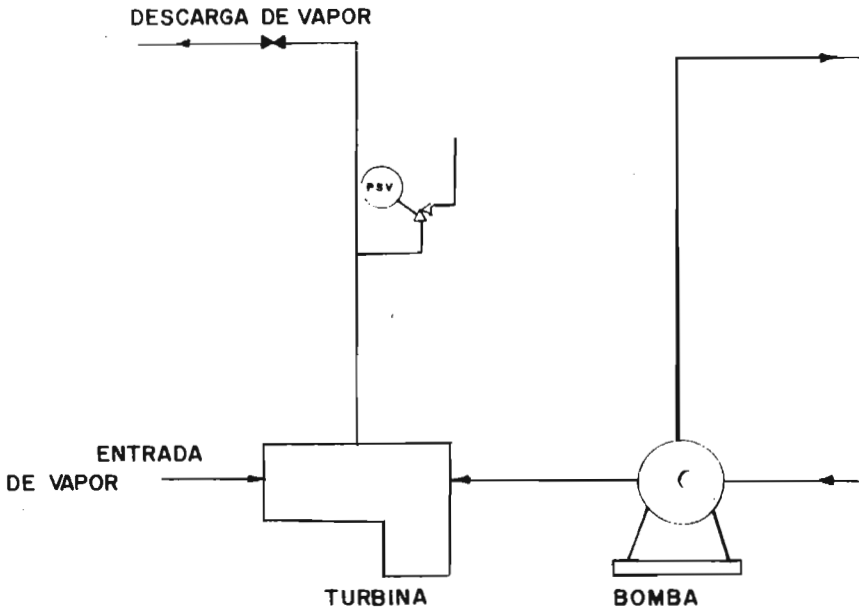


FIG. 4.8 INSTALACION DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION DE LA TURBINA EN CASO DE VALVULA DE BLOQUEO CERRADA A LA SALIDA

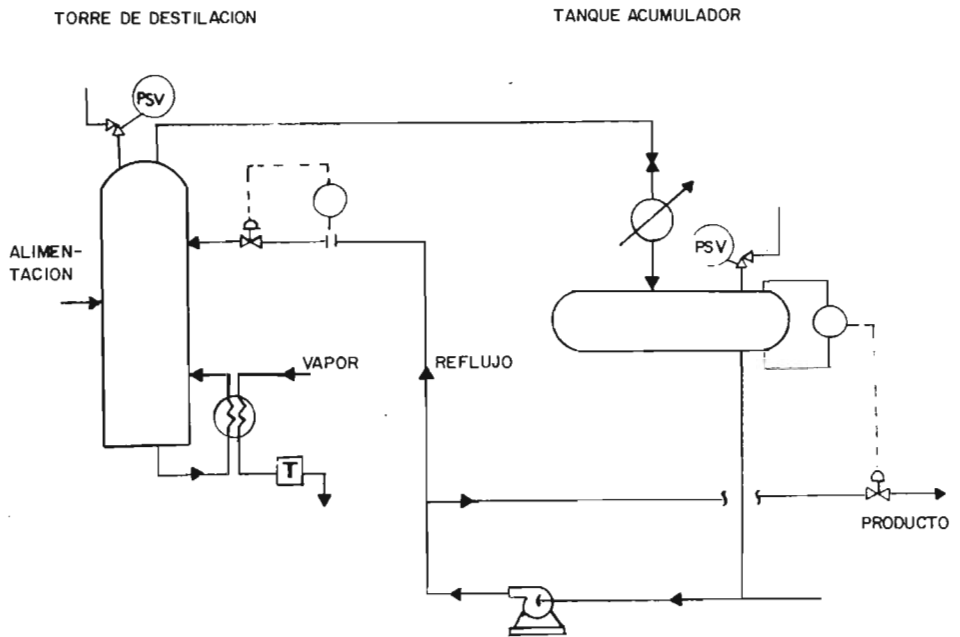


FIG. 4.9 INSTALACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION DE LOS EQUIPOS; EN UN SISTEMA DE DESTILACION

2).- Cuando la capacidad del fluido no se encuentra calculada, la capacidad requerida del dispositivo de presión de relevo, es el vapor total de condensado corriente arriba.

Por ejemplo; en una torre de destilación, se ocasiona una sobrepresión, ya que el reflujo actúa como refrigerante de los vapores que ascienden por la misma, por lo que la falla de reflujo puede ser ocasionada por falla de bomba de reflujo o de válvula reguladora de reflujo.

3).- Cuando alrededor de las bombas una falla de reflujo del lado del vapor requiere una capacidad de relevo igual a la diferencia entre la cantidad de vapor de entrada y salida de la sección en cuestión.

4. - Falla de agua de enfriamiento. -

Cuando en un condensador falla el agua de enfriamiento, la condensación se verá afectada, provocando que el volumen de vapor aumente y sea necesario relevar la cantidad total de vapor que entra al condensador.

Cuando en un cambiador que maneja líquido falla el abua de enfriamiento, no se requerirá relevar nada, en cambio cuando maneje gas la presión de operación será cercana a la presión de diseño. La cantidad de masa a relevar se obtiene de la siguiente forma:

$$w = \left(\frac{1}{\rho_E} - \frac{1}{\rho_S} \right)_{COND. OP.} w_E \rho_E$$

5. - Falla de energía eléctrica. -

El efecto de la falla de energía eléctrica se determina unicamente refiriéndose a la instalación práctica involucrada. En términos generales, el vapor que sirve de impulsor economiza las bombas pero no puede considerarse como sustituto, a menos que pueda desocupar las líneas y empiece automáticamente, sobre descuidos de energía.

Cuando la capacidad de vapor de impulso de bombas está baja y se este bombeando agua de enfriamiento en menor cantidad que la de uso normal, el efecto de reducir el flujo será porque la potencia de operación es baja. Esto causa una transferencia de calor por una conversión natural.

6. - Falla de controles ó aire de instrumentos. -

Bajo esta categoría se puede examinar las siguientes condiciones.

1). - Falla de todos los controles, como puede ser que falle el aire de instrumentos.

2). - Falla de cualquier control particular como una válvula de control.

Para saber la cantidad que se tiene que relevar se tienen que analizar y dimensionar la válvula de relevo para la condición más drástica.

Si la válvula de control falla quedando cerrada y la corriente abajo del sistema no se diseña para la presión corriente arriba, debe prevenirse un dispositivo de relevo capaz de manejar la capacidad de la apertura de la válvula de control, a una presión diferencial igual a la presión normal corriente arriba, menos la presión de diseño corriente abajo.

3). - En una torre si todas las válvulas de control es tán en posición cerrada excepto el agua y la válvula de reflujo, no se requerirá relevar nada, ni para líquido, ni para vapor.

7. - Ruptura de tubos. -

Cuando por la coraza ó por los tubos de un cambiador de calor se tiene una presión de diseño más baja que la presión normal de operación, del otro lado se protegerá (según sea el caso) a me nos que la instalación sea semejante, no habrá la posibilidad que el lado de baja presión pueda ser sobrepresionada, como resultado de un descuido de los tubos.

Se proponen varias fórmulas para el cálculo de la capacidad de la válvula.

La primera considera la ruptura de tubos con dos orificios dada la sección transversal interna del tubo, descargando sobre una presión diferencial, igual a la presión normal de operación del lado alto, menos la presión de diseño del lado bajo, se utiliza el área obtenida para seleccionar el tamaño de la válvula, para el lado bajo.

Fórmulas. - Para vapor:

$$W = 1580 d^2 (P_R P)^{1/2}$$

Para líquido:

$$Q = 34.8 d^2 (\Delta P / S)^{1/2}$$

8. - Expansión térmica de líquidos.

Cuando en un equipo, recipiente ó cambiador de calor, dependiendo del líquido que este manejando se encuentre bloqueado, -- existirá una transmisión de calor, capaz de calentar el líquido, este tendrá a expanderse y por lo tanto habrá un aumento de presión.

Puesto que el volúmen es constante, la presión es bastante grande.

En un cambiador de calor, cuando la corriente fría - se encuentra bloqueada, la fuente de calor es la corriente caliente.

Este tipo de falla se presenta en equipos que estan expuestos a fuentes de calor, como en los cabezales de agua de enfriamiento.

La ecuación es la siguiente:

$$G = \frac{Bh}{5005 C_p}$$

Para válvulas de seguridad el fabricante recomienda:

	B
Para agua	0.0001
Hidrocarburos ligeros	0.001
Gasolina	0.0008
Destilados	0.0006
Residuos	0.0004

Gases:

Como el caso anterior cuando almacene el gas ó se presente fuego, el cálculo de la capacidad se hará de la siguiente forma:

$$W = KCF' A_s \sqrt{\frac{PM}{ZT}}$$

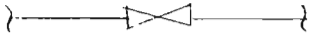









* Tendrá el valor de 0.975 cuando no se conozca.

Nomenclatura

W	masa a relevar en Lb/Hr
Q	calor absorbido en BTU/Hr
λ	calor latente de vaporización del fluido en BTU/Hr
F	factor de aislamiento
A	área total expuesta al fuego en ft ²
V _t	volumen total
V _l	volumen del líquido
D	diámetro en ft
L	longitud
G	gasto volumétrico en galones por minuto (GPM)
θ	tiempo de residencia en minutos
F _{wp}	factor de perímetro mojado
A _t	área total del recipiente en ft ²
a	área del orificio de la válvula en in ²
H	altura en ft
P _R	presión de relevo en lb/in ²
K _{SH}	factor de corrección debido a la cantidad de sobre- calentamiento de vapor; Para vapor saturado y presión el factor es igual a 1.0
ρ_E	densidad de entrada en Lb/ft ³
ρ_S	densidad de salida en Lb/ft ³

W_E	gasto de entrada en Lb/Hr
	densidad en Lb/ft ³
d	diámetro interno en in
S	gravedad específica
ΔP	caída de presión en la válvula en Lb/in ²
	$\Delta P = P_D - K_b$
h	calor suministrado en BTU/Hr
C_p	capacidad calorífica del líquido en BTU/Lb
B	coeficiente de expansión volumétrica
K	coeficiente; Fig. (3.2)
F^l	factor de operación; Fig. 3.20
	con la temperatura en °F a la presión de diseño y el valor K , se obtiene
A_s	área expuesta del recipiente en in ²
C	coeficiente de orificio; Fig. (3.3)
	Primero se obtiene de la Fig. (3.2) el coeficiente isoentrópico (K)

**SIMBOLOGIA DE TUBERIA Y ACCESORIOS
EN TUBERIA**

POSICION DE VALVULAS	
TUBERIA PRINCIPAL	
TUBERIA AUXILIAR	
TAPON CACHUCHA	
REDUCCION	
NIVEL DE PISO TERMINADO	
LINEA DE INSTRUMENTO	
ENTRADA O SALIDA DE LIMITES DE BATERIA	
BRIDA CIEGA	
TRAMPA DE VAPOR	

SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

INSTALADO LOCALMENTE
UNA SOLA MEDICION

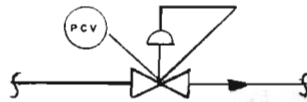


REGISTRO CONTROLADOR
DE FLUJO } CON FRC

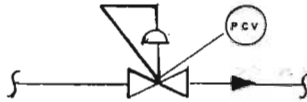
CONTROLADOR DE NIVEL-CIEGO } CON LC

SIMBOLOGIA DE ELEMENTOS DE MEDICION

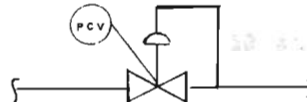
REDUCTORA DE PRESION
CON TOMA DE PRESION
INTEGRAL CORRIENTE ABAJO



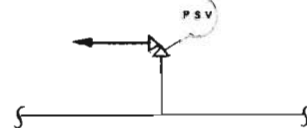
REDUCTORA DE PRESION CON
TOMA DE PRESION INTEGRAL
CORRIENTE ARRIBA



REDUCTORA DE PRESION CON
TOMA DE PRESION EXTERNA



VALVULA DE RELEVO O SEGURIDAD



VALVULA DE CONTROL MANUAL



SIMBOLOGIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS
EN TUBERIA

VALVULA DE RETENCION (CHECK) 

VALVULA DE NO RETORNO 

VALVULA DE COMPUERTA 

VALVULA DE GLOBO 

VALVULA DE BLOQUEO 

V METODO DE CALCULO PROPUESTO

La finalidad de este capítulo es el cálculo del diámetro del cabezal principal, se describen los métodos utilizados para tal fin. El conocimiento; requiere un procedimiento de trabajo, como una técnica simplificada se sugieren los siguientes pasos:

Técnica de Trabajo.

1. - Agrupar todas las válvulas de relevo que protegen a equipos primarios y secundarios.
2. - Analizar las fallas que se presentan.
3. - Obtener la cantidad de masa a relevar, para las diferentes fallas que se presentan.
4. - Con ayuda del plano de localización general y el diagrama de tubería e instrumentación (DTI) se procede a trazar un preliminar de el diagrama de desfogue, indicando las líneas ó ramales de las válvulas de seguridad que protegen a los equipos y la conexión de estas a un cabezal principal, la localización se hace en una forma que resulte favorable a la evaluación del proyecto.

Esto se logra tomando la distancia del cabezal, desde límites de batería hasta el quemador. Se cubren varias opciones respecto al valor de la contrapresión.

Una vez especificada la técnica del trabajo se procede

rá a codificar la entrada de datos.

La secuencia una vez que los datos son formatados, - se muestran en la SECUENCIA DEL PROGRAMA PARA CALCULAR DIÁMETROS.

Los métodos que se utilizan para la estimación del diámetro de cada uno de los tramos que integran el sistema, se describirán en este capítulo.

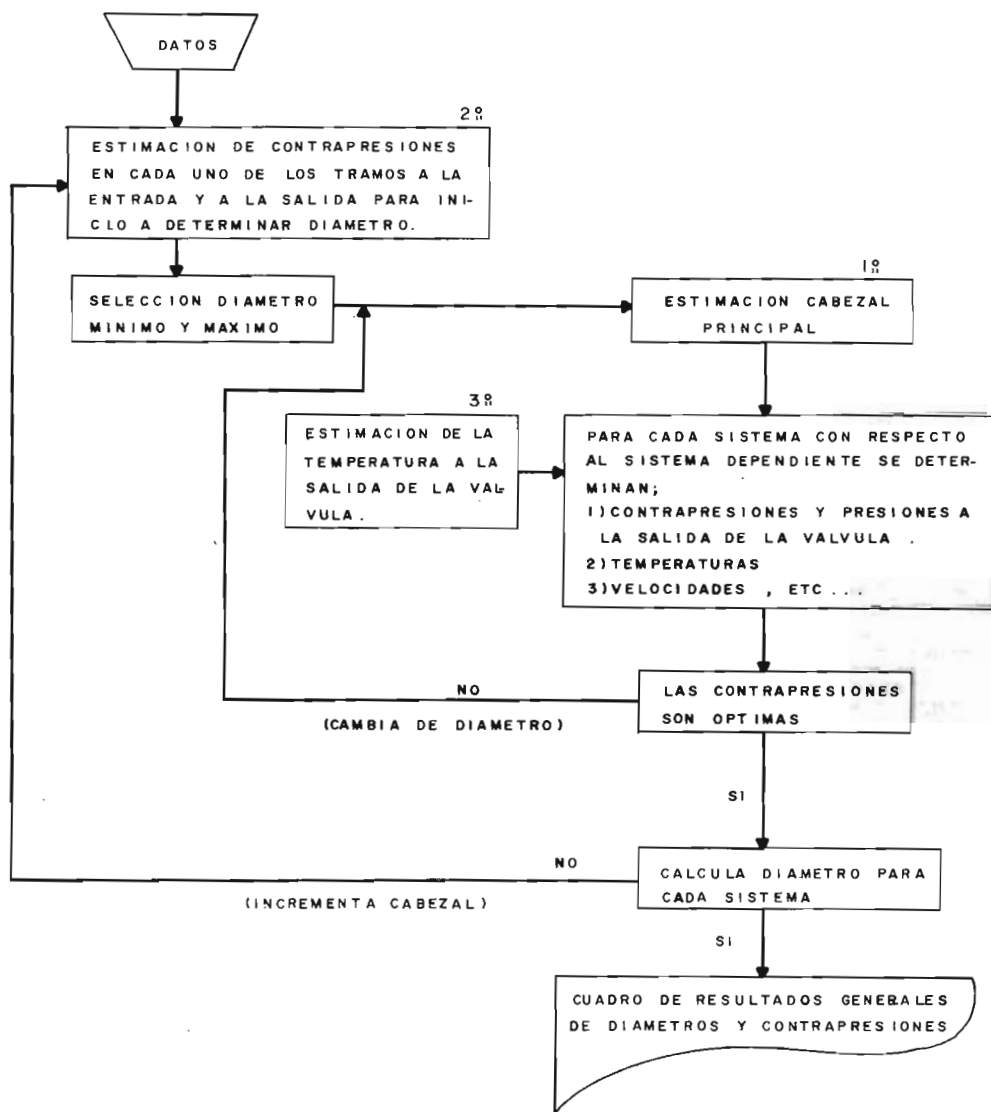
En primer término se mencionan los criterios utilizados para el cabezal principal, los alcances de este método y los estudios a que dió lugar.

También se hace notar el estudio para el cálculo de la temperatura a la salida de la válvula para la estimación de propiedades.

1. - Estimación del cabezal principal. -

En los sistemas de relevo se pueden presentar casos en que sea más conveniente analizar varios cabezales la de alta y de baja presión, esta situación se acepta siempre y cuando sea favorable y - retribuya en una economía. Para el cálculo del cabezal principal se fija una caída de presión en el tanque de desfogue, además la contrapresión y con este valor se calcula hacia atrás los tramos subsecuentes. Por una contrapresión máxima arroja un menor diámetro y viceversa; esta aclaración es debido a que es común encontrarse que el valor de la contrapresión en un cabezal ó subcabezal es menor que el subsecuente y ésta situa-

SECUNCIA DEL PROGAMA PARA CACULAR DIAMETROS.



ción no permitirá que el fluido avance, pues no lleva al empuje ó fuerza necesaria para librar el efecto que le impide recorrer el tramo hasta el quemador. Estos esfuerzos de presiones son los que se analizan para cada falla en forma particular ya que, no todas las válvulas relevan simultaneamente para todas las fallas, además de considerar el gasto máximo para cada una de ellas cuando descargan a diferentes condiciones de relevo; dichas consideraciones son las que en última instancia determinan el diámetro óptimo del cabezal y subcabezales. De aquí la importancia el valor de la contrapresión máxima permitible en cada válvula; que es un límite pues en base a la presión inicial este valor no excederá la contrapresión máxima, el proceso es iterativo pues se calcula con los diámetros comerciales disminuyendolos cada vez que se verifica, que no se rebasa el valor permitible hasta alcanzar el óptimo. Además de esta utilidad la contrapresión permite la estimación de las propiedades después de la válvula, para todos los tramos del sistema.

También determina que régimen de flujo es, ya sea sonico ó subsónico. Hay que aclarar que la contrapresión especificada como variable tiene restricciones físicas tales como los límites que señalan los manuales de los fabricantes, tomando en cuenta material, temperatura y presión de entrada, restricciones debidas, a que el material que entra en contacto con el fluido, después de la válvula y principalmente el fuelle para válvulas balanceadas no soportaría una presión mayor. Con objeto de agilizar este cálculo se realizó un estudio para todos los orificios comerciales y se tabularon las presiones de relevo con sus respectivas --

contrapresiones máximas.

2. - Estimación de contrapresiones. -

El análisis de regresión dió como resultado las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 PI &= P_{\min} 0.8 && (5.1) \\
 PI &= 30.0 && (5.2) \\
 PI &= (-1.40686 \cdot 10^{-3} P_{\min} + 0.62) P_{\min} && (5.3) \\
 PI &= (-7.142857 \cdot 10^{-5} P_{\min} + 0.22) P_{\min} && (5.4) \\
 PI &= (-0.00005 P_{\min} + 0.1999) P_{\min} && (5.5) \\
 PI &= P_{\min} 0.1 && (5.6)
 \end{aligned}$$

Donde PI = contrapresión.

P_{\min} = presión de relevo en psig

Sin embargo este estudio originó una continuación del mismo y se realizó un análisis más exhaustivo, con el objeto de tener una contrapresión máxima permitible que aumentará el grado de confianza. Se analizaron los manuales de los fabricantes y la contrapresión máxima reportada por cada orificio, de acuerdo a el rango de temperatura y presión de diseño. El siguiente paso fué la agrupación de los datos.

Actualmente se cuenta con una serie de gráficas que muestran las variaciones para los diferentes tipos comerciales, éstas gráficas se ajustaron originando una rutina ó subprograma auxiliar de el programa principal, esta rutina se le alimentan datos de temperatura y presión, y calcula la máxima contrapresión para el tipo de válvula en cuestión.

Por último cabe mencionar que este estudio se realiza a la salida de la válvula; ahora bien si el objetivo es la estimación de la

presión al final de cada tramo para el cabezal y subcabezales, se consideran al diseñar los siguientes puntos.

1. - El API, ASME y los códigos especificados para cada caso.

2. - Características de operación de las válvulas de relevo y capacidad entre líneas.

3. - Presión de diseño de el equipo que está operando asociado con la válvula de relevo.

4. - Capacidades y longitudes entre líneas.

5. - Propiedades físicas del vapor que será relevado en el sistema.

6. - Para los efectos producidos por la caída de presión se describen a continuación los siguientes puntos:

6.1 Se alcanzan velocidades altas por los efectos cinéticos de la caída de presión.

6.2 La caída de presión en la tubería se debe a la pérdida de fricción.

6.3 La caída de presión se entiende como una expansión libre isoentálpica desde la presión crítica en el orificio a la contrapresión desarrollada en la tubería.

El dimensionamiento está intrínsecamente relacionado con la capacidad máxima.

La capacidad máxima se calcula con la ayuda de la relación de Crocker y se basa en la contrapresión máxima permitida en el sistema para la selección del tamaño de los subcabezales; esta relación nos determina la presión final que existe para cada tramo:

$$P_c = \frac{\left(\frac{W}{d^2}\right) \left(\sqrt{\frac{RT_1}{K(K+1)}}\right)}{11400} \quad (5.7)$$

Esta ecuación está limitada por la velocidad sónica, es independiente de la presión inicial y no toma en cuenta como primera suposición el factor longitud, la presión inicial ó contrapresión tendrá que variar, de aquí la necesidad de evaluar

NOTA: La definición de las variables vienen al último del capítulo.

luar la caída de presión.

Para la caída de presión se evaluó una ecuación en términos ó en función de las condiciones de descarga del cabezal principal. Se considera, que si la caída de presión es alta, la densidad varía y no es posible emplear estas ecuaciones aún cuando se establezcan consideraciones de densidades promedio, métodos que llevan consigo de un 25 a 30% de error.

Es necesario aplicar las ecuaciones para flujo comprensible que tomen en cuenta los cambios de energía y que presuman que se lleve a cabo un proceso adiabático ó isotérmico.

Una vez estimada la presión de salida se procede a calcular la presión inicial en base a el método desarrollado por Conissson, la ventaja de este método es que unicamente esta en función de las condiciones de salida.

La solución de la ecuación de Conissson es un arreglo algebraico que utiliza todas las variables evaluadas a las condiciones de salida, conocidas a través de la ecuación de Crocker.

Para llegar a la ecuación se definen los siguientes términos:

A temperatura constante:

$$P_1 V_1 = P V = P_2 V_2 = RT \quad (5.8)$$

De la ecuación de continuidad:

$$\frac{V}{V_2} = \frac{v}{v_2} \quad (5.9)$$

Elevando al cuadrado ambos términos:

$$\frac{V^2}{V_2^2} = \frac{v^2}{v_2^2} \quad (5.10)$$

Agrupando fracciones:

$$V^2 v_2^2 = V_2^2 v^2 \quad (5.11)$$

$$P v = P_2 v_2 = RT \quad (5.12)$$

Se divide entre el término anterior.

$$\frac{P v}{v^2 V_2^2} = \frac{P_2 v_2}{v_2^2 V^2} \quad (5.13)$$

Cancelando términos:

$$\frac{P}{v V_2^2} = \frac{P_2}{v_2 V^2} \quad (5.14)$$

$$\frac{v}{V^2} = \frac{P}{P_2} \frac{v_2}{V_2^2} \quad (5.15)$$

Refiriéndose a la ecuación del balance general de energía para un proceso isotérmico en flujo compresible:

$$v dP + \frac{V dv}{g} + \int \frac{V^2}{2gD} (dL) = 0 \quad (5.16)$$

Si se multiplica la ecuación anterior por el

término $2g/\sqrt{2}$ se tiene:

$$\frac{2gvdP}{V^2} + \frac{2dV}{V} + \frac{fdl}{D} = 0 \quad (5.17)$$

Si se sustituye la ecuación (5.17) en la ecuación (5.15)

$$\frac{2g v_2}{V_2^2 P_2} \int_1^2 P dP + 2 \int_1^2 \frac{dV}{V} + \frac{f}{D} \int_1^2 dl = 0 \quad (5.18)$$

Integrando:

$$\left[2g v_2 \left/ \left(V_2^2 P_2 \right) \left(P_2^2 - P_1^2 \right) \right/ 2 \right] + 2 \log_e \frac{V_2}{V_1} + \frac{fl}{D} = 0 \quad (5.19)$$

En los casos donde se tiene líneas de una longitud de aproximadamente 200 pies ó más o donde el cambio en la velocidad es pequeña el término $2 \log_e \frac{V_2}{V_1}$ se anula, sin que aparezca un valor apreciable de aquí:

$$P_2^2 - P_1^2 = - \left[\left(V_2^2 P_2 \right) \left/ g v_2 \right. \right] \left[\left(fl \right) \left/ D \right. \right] \quad (5.20)$$

$$P_1^2 = P_2^2 + \left[\left(V_2^2 P_2 \right) \left/ g v_2 \right. \right] \left[\left(fl \right) \left/ D \right. \right] \quad (5.21)$$

pero $\int = \frac{1}{v}$; sustituyendo este valor se obtiene:

$$P_1 = \left[\left(fl P_2 V_2^2 \right) \left(2 P_2 \right) \left/ 2g D + P_2^2 \right. \right]^{1/2} \quad (5.22)$$

3.- Cálculo de la temperatura a la salida de la válvula.

Este punto merece atención especial ya que dependiendo del valor calculado de la temperatura corriente arriba de -

la válvula se obtienen las propiedades de los fluidos a relevar para el dimensionamiento del sistema.

Se realizó un estudio para determinar que proceso termodinámico se efectúa en una válvula de relevo para lo cual se especificaran los siguientes conceptos en los que se basa este trabajo.

La compresión y expansión de gases y la transferencia de calor se llevan a cabo por los siguientes procesos.

- a) adiabático y reversible
- b) adiabático y no reversible
- c) no adiabático y reversible
- d) no adiabático y no reversible

Tomaremos como ejemplo para nuestro estudio el caso (b) conocido como el proceso de expansión más fundamental; el cual se conoce como el proceso de Joule Thomson a través de una válvula, en este proceso la expansión se supone que tiene lugar a velocidad constante, con un cambio resultante en la entalpía igual a cero. Otra definición es que para un proceso de expansión en el cual se realiza un trabajo las velocidades de los gases son muy altas y la expansión ocurre a entropía constante.

Examinando ambos procesos estamos en la posición de poder predecir que en una válvula se suscitan ambos procesos.

Una válvula operará isoentropicamente inicialmente

te debido a las velocidades altas y bajas presiones encontradas en la válvula, esto indica que las temperaturas localizadas son muy bajas, resultando de la expansión isoentrópica. Fig. (5.1)

Cuando el fluido entra a la válvula a las condiciones iniciales P y T , se expande a una velocidad muy alta isoentrópicamente dentro de la boquilla de la válvula, alcanzando las condiciones de P_2 y T_2 .

Una vez que el fluido sale de la válvula (de la boquilla) la recuperación de la presión y temperatura de equilibrio ocurren.

Las condiciones finales P_3 y T_3 se logran y satisfacen la expansión de Joule y Thomson a la entalpía constante.

Descripción matemática del coeficiente Joule-Thomson.

Termodinámico. - Para llegar a la definición hemos de hacer un repaso termodinámico que nos permitan aclarar el origen de este coeficiente de gran utilidad pues, como se mencionó anteriormente, permitirá la evaluación de las condiciones de salida.

Si el proceso es adiabático $Q = 0$ la pérdida de energía por el sistema en forma de trabajo esto es W deberá ser igual a la disminución $-\Delta E$ en el contenido energético.

E_1 y E_2 son los contenidos energéticos para cada mol, en los estados inicial y final. Y si $E = PV$, tenemos que para E_1 y E_2 la relación queda:

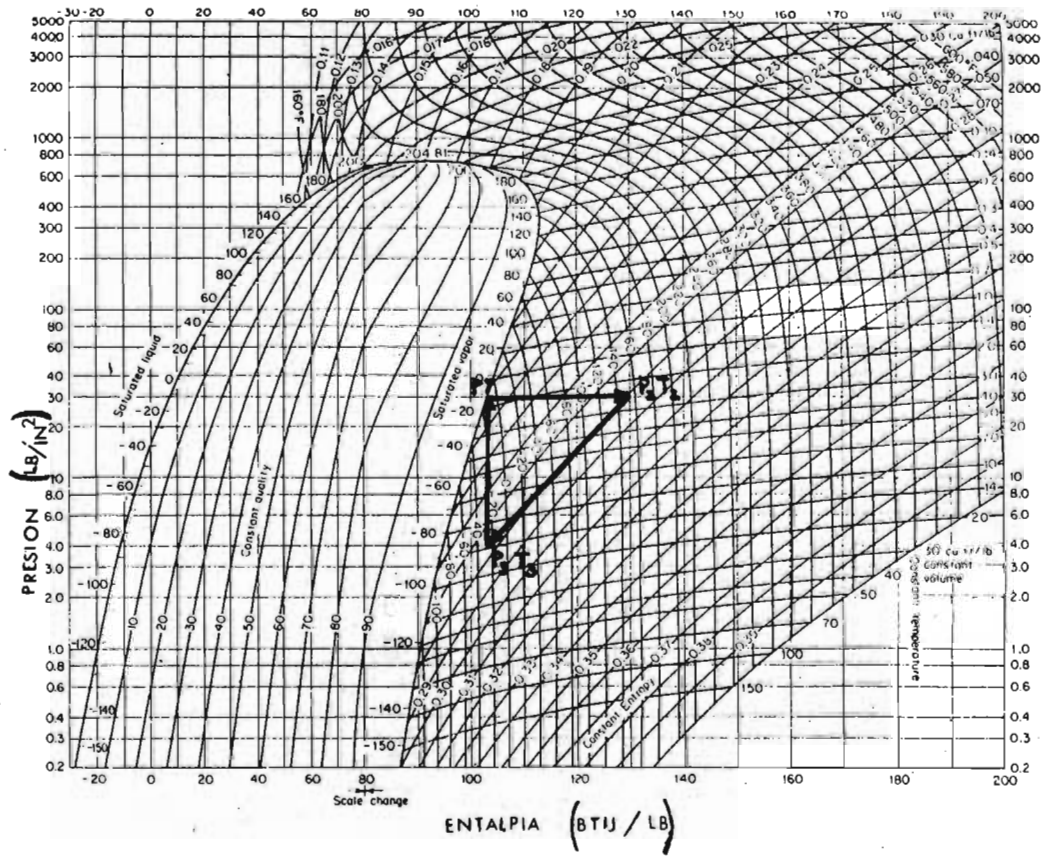


FIG. 5.1 DIAGRAMA PRESION - ENTALPIA

$$-(E_2 + E_1) = P_2 V_2 - P_1 V_1 \quad (5.23)$$

Rearreglando la ecuación:

$$E_1 + P_1 V_1 = E_2 + P_2 V_2 \quad (5.24)$$

$$H = E + PV \quad (5.25)$$

$$H_1 = H_2 \quad (5.26)$$

El contenido calórico permanece constante;

ahora bien:

$$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T dP + \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P dT \quad (5.27)$$

Cuando el contenido calórico sea constante se

igual a cero:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T dP + \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P dT = 0 \quad (5.28)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H = - \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T / \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P \quad (5.29)$$

Es la capacidad calórica del gas a presión cons_

tante esto es C_p , así:

$$\mu_{JT} = - \frac{1}{C_p} \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T \quad (5.30)$$

Utilizando la relación:

$$H = E + PV \quad (5.31)$$

$$\mu_{JT} = - \frac{1}{C_p} \left[\left(\frac{\partial E}{\partial P} \right)_T + \left(\frac{\partial PV}{\partial P} \right)_T \right] \quad (5.32)$$

$$\mu_{JT} = - \frac{1}{C_p} \left[\left(\frac{\partial E}{\partial V} \right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T + \left(\frac{\partial (PV)}{\partial P} \right)_T \right] \quad (5.33)$$

Las ecuaciones anteriores son en realidad aplica_

bles a cualquier fluido esto es, líquido o gas, pero se emplean generalmente para gases.

Para un gas ideal: $\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = 0$

$$PV = RT \quad (5.34)$$

$$\left[\frac{\partial(PV)}{\partial P}\right]_T = 0 \quad (5.35)$$

Si se introduce $\frac{a}{V^2}$ en la ecuación (5.33) ya

que:

$$\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = \frac{a}{V^2} \quad (5.36)$$

Esta relación se denomina presión interna, para casos líquidos este término aumenta al verificarse un aumento en la presión.

El término $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ es siempre negativo a temperaturas constantes e invariablemente acompañado de una disminución de volumen.

$\left(\frac{\partial PV}{\partial P}\right)$ es grande a presiones bajas y disminuye al aumentar la presión.

De lo cual podemos analizar que si el segundo término aumenta es debido a presiones bajas y μ_{JT} es > 0 ; de lo contrario si disminuye este término μ_{JT} es < 0 .

Más analíticamente se propone que para la ecuación termodinámica de estado.

$$V = T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T \quad (5.37)$$

* El término viene de la ecuación de Vander Waals.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

Se puede sustituir el segundo miembro de la ecuación por la ecuación donde μ_{JT} es el coeficiente de Joule Thomson el cuál mide la velocidad de cambio de la temperatura - respecto a la presión esto es: $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$

$$V = T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - \mu_{JT} C_P \quad (5.38)$$

$$\mu_{JT} = \frac{1}{C_P} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P-V} \right] \quad (5.39)$$

Esta ecuación viene a ser representativa de los valores experimentales introducidos para:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P, V \text{ y } C_P$$

El valor del coeficiente μ_{JT} no es cero - inclusive a presiones bajas. Se hará uso de la ecuación de Vander Waals para demostrar lo antes mencionado, excepto para gases ideal es que satisfacen la ecuación.

$$PV = RT \quad (5.40)$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{V}{T} \quad (5.41)$$

En la ecuación (5.30) esto es igual a cero.

Ahora bien en la ecuación de Vander Waals se encuentra que:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right) (V-b) = RT \quad (5.42)$$

así

$$T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = V - b + \frac{2a}{RT} - \frac{3abP}{R^2 T^2} \quad (5.43)$$

se obtiene:
$$T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right) - V = \frac{2a}{RT} - b - \frac{3abP}{R^2 T^2} \quad (5.44)$$

La ecuación (5.45) viene a ser:

$$\mu_{JT} = \frac{1}{C_p} \left(\frac{2a}{RT} - b - \frac{3abP}{R^2 T^2} \right) \quad (5.45)$$

sustituyendo a, b en función de sus propiedades críticas ya que:

$$a = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c} \quad (5.46)$$

$$b = \frac{RT_c}{8 P_c} \quad (5.47)$$

por simplicidad de cálculo se toma:

$$W = \frac{27}{64} \quad (5.48)$$

sustituyendo en la ecuación:

$$\mu_{JT} = -\frac{1}{C_p} \left[2W \frac{R^2 T_c^2}{R T P_c} - \frac{R T_c}{8 P_c} - 3W \frac{R^2 T_c^2 R T_c}{P_c 8 P_c} \frac{P}{R^2 T^2} \right] \quad (5.49)$$

el eliminando variables:

$$\mu_{JT} = -\frac{1}{C_p} \left[2W \frac{R T_c^2}{T P_c} - \frac{R T_c}{8 P_c} - \frac{3W R T_c^3 P}{8 P_c^2 T^2} \right] \quad (5.50)$$

tomando $\frac{R T_c}{P_c}$ como factor común:

$$\mu_{JT} = -\frac{1}{C_p} \frac{R T_c}{P_c} \left[0.84375 \frac{T_c}{T} - \frac{1}{8} - \frac{3W T_c^2 P}{8 P_c T^2} \right] \quad (5.51)$$

así:

$$\mu_{JT} = -\frac{1}{C_p} \frac{R T_c}{P_c} \left[0.84375 \frac{T_c}{T} - 0.125 - 0.1592 \frac{T_c^2 P}{P_c T^2} \right] \quad (5.52)$$

daremos nombres a los miembros de la ecuación:

$$\frac{T_c}{P_c} = A \quad (5.53)$$

$$0.84375 P_c = B \quad (5.54)$$

$$0.125 = C \quad (5.55)$$

$$0.1582 \frac{T_C^2}{P_C} = D \quad (5.56)$$

sustituyendo en la ecuación (5.52) se obtiene la ecuación (5.57)

$$\mu_{JT} = \frac{1.9854}{C_P} A \left[\frac{B}{T} - C - \frac{DP}{T^2} \right] \quad (5.57)$$

Es esta ecuación una vez determinado su valor real por definición se sustituyen en la ecuación (5.58) la cual dará el valor de la temperatura T_2 necesaria para la evaluación de los perfiles de temperatura.

$$\mu_{JT} = \frac{T_1 - T_2}{P_1 - P_2} \quad (5.58)$$

Estimación de los perfiles de temperatura.

Una vez que se conoce la T_1 en la relación de Joule

Thomson se procederá a evaluar la T_2 que entran en el cálculo del diámetro sónico. Considerando las conexiones comunes, cuando se releva para una causa, se ha procedido a tomar temperaturas de mezcla que nos permitirán evaluar propiedades como densidad y viscosidad en los puntos iniciales de cada tramo.

La temperatura de mezcla se calcula en el punto de unión de los subcabezales así:

$$TM = \sum_{i=1}^n \frac{T_i W_i}{W} \quad (5.59)$$

NOTA: Dentro del programa que se va describir a continuación, la variable TM será la T_1 que se emplea en la ecuación de Joule Thomson.

Nomenclatura

Pc	presión terminal al final de la linea en psia
d	diámetro interno en pulgadas
K	relación Cp/Cv (calores específicos)
R	1544/PM
PM	peso molecular
P ₁	presión terminal ó contrapresión en lb/ft ²
P ₂	presión de salida en Lb/ft ² , igual a la presión terminal de la ecuación de Crocker (Pc)
D	diámetro interno de la tubería en ft
G	32.2 Ft ² /seg
V	velocidad del fluido en ft/seg
L	longitud de la tubería en ft
f	factor de fricción
$\rho_{1,2}$	densidad en Lb/ft ³

Subíndices (1) y (2), son las condiciones a la entrada y salida de la tubería respectivamente.

Nomenclatura

C_p	capacidad calorífica BTU/Lb F
R	constante de los gases (0.082 atm litro mol ⁻¹ grado ⁻¹)
T_c	temperatura crítica en °R
T	temperatura absoluta en °R
T_1	temperatura de entrada absoluta en °R
T_2	temperatura de salida de la válvula °R
T_M	temperatura de mezcla en °R
T_i	temperatura absoluta del componente i °R
W_i	masa del componente i Lb/Hr.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El programa llamado SIMU está integrado por los siguientes módulos de cálculo los cuales en conjunto nos ayudan a la pronta solución del programa.

MODULO

CDCS	Cálculo de diámetros
CTEM	Cálculo de temperaturas
CPR0M	Propiedades
CONTR0	Control de programa

La descripción de los módulos anteriormente especificados se analizarán en una forma breve para su entendimiento.

Módulo CDCS. - En este módulo se determina fundamentalmente las capacidades máximas a condiciones críticas y la caída de presión que se conoce en el tanque como consecuencia la contrapresión.

Por lo tanto el módulo CDCS determina el diámetro y contrapresión generada.

Módulo CTEM. - En este módulo su función principal es la del cálculo de las temperaturas medias de cada uno de los tramos que intervienen y en cada uno de los puntos en que existe unión.

Módulo CPR0M. - En este módulo se calculan las

propiedades medias de los flúidos en cada uno de los ramales y uniones (como en el caso anterior).

Módulo CONTROL.- En este módulo llamado controlador del programa nos registrará aquellos valores que no sean aceptables ó su cálculo salga de lo normal; así también en último caso el programa se detiene indicando el tipo de falla.

DIAGRAMA DE BLOQUES

PROCEDIMIENTO GENERAL DE CALCULO

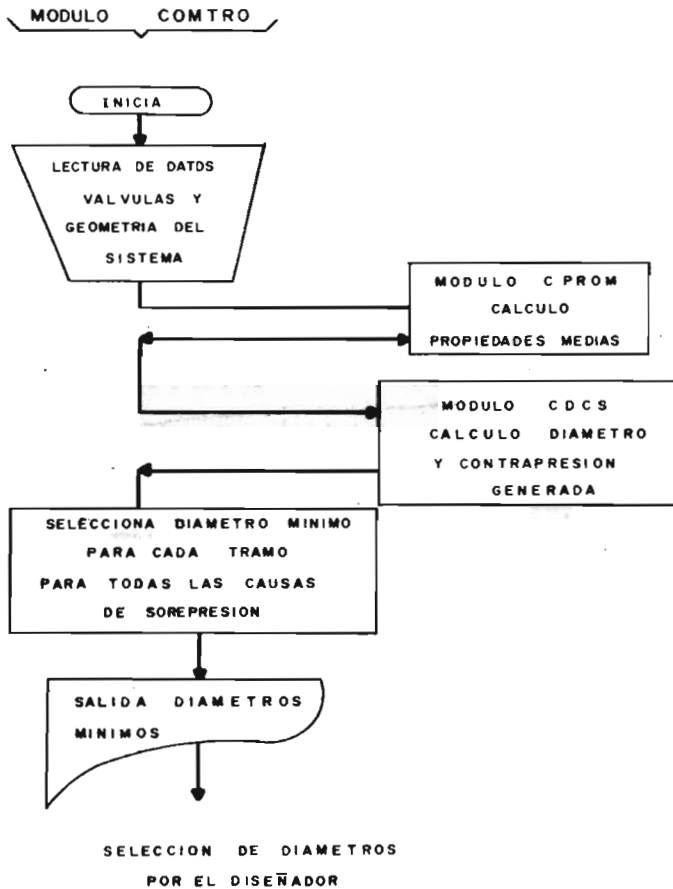
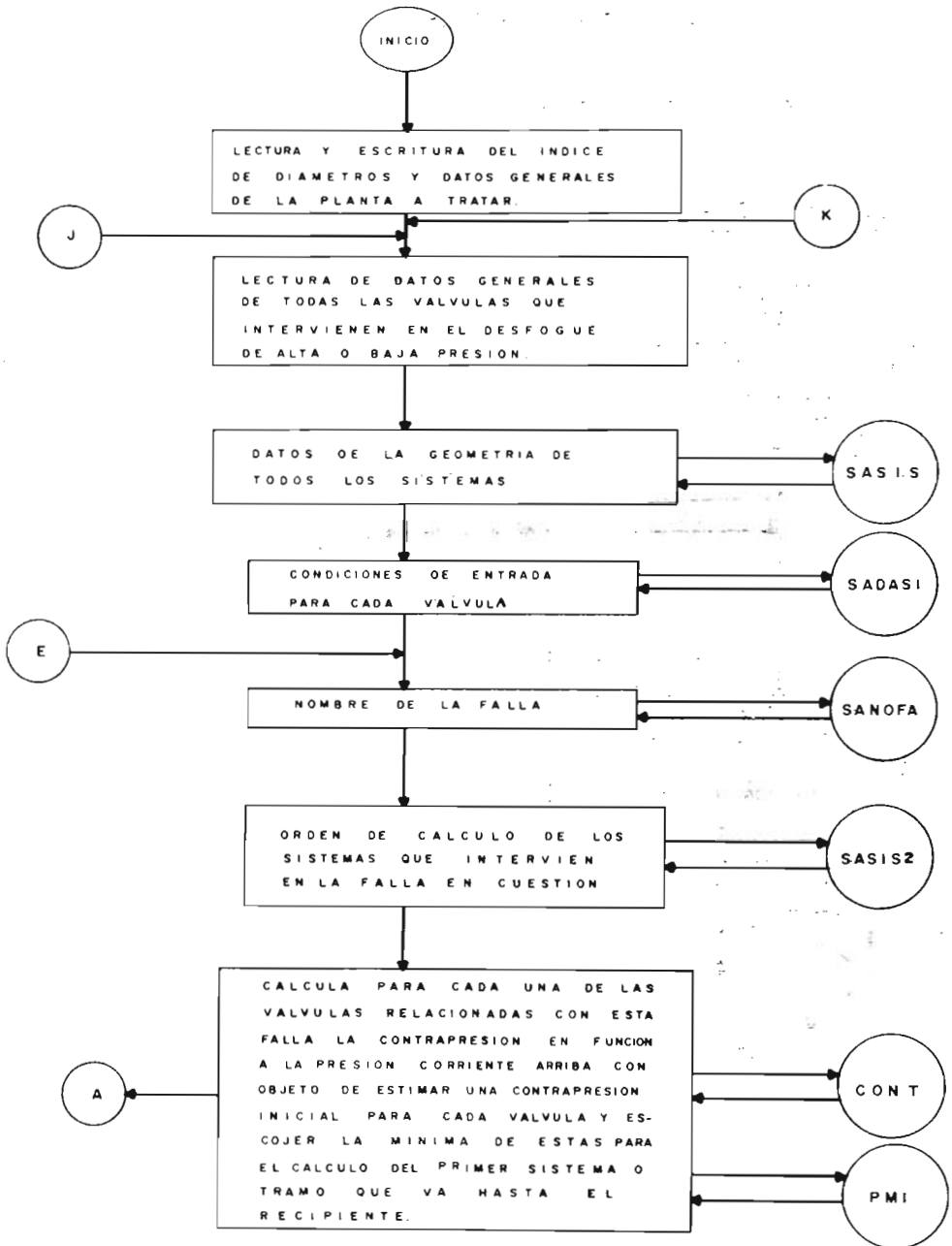
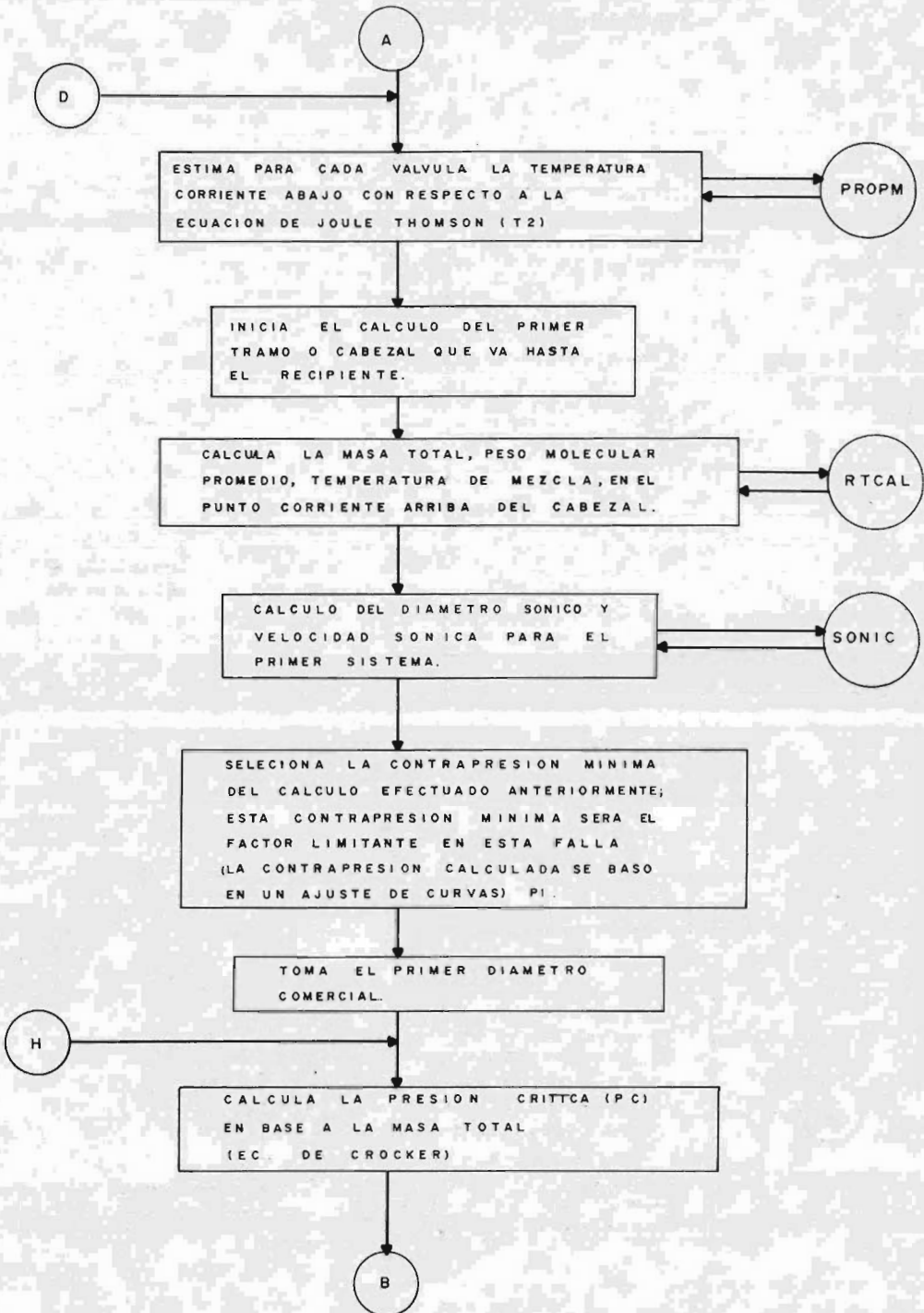
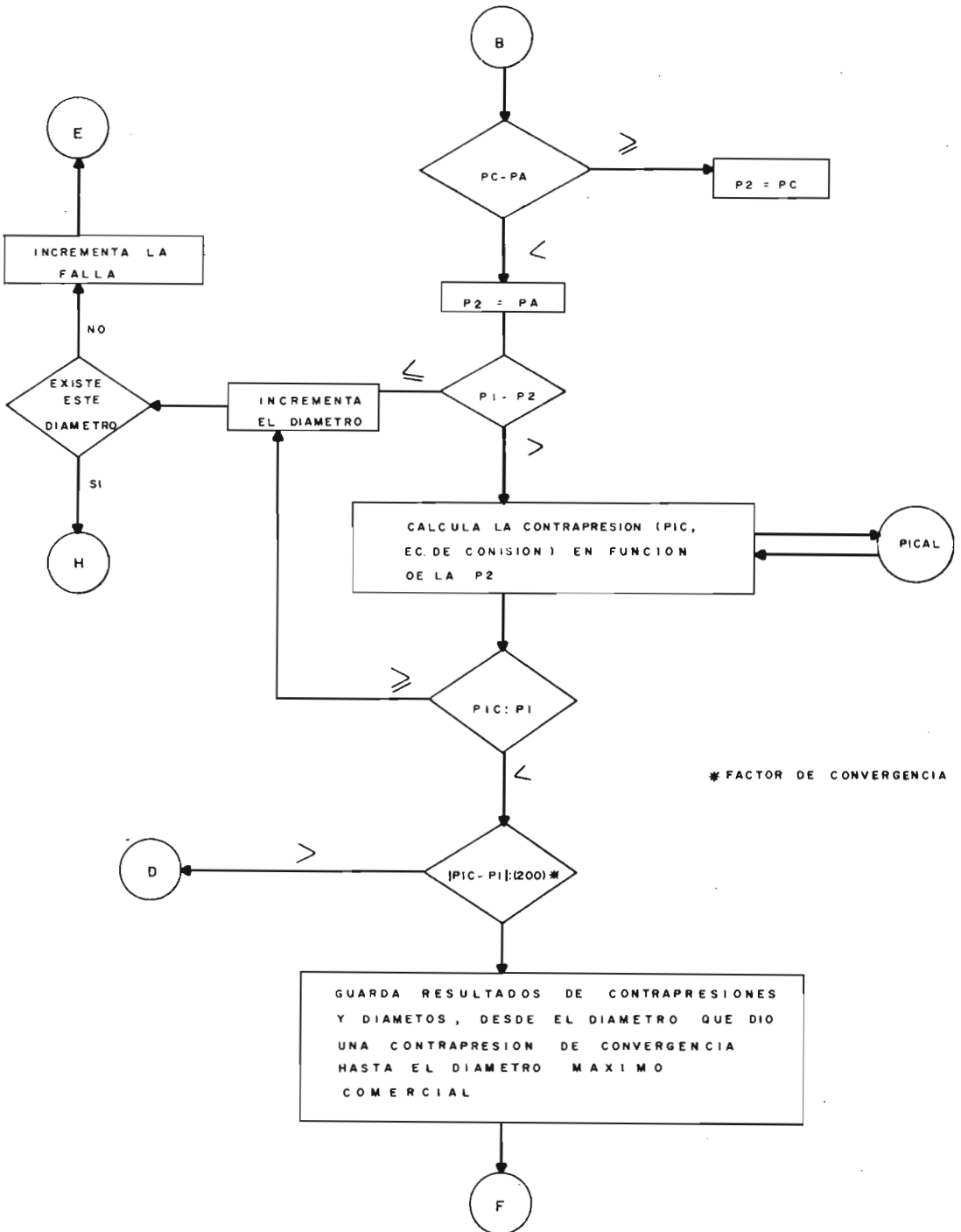
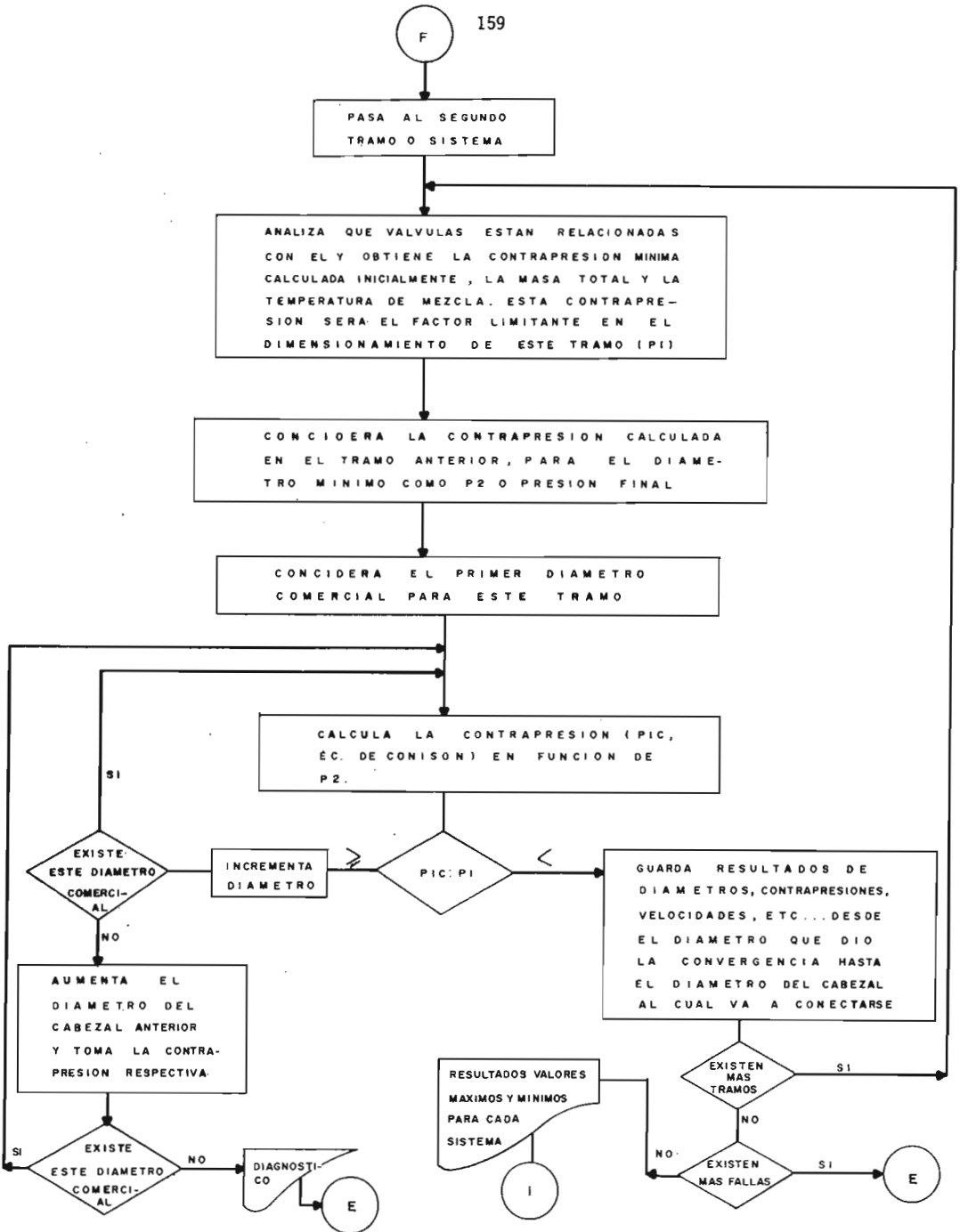
FASE I

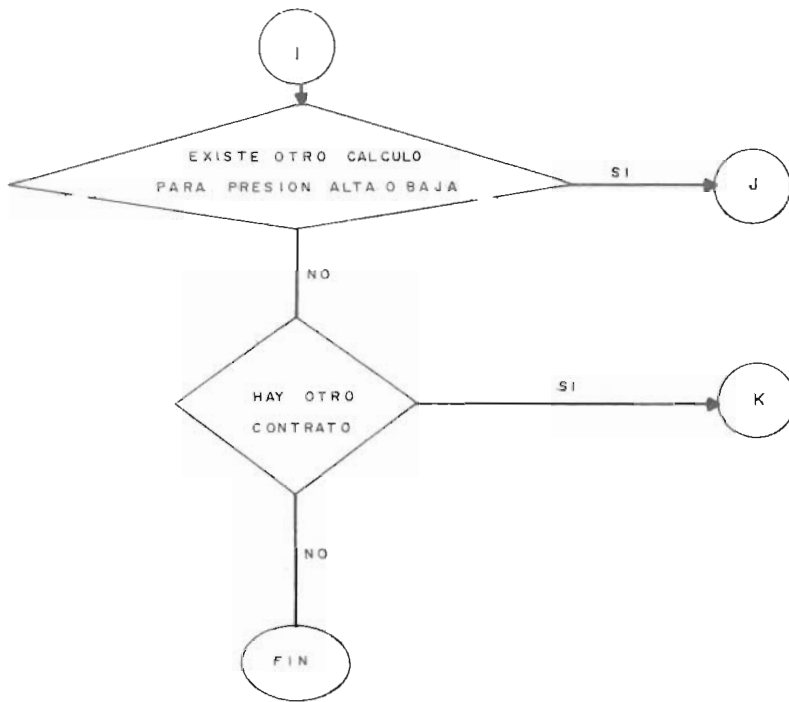
DIAGRAMA DE BLOQUES











```

CNDAL(1), J=0
1  SUBROUTINE AMFG(E51149SE,ES,150
2  SUBROUTINE
3  HDG PROG VAL SIM III *NUEV,DEVAL* 052401
4  DEQR, IS, TPE, SANGF, SANGF
5  SUBROUTINE SANGF(AINAP,SNF)
6  INTEGER SNF
7  IF (AINAP.EQ.1) GO TO 21
8  WRITE(6,5)
9  5 FORMAT(1H1,40X,'DESEQUE DE LINEAS DE BAJA PRESION',/)
10 GO TO 10
11 21 WRITE(6,7)
12 7 FORMAT(1H1,20X,'DESEQUE DE LINEAS DE ALTA PRESION',/)
13 10 GO TO(11,20,30,40,50,60),SNF
14 11 WRITE(6,12)
15 12 FORMAT(50X,'FALLA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO')
16 GO TO 90
17 20 WRITE(6,22)
18 22 FORMAT(50X,'FALLA DE FUEGO ')
19 GO TO 90
20 30 WRITE(6,32)
21 32 FORMAT(50X,'FALLA CORRIENTE ELECTRICA')
22 GO TO 90
23 40 WRITE(6,42)
24 42 FORMAT(50X,'FALLA SALIDA BLOQUEADA')
25 GO TO 90
26 50 WRITE(6,52)
27 52 FORMAT(50X,'FALLA RUPTURA DE TUBOS')
28 GO TO 90
29 60 WRITE(6,62)
30 62 FORMAT(50X,'FALLA EXPANSION TERMICA')
31 90 RETURN
32 END
33 *FJR, IS, TPF, PMI, P, I
34 SUBROUTINE PMI(NO1,MI,MJ,MK,ML,CPNMAX,GUARDA)
35 DIMENSION CPNMAX(50)
36 I=1
37 GUARDA=CPNMAX(I)
38 25 IF(CPNMAX(I).EQ.0) GO TO 30
39 IF(GUARDA.LE.CPNMAX(I))GO TO 30
40 GUARDA=CPNMAX(I)
41 30 I=I+1
42 IF(I.LE.NO1) GO TO 25
43 51 RETURN
44 END
45 *FJR, IS, TPF, PROPV, PROPM
46 SUBROUTINE PROPM(IM,IO1,P1,SNF,WT,TEMP,PMPR,R,VISCM,MI,MJ,MK,ML,
47 ICPCVP,NRAST)
48 INTEGER SNF
49 INTEGER DATVA(50,10),SIST(99,70)
50 COMMON DATVA,ARVA(50,29),SIST,SIFA(99,3),NUMB(56)
51 DIMENSION I(50)
52 CPSCVP=0
53 WRITE(6,2)
54 2 FORMAT(/10X,'SUB-PROPM',/)
55 GO TO(10,20,30,40,50,60),SNF
56 10 J=2
57 J=3
58 J=4
59 GO TO 70
60 20 J=5

```

```

61      JP=5
62      JT=7
63      50 10 70
64      30 JP=6
65      JP=9
66      JP=10
67      50 10 70
68      40 JP=11
69      JP=12
70      JP=13
71      50 10 70
72      50 JP=14
73      JP=15
74      JT=15
75      50 10 70
76      60 JP=17
77      JP=18
78      JT=19
79      70 *T=0.
80      ALFA=0
      P=0.
      PROT=0.
      STW=0.
      BETA=0
      NOVA=NO1+20
      DO 5 JS=21,NOVA
      IV=IST(IV,JS)
      IF(DARVA(IV,JA).EQ.0)GO TO 3
      WT=WT+DARVA(IV,JM)
      PROT=JARVA(IV,JM)/DARVA(IV,JP)
      P=P+PROT*P
      *WRITE(6,100)JS,NOVA,101,IV,WT,PROT
100  FORMAT(10X,'JS=',I5,5X,'NOVA=',I5,5X,'NO1=',I5,5X,'IV=',
      I5,5X,'WT=',F15.5,5X,'PROT=',F15.5)
      ALFA=PROT*JARVA(IV,21)*DARVA(IV,JP)**0.5+ALFA
      BETA=PROT*JARVA(IV,JP)**0.5+BETA
      *WRITE(6,101)ALFA,BETA
101  FORMAT(10X,'ALFA=',F15.5,5X,'BETA=',F15.5,/)
      T(IV)=(DARVA(IV,20)/144.)*(DARVA(IV,1)+144.-P1)+DARVA(IV,JT)
      CPSCVP=CPSCVP+DARVA(IV,JM)*DARVA(IV,24)
      STW=STW+T(IV)*DARVA(IV,JM)
      IF(NRAB1.EQ.1)*WRITE(6,1)IV,IV,T(IV),CPSCVP
1  FORMAT(10X,'SISTEMAS=',T2,5X,'VALVULA NUMERO=',I2,5X,'TEMPERATU
      RA=',F15.5,'CPSCVP=',E8.2)
3  CONTINUE
      TEMPE=STW/WT
      PMPR=WT/PMP
      RE1544./PMPR
      VISC=ALFA/BETA
      CPSCVP=CPSCVP/WT
      RETURN
      END
      *IF R=15 TPFL,OMEGA,OMEGA
      *SUBROUTINE OMEGA(P1,P2,PMIN,WT,TEMP,PMPR,DSUN,T1,T2,PC,VEL1,VEL
114  12,PMIN, X,ML,IM,SIFA,M1,LO,F,ICONH,KJ,J,NRST1,NRST2,NGRAP,NTS,
115  2VSO,IG,JA,IT,N,NOVA,IT)
116  INTEGER JAF
117  INTEGER I,TVA(50,10),SIST(99,70)
118  REAL LO,ATON
119  COMMON /TVA,JA(VA(50,20),SIST,SIFA(99,3),NOVA(56)
120  2)ALPHA,PI(10),JPF(5,50)

```

```

122 COM40N(SA)A/CPT(9,2),RESISP(1,51),PHI(99,20),RESISO(99,20)
123 PE=P1/144
124 TEM=TEMP-460
125 T=T2-460
126 SJARD=SJARD/144
127 PE=P2/144
128 NMATCH=VEL1/VSON
129 IF(NRAS11.EQ.1)GO TO 9
130 IF(NRAS12.EQ.1)GO TO 15
131 GO TO 100
132 9 IF(NCONH.NE.1)GO TO 42
133 WRITE(6,40)NOB,(NOFA(IT,IX),IX=1,50)
134 40 FORMAT(1H1,50X,'SUBDIRECCION DE PROYECTOS',//,34X,'OFICINA DE DESA
135 RROLLO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS',//,50X,'CALCULO
136 2 DE SISTEMAS DE DESFOQUE',//,36X,'**',50A1,'**',//,55X,50A1,/)
137 WRITE(6,20)
138 20 FORMAT(1X,'SIS',2X,'NUM.',1X,'NUM.',1X,'GASTO TOTAL',1X,'PESO',2X,
139 1,'MAXIMA P.',4X,'P1',5X,'T1(GR)',4X,'FAC.',3X,'LONG.',2X,'P2(C.A)',
140 21X,'P.CRIT2',1X,'DIAM',3X,'DIAM',2X,'T2(GR)',3X,'CONTP',4X,'NMATCH
141 3',//,1X,'TEMA',1X,'VALV',1X,'FAL',3X,'(L3/HR)',2X,'MOLEC',4X,'PSIAS
142 4',5X,'PSIAS',3X,'FARENG.',3X,'FRIC',3X,'TOTAL',4X,'PSIAS',2X,'PSIA
143 5S',2X,'SUNIC',2X,'CABE',2X,'FARENG.',1X,'GENERADA',4X,'(2)',//,72X,
144 6'FT',20X,'INCH',2X,'INCH',11X,'PSIAS',/)
145 42 IF(1M.EQ.1)GO TO 12
146 DCA=PHI(1M,KJ)
147 PICT=CPI(1M,KJ)
148 GO TO 14
149 12 DCA=RESISO(1M,J)
150 PICT=RESISP(1M,J)
151 14 WRITE(6,21)1M,SIST(1M,2),SNF,WT,PMPR,GUARD,PE,TEM,F,LO,PS,PC,
152 1DSON,DCA,T9,PICT,NMATCH
153 21 FORMAT(2X,13,2X,12,2X,12,1X,F11.2,1X,F6.2,1X,F9.2,1X,F9.2,1X,
154 1F9.2,1X,F6.4,1X,F8.2,1X,F6.2,1X,F8.2,1X,F5.2,1X,F7.2,1X,F8.2,
155 21X,F7.4)
156 IF(NANA.NE.1)RETURN
157 IF(NRAS12.EQ.6)RETURN
158 15 WRITE(6,40)
159 WRITE(6,3)NOB,(NOFA(IT,IX),IX=1,50)
160 3 FORMAT(30X,'**',56A1,'**',//,40X,'RESULTADOS GENERALES DE DIAMETRO
161 15 Y CONTRAPRESIONES',//,55X,50A1,//,40X,'SISTEMA',10X,'DIAMETRO(IN
162 2)',10X,'CONTRAP.(PSIA)',//)
163 1M=1
164 DO 32 J=1,NGR0
165 WRITE(6,2)1M,(RESISO(1M,J),RESISP(1M,J))
166 2 FORMAT(40X,15,14X,F8.4,15X,F9.3)
167 32 CONTINUE
168 DO 50 I=1,NHS
169 IF(PHI(1M,1).EQ.0)GO TO 50
170 WRITE(6,200)
171 200 FORMAT(40X,'SISTEMA',10X,'DIAMETRO(IN)',10X,'CONTRAP.(PSIA)')
172 NMAEN=1(1)
173 DO 50 KJ=1,NKX
174 WRITE(6,4)1M,PHI(1M,KJ),CPT(1M,KJ)
175 4 FORMAT(40X,15,14X,F8.4,15X,F9.3)
176 50 CONTINUE
177 50 CONTINUE
178 100 RETURN
179 END
180 IF(15)TYPE=ATCAL,PICAL
181 SJARDJAVE RICAL(T2,P1,P2,1M,2,4,ML,T2,TEMP,RT,RT1,RT2)
182 INTEGER DATVA(99,10),SIST(99,70)

```

```

181 C=440. DATVA, DARVA(50,20),SIST,SIFA(99,3),NOMB(56)
182 T1=TEMP
183 T2=(SIFA(10,1)/144.)*((P1-P2)/T1)
184 IF (T1.LE.0.0.OR.T2.LE.0.0) GO TO 10
185 TEME=(T1-T2)/(ALOG(T1/T2))
186 RTER*TEME
187 RT1=R*T1
188 RT2=R*T2
189 GO TO 30
190 10 WRITE(6,20) T1,T2
191 20 FORMAT(10X,'TEMPERATURAS MENORES DE CERO ',2F10.2)
192 STOP
193 30 RETURN
194 END
195
196 *FOR. IS TPFS, SONIC, SONIC
197 SUBROUTINE SONIC(W, PMPR, P2, CPSCV, RT, I4, DSON, VESON)
198 C
199 MODULE 10
200 VESON=DSQRT(CPSCV*32.2*RT)
201 DSON=0.104*(DSQRT(W/(P2*(DSQRT(RT))))))
202 *RI(EL6,11)M, VESON, DSON
203 1 FORMAT(10X,'SISTEMA=',I2,'VELOC, SONICA=',F10.5,'FT/SEG',10X,'DIAME
204 CTRO SONICO=',F10.5,'INCHS'/)
205 RETURN
206 END
207
208 *FOR. IS TPFS, PICAL, PICAL
209 SUBROUTINE PICAL(P1,P2,RT1,RT2,NT,DIP,F,LO,PIC,R01,R02,VEL1,VEL2)
210 REAL LO
211 R01=(P1)/RT1
212 R02=(P2)/RT2
213 VEL1=((W/R01)/((3.14159/4)*(DIP**2)))/3600
214 VEL2=((W/R02)/((3.14159/4)*(DIP**2)))/3600
215 ALFA=((F*LO*R02*VEL2**2)/((32.2)*DIP))*P2
216 BETA=P2**2
217 GAMMA=2*((VEL2**2)*R02*P2)/32.2)
218 DELTA=GAMMA+ALOG(VEL2/VEL1)
219 PIC=SQRT(ALFA+BETA+DELTA)
220 RETURN
221 END
222
223 *FOR. IS TPFS, DELTPL, DELTPL
224 SUBROUTINE DELTPL(EPSI,NT,D,VISCM,R0,RE,FS)
225 C
226 **** INDICE DE VARIABLES ****
227 C
228 C VARIABLE DESCRIPCION UNIDADES
229 C RE NUM. DE REYNOLDS
230 C NT GASTO EN MASA LB/HR
231 C D DIAMETRO PULGADAS
232 C VISCM VISCOSIDAD CENTIPOISES
233 C EPSI RUGOSIDAD RELATIVA
234 C FS FACTOR DE FRICCION
235 ITER=0
236 RE=(0.32*NT)/(VISCM*D)
237 WRITE(6,4)EPSI,NT,D,VISCM,RE
238 IF(RE.LE.2100)GO TO 100
239 SUPONE UN F BASADO ECUACION ART.157 Y CALCULA UN F BASADO EN EC. COLE
240 4 FORMAT(//,50X,'CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION PARA FLUJO TURBUL
241 ENTO O LAMINAR',//,20X,'RUGOSIDAD RELATIVA =',E18.10//,20X,'MASA T
242 COTAL =',E18.10//,20X,'DIAMETRO =',E18.10//,20X,'VISC
243 COSIDAD =',E18.10//,20X,'CENTIPOISES',//,20X,'NUMERO DE REYNOLDS =',E18.10
244 C FS=0.0001*(7500./PSI**12./1000000./RE)**0.333333)
245 WRITE(6,245)
246 2 FORMAT(//,20X,'FACTOR DE FRICCION SUPUESTO =',E18.10)
247 F1=(1/SQRT(FS))+2.*ALOG10((EPSI*12.)/(3.7*D)+(2.51/RE)*(1/SQRT(FS)

```

```

244      1)
245      B=2.51/RL
246      YPRIM=1.0+(2.0*0.43429448*B)/(EPSI*12.)/(3.7*Q1+(2.51/REI)*(1/SQRT
247      1(FS)))
248      X=1/SQRT(FS)
249      ANEW=(1.0/SQRT(FS1))-(F1/YPRIM)
250      IF (ABS((XNEW-X)/XNEW)) .LT. 1.0E-06) GO TO 200
251      ITER=ITER+1
252      IF (ITER.GE.30) GO TO 250
253      FC=FS
254      FS=1.0/(ANLW*2)
255      C WRITE(6,5)ITER,FS
256      C 5  FORMAT(10X,ITER,NUM =,I5,5X,FACTOR DE FRICCION =,F18.10)
257      IF (ABS(FC-FS).LE.1.0E-04) GO TO 200
258      GO TO 20
259      100  FS= 64/RE
260      GO TO 200
261      250  WRITE(6,6)
262      B 6  FORMAT(10X,IND. CONVERGIO F,SE SUPONE F=0.0111)
263      FS=0.0111
264      200  RETURN
265      END
266
267  *FOR 15  JPRS,LEND,LEND
268  SUBROUTINE LEND(NI,D,D12,RN,LEQI,NRAST)
269  DIMENSION D12(36),LL(42),RN(42),NI(39)
270  REAL LL(42),K(3),L(42)
271  DO 31 L=29,32
272  31  NI(L)=0
273  DO 35 L=1,32
274  35  RI(L)=0.0
275  43  J(1)=0.0
276  I=1
277  51  CONTINUE
278  IF (NRAST.NE.0) WRITE(6,100)I,M,L
279  100  FORMAT(10X,3I2)
280  44  IF(1.GT.25 .AND. I.LE.30) L=29
281  IF(1.LE.25) L=I
282  IF(1.GT.30 .AND. I.LE.32) L=30
283  IF(1.GT.30 .AND. I.LE.35) L=31
284  IF(1.GT.35 .AND. I.LE.38) L=32
285  IF(1.GT.27) J2=J12(I)
286  V=NI(I)
287  IF(1.GE.28 .AND. J2.EQ.0.0) GO TO 53
288  GO TO(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,
289  24,25,26,27,28,29,30,30,31,31,31,32,32,32),I
290  1  LE=1.610668103*0**0.921841189
291  GO TO 1000
292  2  LE=1.9730522*0**1.00290202
293  GO TO 1000
294  3  LE=3.41007E-1+0**1.06515637
295  GO TO 1000
296  4  LE= 3*(1.3605536*0**3.72285E-4 + 0*(-1.1134E-5 + 0*(1.189E-8)))+
297  /1.1004E-1
298  GO TO 1000
299  5  LE=-2.5763325*F-1 + 0.00282377*0
300  GO TO 1000
301  6  LE=3.652859*0**1.00290202
302  GO TO 1000
303  7  LE=2.64558335*0**0.933407105
304  GO TO 1000
305  8  LE=3.0934455*0**0.99393069

```

```

305      GO TO 1000
306      LE=3.333333*(L-1)**2*.975419957
307      GO TO 1000
308      10 LE=-5.19240255E-2+1.07571892E-1*L
309      GO TO 1000
310      11 LE=3.47344805E-2 + 1.12573853E-1*L
311      GO TO 1000
312      12 K=0.0157*L**2*(1.5971)
313      GO TO 200
314      13 K=0.5
315      GO TO 200
316      14 K=0.052*L**2*(-.7109)
317      GO TO 200
318      15 K=0.04
319      GO TO 200
320      16 K=0.23
321      GO TO 200
322      17 K=0.50
323      GO TO 200
324      18 K=0.75
3      GO TO 200
326      19 K=1.0
327      GO TO 200
328      20 K=1.0
329      GO TO 200
330      21 K=2.7
331      GO TO 200
332      22 K=9.0
333      GO TO 200
334      23 LE=1.50*L
335      GO TO 1000
336      24 LE=3.655557*L
337      GO TO 1000
338      25 LE=11.915557*L
339      GO TO 1000
340      26 IF(L.GE.7.981)LE=3.33333*L
341      LE=4.0*L
342      GO TO 1000
343      27 LE=12.3*L
3      GO TO 1000
345      28 P=02/3
346      IF(P.GT.1.0) K=(1-P**2)**2
347      IF(P.LE.1.0) K=0.5*(1-P**2)
348      VT(L)=1
349      GO TO 300
350      29 P=02/3
351      K=1.06*(1-P**2)
352      VT(L)=1
353      GO TO 300
354      30 P=)2/3
355      K=1-P**2
356      VT(L)=1
357      GO TO 300
358      31 P=02/3
359      K=2.3*(1-P**2)*((1/P)**2-1)
360      VT(L)=1
361      GO TO 300
362      32 K=1.2*(1-COS(L/2))
363      VT(L)=1
364      GO TO 300
365      309 CONTINUE

```



```

355 DEN=-2.0*ALOG10(4.8649E-4/2)
357 FF=(1.0/DENI)**2
358 LE=<*0/(12*FF)
359 GO TO 1000
370 DEN=-2.0*ALOG10(4.8649E-4/2)
371 FF=(1.0/DENI)**2
372 LE=<*0/(12*FF)
373 1000 LL(L)=LE
374 RV(L)=LE*IT(L)+BN(L)
375 JULI=JULI+BN(L)
376 53 CONTINUE
377 999 IF(1.6E-30) GO TO 52
378 I=I+1
379 GO TO 51
380 52 CONTINUE
381 LE9I=JULI
382 RETURN
383 END
384 *FOR, IS IPF, SASIS, SASIS
385 SUBROUTINE SASIS(NTS,NIV,M1,M2,MK,ML)
386 INTEGER DATVA(50,10),SIST(99,70)
387 COMMON DATA, DARVA(50,29),SIST,SIFA(99,3),NOMB(56)
388 DIMENSION NIM(99)
389 DO 200 I=1,99
390 NIM(I)=IM
391 200 CONTINUE
392 NI=1
393 NF=10
394 IE(NTS,LL,NF)=ENTS
395 50 WRITE(6,1)(NIM(I),IM=NI,NF)
396 J=1
397 1 FORMAT(//,53X,'DATOS SISTEMAS DESFOQUE',//,5X,'SISTEMAS',11X,10
398 1(4X,12,4X))
399 WRITE(6,2) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
400 J=J+1
401 WRITE(6,3) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
402 J=J+1
403 WRITE(6,4) J,(SIFA(I,1),IM=NI,NF)
404 J=J+1
405 WRITE(6,5) J,(SIFA(I,2),IM=NI,NF)
406 J=J+1
407 WRITE(6,6) J,(SIFA(I,3),IM=NI,NF)
408 J=J+1
409 WRITE(6,7) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
410 J=J+1
411 WRITE(6,8) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
412 J=J+1
413 WRITE(6,9) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
414 J=J+1
415 WRITE(6,10) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
416 J=J+1
417 WRITE(6,11) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
418 J=J+1
419 WRITE(6,12) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
420 J=J+1
421 WRITE(6,13) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
422 J=J+1
423 WRITE(6,14) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
424 J=J+1
425 WRITE(6,15) J,(SIST(I,M),IM=NI,NF)
426 J=J+1

```

```

427      WRITE(6,16)J      ,(SIST(IM,J      ),IMENI,NF)
428      J=J+1
429      WRITE(6,17)J      ,(SIST(IM,J      ),IMENI,NF)
430      J=J+1
431      ABLE(6,51)J      ,(SIST(IM,J      ),IMENI,NF)
432      J=J+1
433      WRITE(6,52)J      ,(SIST(IM,J      ),IMENI,NF)
434      J=J+1
435      WRITE(6,53)J      ,(SIST(IM,J      ),IMENI,NF)
436      J=J+1
437      WRITE(6,18)J      ,(SIST(IM,J      ),IMENI,NF)
438      2  FORMAT(5X,11,2X,'SISTEMA DEPEND.',1X,10(4X,12,4X))
439      3  FORMAT(5X,11,2X,'NUM.VALV.SIST.',1X,10(4X,12,4X))
440      4  FORMAT(5X,11,2X,'COEF.P.C.T.',7X,10(2X,F6.3,2X))
441      5  FORMAT(5X,11,2X,'DIAMETRO SIST.',4X,10(2X,F6.3,2X))
442      6  FORMAT(5X,11,2X,'LONG.TRANS REC.',10(2X,F7.1,1X))
443      7  FORMAT(5X,11,2X,'EXISTEN ACCESORS',10(4X,12,4X))
444      8  FORMAT(5X,11,2X,'CODO RAD LARGO90',10(4X,12,4X))
445      9  FORMAT(5X,11,2X,'CODO RAD CORTO90',10(4X,12,4X))
446      10 FORMAT(5X,11,2X,'CODO REGU. 45G',2X,10(4X,12,4X))
447      11 FORMAT(4X,12,2X,'TE FLUJO LINEA',2X,10(4X,12,4X))
448      12 FORMAT(4X,12,2X,'TE FLUJO RAMA',3X,10(4X,12,4X))
449      13 FORMAT(4X,12,2X,'CODO REGU.180 GR',10(4X,12,4X))
450      14 FORMAT(4X,12,2X,'COD. RAD. LARG.180',10(4X,12,4X))
451      15 FORMAT(4X,12,2X,'VALV.CHECK(SAING)',10(4X,12,4X))
452      16 FORMAT(4X,12,2X,'ENTR. REDONDEADA',10(4X,12,4X))
453      17 FORMAT(4X,12,2X,'ENTRADA PLANA',10(4X,12,4X))
454      51  FORMAT(4X,12,2X,'ENTR.A TUBERIA',10(4X,12,4X))
455      52  FORMAT(4X,12,2X,'EXPAN.Y REDUCC.',10(4X,12,4X))
456      53  FORMAT(4X,12,2X,'TOBERA DE FLUJO',10(4X,12,4X))
457      18  FORMAT(4X,12,2X,'ES VALVULA O SIS',10(4X,12,4X))
458      NTVS=20+NTV
459      DO 20 JS=21,TVS
460      WRITE(6,19) JS,(SIST(IM,JS),IMENI,NF)
461      19  FORMAT(4X,12,2X,' VALVULA',10(4X,12,4X))
462      20  CONTINUE
463      IF(NF.GE.NTS) GO TO 100
464      NF=NF+10
465      NF=NF+10
466      IF(NF.GE.NTS) GO TO 75
467      GO TO 50
468      75  NF=NTS
469      GO TO 50
470      100 RETURN
471      END
472      *FOR IS TPFs,SASIS2,SASIS2
473      SUBROUTINE SASIS2(NTS,NTV,MI,MJ,MK,ML,SNF,NOFA,IT)
474      INTEGER DATVA(50,10),SIST(99,70),ORDCAL(99),SALID(99),SA,SNF
475      COMMON DATVA,DARVA(50,20),SIST,SIFA(99,3),NUMR(56)
476      COMMON OI/ORDCAL
477      DIMENSION SALID(99),NOFA(6,50)
478      2  FORMAT(5X,11,2X,'SISTEMA DEPEND.',1X,10(4X,12,4X))
479      3  FORMAT(5X,11,2X,'NUM.VALV.SIST.',1X,10(4X,12,4X))
480      4  FORMAT(5X,11,2X,'COEF.P.C.T.',7X,10(2X,F6.3,2X))
481      5  FORMAT(5X,11,2X,'DIAMETRO SIST.',4X,10(2X,F6.3,2X))
482      6  FORMAT(5X,11,2X,'LONG.TRANS REC.',10(2X,F7.1,1X))
483      7  FORMAT(5X,11,2X,'NUMERO ACCESORS',1X,10(4X,12,4X))
484      8  FORMAT(5X,11,2X,'CODO RAD LARGO90',10(4X,12,4X))
485      9  FORMAT(5X,11,2X,'CODO RAD CORTO90',10(4X,12,4X))
486      10  FORMAT(5X,11,2X,'CODO REGU. 45G',2X,10(4X,12,4X))
487      11  FORMAT(4X,12,2X,'TE FLUJO LINEA',2X,10(4X,12,4X))

```

```

488 12 FORMAT(4X,I2,2X,'TE FLUJO RAMA',3X,10(4X,I2,4X))
489 13 FORMAT(4X,I2,2X,'CODO REGI.180GR',10(4X,I2,4X))
490 14 FORMAT(4X,I2,2X,'COD. RAD. LARG.180',10(4X,I2,4X))
491 15 FORMAT(4X,I2,2X,'VALV CHECK(S+ING)',10(4X,I2,4X))
492 16 FORMAT(4X,I2,2X,'ENTR. REDONDEADA',10(4X,I2,4X))
493 17 FORMAT(4X,I2,2X,'ENTRADA PLANA',10(4X,I2,4X))
494 51 FORMAT(4X,I2,2X,'ENT. A TUBERIA',10(4X,I2,4X))
495 52 FORMAT(4X,I2,2X,'EXPAN.Y REDUCC.',10(4X,I2,4X))
496 53 FORMAT(4X,I2,2X,'TOBERA DE FLUJO',10(4X,I2,4X))
497 18 FORMAT(4X,I2,2X,'VALVULA O SIST.',10(4X,I2,4X))
498 19 FORMAT(4X,I2,2X,'VALVULA',10(4X,I2,4X))
499 NCONT=0
500 N=0
501 NI=1
502 NF=10
503 DO 150 I=1,99
504 IF(ORDCAL(I).EQ.0)GO TO 150
505 N=N+1
506 150 CONTINUE
507 NFINT=N
508 IE(N+1,10)NF=N
509 50 WRITE(6,1)NOMB,(NOEA(I),IX),IX=1,50), (ORDCAL(IM), IV=NI,NF)
510 1 FORMAT(2HI,///,50X,'DATOS SISTEMAS DESFOGUE',///,30X,'***',56A1,'***',
511 1///,51X,50A1,///,5X,'SISTEMAS',11X,10(4X,I2,4X))
512 J=1
513 DO 30 IM=NI,NF
514 KK=ORDCAL(IM)
515 30 SALID(IM)=SISI(KK,J)
516 WRITE(6,2)J,(SALID(IM),IM=NI,NF)
517 J=J+1
518 DO 21 IM=NI,NF
519 KK=ORDCAL(IM)
520 21 SALID(IM)=SISI(KK,J)
521 WRITE(6,3)J,(SALID(IM),IM=NI,NF)
522 J=J+1
523 DO 22 IM=NI,NF
524 KK=ORDCAL(IM)
525 22 SALIDP(IM)=SIFA(KK,1)
526 WRITE(6,4)J,(SALIDP(IM),IV=NI,NF)
527 J=J+1
528 DO 23 IM=NI,NF
529 KK=ORDCAL(IM)
530 23 SALIDP(IM)=SIFA(KK,2)
531 WRITE(6,5)J,(SALIDP(IM),IM=NI,NF)
532 J=J+1
533 DO 24 IM=NI,NF
534 KK=ORDCAL(IM)
535 24 SALIDP(IM)=SIFA(KK,3)
536 WRITE(6,6)J,(SALIDP(IM),IM=NI,NF)
537 J=J+1
538 DO 25 IM=NI,NF
539 KK=ORDCAL(IM)
540 25 SALID(IM)=SISI(KK,J)
541 WRITE(6,7)J,(SALID(IM),IM=NI,NF)
542 J=J+1
543 DO 26 IM=NI,NF
544 KK=ORDCAL(IM)
545 26 SALID(14)=SISI(KK,J)
546 WRITE(6,8)J,(SALID(I'),IM=NI,NF)
547 J=J+1
548 DO 27 IM=NI,NF

```

```

549.      KK=ORDCAL(IM)
550.      27. SALID(IM)=SIST(KK,J)
551.      WRITE(6,9)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
552.      J=J+1
553.      DO 28. IMENI,NF
554.      KK=ORDCAL(IM)
555.      28. SALID(IM)=SIST(KK,J)
556.      WRITE(6,10)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
557.      J=J+1
558.      DO 29. IMENI,NF
559.      KK=ORDCAL(IM)
560.      29. SALID(IM)=SIST(KK,J)
561.      WRITE(6,11)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
562.      J=J+1
563.      DO 31. IMENI,NF
564.      KK=ORDCAL(IM)
565.      31. SALID(IM)=SIST(KK,J)
566.      WRITE(2,12)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
567.      J=J+1
568.      DO 32. IMENI,NF
569.      KK=ORDCAL(IM)
570.      32. SALID(IM)=SIST(KK,J)
571.      WRITE(6,13)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
572.      J=J+1
573.      DO 33. IMENI,NF
574.      KK=ORDCAL(IM)
575.      33. SALID(IM)=SIST(KK,J)
576.      WRITE(6,14)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
577.      J=J+1
578.      DO 34. IMENI,NF
579.      KK=ORDCAL(IM)
580.      34. SALID(IM)=SIST(KK,J)
581.      WRITE(6,15)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
582.      J=J+1
583.      DO 35. IMENI,NF
584.      KK=ORDCAL(IM)
585.      35. SALID(IM)=SIST(KK,J)
586.      WRITE(6,16)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
587.      J=J+1
588.      DO 36. IMENI,NF
589.      KK=ORDCAL(IM)
590.      36. SALID(IM)=SIST(KK,J)
591.      WRITE(6,17)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
592.      J=J+1
593.      DO 37. IMENI,NF
594.      KK=ORDCAL(IM)
595.      37. SALID(IM)=SIST(KK,J)
596.      WRITE(6,51)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
597.      J=J+1
598.      DO 38. IMENI,NF
599.      KK=ORDCAL(IM)
600.      38. SALID(IM)=SIST(KK,J)
601.      WRITE(6,52)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
602.      J=J+1
603.      DO 39. IMENI,NF
604.      KK=ORDCAL(IM)
605.      39. SALID(IM)=SIST(KK,J)
606.      WRITE(6,53)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
607.      J=J+1
608.      DO 40. IMENI,NF
609.      KK=ORDCAL(IM)

```

```

610      40 SALID(IM)=SISI(KK,J)
611      WRITE(6,19)J,(SALID(IM),IMENI,NF)
612      NIVS=20+8IV
613      DO 20 JS=21,NIVS
614      DO 42 IMENI,NF
615      KK=ORDCAL(IM)
616      CALL SASINU(LM,SNF,JS,SA, KK)
617      SALID(IM)=SA
618      42 CONTINUE
619      WRITE(6,19)JS,(SALID(IM),IMENI,NF)
620      20 CONTINUE
621      KULT=ORDCAL(NF)
622      IF(KULT.GE.NT5)GO TO 100
623      NCONT=NCONT+1
624      NTOT=NCONT*10
625      IE(NTOT.GT.NT5)GO TO 100
626      IF(NCONT.GT.NT5)GO TO 100
627      IF(NF.GE.NT5)GO TO 100
628      NI=NI+10
629      NF=NF+10
630      IF(ORDCAL(NF).EQ.0)NF=NFINT
631      IF(NF.GE.NT5)GO TO 75
632      GO TO 50
633      75 NF=NT5
634      GO TO 50
635      100 RETURN
636      END
637      DEQR,JS TPER,SADASI,,SADASI
638      SUBROUTINE SADASI( NIV,MJ,MK,ML,SNF,NOFA,IT)
639      DIMENSION DARVB(50,25),NOFA(6,50)
640      INTEGER DATVA(50,10),SISI(99,70),SNF
641      INTEGER DATV2(50,6),DATV3(50,6),DATV8(50,10)
642      COMMON DATVA,DARVA(50,28),SISI,SIFA(99,3),NOMB(56)
643      COMMON/ENXEN/ DATV2
644      1 FORMAT(1,1,/,5X,*,DATOS ENTRADA PARA CADA VALVULA,/,35X,***,
645      156A1,***,/,5X,50A1,/)
646      NI=1
647      NF=10
648      DO 143 I=1,NIV
649      DO 141 M=1,6
650      DATV3(I,M)=0
651      141 CONTINUE
652      DO 142 M=7,10
653      DATV8(I,M)=0
654      DO 143 M=1,25
655      143 DARVB(I,M)=0
656      IF(SNF.EQ.1)J=2
657      IF(SNF.EQ.2)J=3
658      IF(SNF.EQ.3)J=8
659      IF(SNF.EQ.4)J=11
660      IF(SNF.EQ.5)J=14
661      IF(SNF.EQ.6)J=17
662      J=0
663      DO 150 I=1,NIV
664      IF(IT.EQ.0)GO TO 151
665      IF(DARVA(I,J).EQ.0.)GO TO 151
666      151 J=J+1
667      DATV3(J,1)=DARV2(I,1)
668      DATV3(J,2)=DARV2(I,2)
669      DATV3(J,3)=DARV2(I,3)
670      DATV3(J,4)=DARV2(I,4)

```

```

571      DATV3(J,6)=DATV2(I,5)
572      DATV3(J,6)=DATV2(I,5)
573      DATVB(J,7)=DATVA(I,7)
574      DATV3(J,8)=DATVA(I,8)
575      DATVB(J,9)=DATVA(I,9)
576      DATVB(J,10)=DATVA(I,10)
577      DARVB(J,1)=DARVA(I,1)
578      DARVB(J,2)=DARVA(I,2)
579      DARVB(J,3)=DARVA(I,3)
580      DARVB(J,4)=DARVA(I,4)
581      DARVB(J,5)=DARVA(I,5)
582      DARVB(J,6)=DARVA(I,6)
583      DARVB(J,7)=DARVA(I,7)
584      DARVB(J,8)=DARVA(I,8)
585      DARVB(J,9)=DARVA(I,9)
586      DARVB(J,10)=DARVA(I,10)
587      DARVB(J,11)=DARVA(I,11)
588      DARVB(J,12)=DARVA(I,12)
589      DARVB(J,13)=DARVA(I,13)
590      DARVB(J,14)=DARVA(I,14)
591      DARVB(J,15)=DARVA(I,15)
592      DARVB(J,16)=DARVA(I,16)
593      DARVB(J,17)=DARVA(I,17)
594      DARVB(J,18)=DARVA(I,18)
595      DARVB(J,19)=DARVA(I,19)
596      DARVB(J,20)=DARVA(I,20)
597      DARVB(J,21)=DARVA(I,21)
598      DARVB(J,22)=DARVA(I,22)
599      DARVB(J,23)=DARVA(I,23)
700      DARVB(J,24)=DARVA(I,24)
701      DARVB(J,25)=DARVA(I,25)
702      DARVB(J,26)=DARVA(I,26)
703      DARVB(J,27)=DARVA(I,27)
704      DARVB(J,28)=DARVA(I,28)
705      NJ=J
706
707      50 CONTINUE
708      48 IF (IT.NE.0) GO TO 50
709      WRITE(6,1) NOMB
710      GO TO 51
711      50 WRITE(6,1) NOMB, (NOFA(I,IX), IX=1,50)
712      51 IF (NJ.LT.10) NF=NJ
713      WRITE(6,2) (J, DATV3(J,1), DATV3(J,2), J=NI, NF)
714      2 FORMAT(//, 5X, 'NOMBRE', 10X, 10(12, 2A4))
715      WRITE(6,3) (DATV3(J,3), DATV3(J,4), J=NI, NF)
716      3 FORMAT(5X, 'EQUIPO PROTESIDO', 10(2X, 2A4))
717      WRITE(6,4) (DATV3(J,5), DATV3(J,6), J=NI, NF)
718      4 FORMAT(5X, 'EQUIPO PROTESIDO', 10(2X, 2A4))
719      WRITE(6,5) (DATVB(J,7), J=NI, NF)
720      5 FORMAT(5X, 'ALTA O BAJA PRES', 10(5X, 11, 4X))
721      WRITE(6,6) (DATVB(J,8), J=NI, NF)
722      6 FORMAT(5X, 'FASE', 12X, 10(5X, 11, 4X))
723      WRITE(6,7) (DATVB(J,9), J=NI, NF)
724      7 FORMAT(5X, 'CLAV FALLA MAX', 2X, 10(5X, 11, 4X))
725      WRITE(6,8) (DATVB(J,10), J=NI, NF)
726      8 FORMAT(5X, 'PROPIEDADES', 5X, 10(5X, 11, 4X))
727      WRITE(6,9) (DARVB(J,1), J=NI, NF)
728      9 DO 20 K=1,3
729      WRITE(6,10) (DARVB(J,K), J=NI, NF)
730      WRITE(6,11) (DARVB(J,K+1), J=NI, NF)
731      WRITE(6,12) (DARVB(J,K+2), J=NI, NF)
732      12 FORMAT(5X, 'PRESION RELEV0', 2X, 10(2X, F6.1, 2X))

```

```

732 14 FORMAT(5X,'DESCARGA LÍQUIDA',10(1X,F9.1))
733 15 FORMAT(5X,'PESO MOLECULAR',3X,10(2X,F6.1,3X))
734 16 FORMAT(5X,'TEMPERATURA',4X,10(3X,F5.0,2X))
735 20 CONTINUE
736 17 FORMAT(5X,'ETA',14X,10(3X,F5.2,2X))
737 18 FORMAT(5X,'VISCOSIDAD CP',5X,10(2X,F6.4,2X))
738 19 FORMAT(5X,'SP. GRAV. DE F. AIR',3X,10(2X,F6.4,2X))
739 23 FORMAT(5X,'EACT. COMPRES. Z',5X,10(2X,F6.4,2X))
740 21 FORMAT(5X,'CP/CV',14X,10(2X,F6.9,2X))
741 22 FORMAT(5X,'DENSIDAD LIQ.',6X,10(2X,F6.4,2X))
742 23 FORMAT(5X,'VISCOSIDAD LIQ.',4X,10(2X,F6.4,2X))
743 24 FORMAT(5X,'TENSION SUPERF.',3X,10(2X,F6.3,2X))
744 25 FORMAT(5X,'PRESION DE VAPOR',1X,10(2X,F6.2,2X))
745 WRITE(6,17)(JARVB(J,20),J=NI,NF)
746 WRITE(6,18)(JARVB(J,21),J=NI,NF)
747 WRITE(6,19)(JARVB(J,22),J=NI,NF)
748 WRITE(6,23)(JARVB(J,23),J=NI,NF)
749 WRITE(6,21)(JARVB(J,24),J=NI,NF)
750 WRITE(6,22)(JARVB(J,25),J=NI,NF)
751 WRITE(6,23)(JARVB(J,26),J=NI,NF)
752 WRITE(6,24)(JARVB(J,27),J=NI,NF)
753 WRITE(6,25)(JARVB(J,28),J=NI,NF)
754 IF(NF.GE.NJI) GO TO 100
755 NI=NI+10
756 NF=NF+10
757 IE=(NF.GE.NJI) GO TO 75
758 GO TO 50
759 75 NF=NI
760 GO TO 45
761 100 RETURN
762 END
763 *****
764 SUBROUTINE CONT(IM,N0,CPNMAX,P1,PMIN,SNF)
765 INTEGER DATVA(50,10),SIST(99,70),SNF
766 COMMON DATVA,JARVA(50,29),SIST,SIFA(99,3),NOMR(56)
767 DIMENSION CPNMAX(50)
768 DO 20 I=1,50
769 20 CPNMAX(I)=0.0
770 IF(SNF.EQ.1)J=2
771 IF(SNF.EQ.2)J=5
772 IF(SNF.EQ.3)J=9
773 IF(SNF.EQ.4)J=11
774 IF(SNF.EQ.5)J=14
775 IF(SNF.EQ.6)J=17
776 J=0
777 NOV=NOI+20
778 DO 202 JS=21,NOV
779 1=JSIST(IM,JS)
780 IF(JARVA(1,JS).EQ.0)GO TO 202
781 PMIN=JARVA(1,1)
782 IF(PMIN.GE.36)GO TO 335
783 P1=PMIN*0.8
784 GO TO 334
785 33 IF(PMI(6,57))GO TO 336
786 P1=0.0
787 GO TO 334
788 336 IF(-41.6E-30)GO TO 337
789 P1=(-1.48886E-3*P1**0.62)*P1
790 GO TO 334
791 37 IF(PMI(6,100))GO TO 338
792 P1=(-7.142557E-5*P1**0.22)*P1

```



```

793      GO TO 334
794      338 IF(PMIN.GE.2000)GO TO 339
795      P1=(-0.00005*PMIN+0.1999)*PMIN
796      GO TO 334
797      339 P1=PMIN*0.1
798      334 P1=P1+144.
799      J=J+1
800      CPNMAX(J) = P1
801      C  WRITE(6,203)PMIN,P1
802      203 FORMAT(10X,'PRESION DE RELEVO=',F15.5,/,10X,'CONTRAPRESION=',
803      IF15.5)
804      202 CONTINUE
805      RETURN
806      END
807      *FOR, IS TPFs,SASINU,SASINU
808      SUBROUTINE SASINU(IM,SNF,JS,SA,JK)
809      INTEGER SNF,SA
810      COMMON DATVA(50,10),SIST(99,70)
811      COMMON DATVA,ARVA(50,29),SIST,SIFA(99,3),NOMB(56)
812      SA=SIST(KK,JS)
813      IF(SNF.EQ.1)JM=2
814      IF(SNF.EQ.2)JM=5
815      IF(SNF.EQ.3)JM=8
816      IF(SNF.EQ.4)JM=11
817      IF(SNF.EQ.5)JM=14
818      IF(SNF.EQ.6)JM=17
819      IF(ARVA(SA,JM).EQ.0)SA=0
820      RETURN
821      END
822      *FOR, IS TPFs,PROG,PROG
823      C  DIRECTORIO DE VARIABLES
824      C  NOMBRE      DESCRIPCION
825      C  NOMB      DESCRIPCION DE LA PLANTA
826      C  NTV      NUMERO TOTAL DE VALVULAS DEL SISTEMA
827      C  NTS      NUMERO TOTAL DE SISTEMAS (DE LA FALLA)
828      C  NTS      NUMERO TOTAL DE SISTEMAS (GENERAL)
829      C  PA      PRESION ATMOSFERICA
830      C  NN      INDICE DEL DIAMETRO PARA INICIO ITERACION
831      C  DATVA     MATRIZ DE DATOS PARA CADA VALVULA
832      C  SIST     MATRIZ DE SISTEMAS
833      C  INCA     TIPO DE CALCULO '1' UNICAMENTE CALCULA HASTA EL TANQUE
834      C           2 HASTA LA VALVULA
835      C  IFAL     NUMERO DE FALLAS A CALCULAR
836      C  NOFA     NOMBRE DE LA FALLA
837      C  NABP     CALCULO PARA ALTA O BAJA PRESION '1=ALTA','2=BAJA'
838      C  NPA     ALTA O BAJA PRESION
839      C  PA      PRESION ATMOSFERICA
840      C  P1      PRESION EN EL PUNTO1
841      C  P2      PRESION EN EL PUNTO2
842      C  PIC     CONTRAPRESION
843      C  NCON     NUMERO DE CONJUNTOS
844      C  NCON     NUMERO DE CORNISA
845      C  NFECH     FECHA DD/MM/AA
846      C  NCPAB     NUMERO DE CALCULOS CON PRESION ALTA O BAJA
847      C  NCFAL     NUMERO DE CLAVE DE LAS FALLAS
848      C  IT      CLAVE NUMERO DE FALLA
849      C  NDI     NUMERO DE VALVULAS DEL SISTEMA
850      C  SNF     CLAVE FALLA '1'=A, '2'=B, '3'=C, '4'=S, '5'=B, '6'=E, '7'=T.
851      C  NDCAL     ORDEN CALCULO SISTEMAS
852      C  NCON     CONTADOR DE ITERACIONES MAX.10 PARA LA PIC
853      C  NCON     GASTO TOTAL

```



```

854 C PMPR PESO MOLECULAR PROMEDIO
855 C R CONSTANTE DEL GAS
856 C VISCN VISCOSIDAD MEDIA
857 C TEMP TEMPERATURA MEZCLA O SISTEMA EN I O EN EL PUNTO I DE SALIDA
858 C IM SISTEMA
859 C MM SISTEMA DEL CUAL DEPENDE
860 C ETA COEFICIENTE DE VISCOSIDAD THOMSON
861 C TE TEMPERATURA DE ENTRADA DE LA VALVULA
862 C PR PRESION DE RELEVIO
863 C F FACTOR DE ERICCIÓN
864 CC FORMATOS DE LAS NUEVAS VARIABLES
865 C SIFA(IM,1)=FACTOR Q.E REPRESENTA PERDIDAS DE CALOR
866 C SIFA(IM,2)=DIAMETRO SUGERIDO INTERNO
867 C SIFA(IM,3)=LONGITUD
868 C SIST(IM,1)=MM (SISTEMA DEPENDIENTE)
869 C SIST(IM,2)=NIVALVULAS
870 C SIST(IM,6)=EXISTEN ACCESORIOS
871 C SIST(IM,7)=CODO RADIO LARGO 90GR
872 C SIST(IM,8)=CODO RADIO CORTO 90GR
873 C SIST(IM,9)=CODO REGULAR 45GR
874 C SIST(IM,10)=TE. FLUJO EN LINEA
875 C SIST(IM,11)=TE. FLUJO EN RAMA
876 C SIST(IM,12)=CODO REGULAR 180GR
877 C SIST(IM,13)=CODO RADIO LARGO 180GR
878 C SIST(IM,14)=VALVULA CHECK(SWING)
879 C SIST(IM,15)=ENTRADA BIEN REDONDEADA
880 C SIST(IM,16)=ENTRADA PLANA
881 C SIST(IM,17)=ENTRADA A TUBERIA
882 C SIST(IM,18)=EXPANSIONES Y REDUCCIONES
883 C SIST(IM,19)=TORERA DE FLUJO
884 C SIST(IM,20)=ES VALVULA O SIST.
885 C SIST(IM,21) A SIST(IM,70) = NO. VALVULAS
886 C LECTURA INICIAL PARA CADA FALLA
887 C NIEM=INDICA SI SE REALIZA ESTUDIO DE TEMPS.(=1)
888 INTEGER SWF
889 REAL LO,LEQT
890 REAL NACCE(10),NKI(10)
891 INTEGER DATVA(50,10),SIST(99,70)
892 INTEGER DATV2(50,6)
893 INTEGER CROCAL(99)
894 COMMON/SADA/CPT(99,20),RESISD(1,31),PHI(99,20),RESISO(99,20)
895 COMMON/DATVA,DARVA(10,20),SIST,SIFA(99,3),NOMB(56)
896 COMMON/ENMEN/DATV2
897 COMMON/OI/OCAL
898 DIMENSION DI(31),PI(50),ARI(6),NOFA(6,50)
899 DIMENSION NADP(3),NCFAL(7),GRAPHI(31,1),NIG(31),
900 DIASON(99),JLTC(99),NFEC(2)
901 DIMENSION GDS(99,6),QUMAS(99),ARCH(6),CPNMAX(50),VCFMI(99,20)
902 I,ARCH2(6),OIMIN(99)
903 DATA D170,824,1.089,1.610,2.067,2.469,3.069,4.026,6.025,
904 17.981,10.020,11.938,13.124,15.060,16.879,18.314,22.623,
905 28.310,27.310,29.312,31.312,33.313,35.313,41.250,44.000,
906 348.000,50.000,52.000,54.000,56.000,58.000,60.000/
907 IZ=1
908 VR=1.0
909 INCA=0
910 DO 887 J=1,20
911 DO 888 I=1,50
912 CPNMAX(I) = 0.0
913 DARVA(I,J)=0.8
914 887 CONTINUE

```

```

915 DO 305 J=1,30
916 DO 2050 I=1,30
917 2 00 V=154(I,I)=.001
918 DO 305 J=1,30
919 V(I)=0
920 SIFA(I,3)=0.0
921 105 CONTINUE
922 105 CONTINUE
923 DO 309 J=1,10
924 DATA(1,3)=0
925 109 CONTINUE
926 DO 370 I=1,10
927 VACCE(I)=0.0
928 VAI(I)=0.0
929 170 CONTINUE
930 VJ=50
931 VQ=50
932 VAE=50
933 VLE=75
934 IEE=5
935 ILE=5
936 P2F1JAE=0.000
937 PCE=0.000
938
939
940 C INDICE DE DIAMETROS Y DATOS GENERALES DE LA PLANTA
941 C
942 C
943 2 05 CONTINUE
944 *WRITE(12,95)
945 95 FORMAT(1H1,40X,***INDICE*,5X,*DIAMETRO EN IN.*/,/)
946 DO 95 J=1,31
947 *WRITE(12,97)JJ,SI(JJ)
948 97 FORMAT(40X,10,12X,F10.5)
949 95 CONTINUE
950 C LA PARTE ANTERIOR ES MODULO 10/MODULO 11 TITULOS/PARTE 3 MODULO 12
951 C LECTURA LEY
952 C * ENTRADA DE DATOS ** PARTE 1 **
953 READ(5,30)NCCN,NFECH,NCOR,NTEMP
954 30 FORMAT(12,244,I2,I2)
955 *WRITE(10,900)
956 4 00 FORMAT(1H1,50X,*SUBDIRECCION DE PROYECTOS*,//,34X,*OFICINA DE DESA
957 IRROLLO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS*,//,50X,*CALCULO
958 2 DE SISTEMAS DE DESFOGUE*,//)
959 *WRITE(6,31)NFECH,NCOR,NCCN
960 31 FORMAT(25X,*FECHA CORRIDA *=*,244,10X,*NUMERO DE CORRIDA *=*,I2,
961 10X,*NUMERO DE CONTRATOS *=*,I2,//)
962 DO 900 LE=1,100000
963 READ(5,1)ERR=0)NOMB,PA,NCPAB,P2FIJA,OPTANG
964 1 FORMAT(501,F7.2,I1,F7.2,F7.2)
965 *WRITE(6,25)NOMB,PA,NCPAB,P2FIJA,OPTANG
966 25 FORMAT(7,30X,***,55:1***,/,10X,*PRESION ATMOSFERICA *=*,F5.2,2X
967 1,*P2FIJA*,10X,*NCPAB*,2X,I1,3X,*P2FIJAE*,F7.2,5X,*OPTANG=*,F7.2,/)
968 C DATOS PARA CADA CASO PRESION ALTA O BAJA
969 DO 300 IP=1,NCPAB
970 C PARTE 1
971 READ(5,11)ERR=500)NABP(IP),NEAL,INCA,N4,NTV,NCFAL,NTST
972 11 FORMAT(12,412,711,I2)
973 V3=1
974 IF(ABS(V3-1)) *WRITE(6,201)NABP,NEAL,INCA,N4,NTV,NCFAL
975 201 FORMAT(12,*,*,201,I1,2X,I1,2X,I1,2X,I2,2X,I2,2X,2I5,2X,711)

```

```

976      DO 7 14=1,N15-
977      READ(5,2,ERR=500)(DATV2(IM,J),J=1,6),(DATVA(IM,J),J=7,10),DARVA(I
978      1,1)
979      C      DATV2(IM,1) Y DATV2(IM,2) = NOMBRE
980      C      DATV2(IM,3) Y DATV2(IM,4) = EQUIPO PROTEGIDO
981      C      DATV2(IM,5) Y DATV2(IM,6) = EQUIPO PROTEGIDO
982      C      DATVA(IM,7) = ALTA o BAJA PRESION
983      C      DATVA(IM,8) = FASE
984      C      DATVA(IM,9) = CLAVE DE LA FALLA MAXIMA
985      C      DATVA(IM,10) = PROPIEDADES
986      C      DARVA(IM,1) = PRESION DE RELEVO
987      2 FORMAT(6A4,4I1,F6.1)
988      IF(NRST.EQ.1)WRITE(6,252)(DATV2(IM,J),J=1,6),(DATVA(IM,J),J=7,10
989      1,DARVA(IM,1)
990      252 FORMAT(10X,'DATVA=',6A4,10X,4I1,10X,F6.1)
991      READ(5,3,ERR=500)(DARVA(IM,J),J=2,10)
992      C      DARVA(IM,2,5 Y 8) = DESCARGA, LB/HR
993      C      DARVA(IM,3,6 Y 9) = PESO MOLECULAR
994      C      DARVA(IM,4,7 Y 10) = TEMPERATURA
995      3 FORMAT(I9.1,F5.2,F7.1,F9.1,F5.2,F7.1,F9.1,F5.2,F7.1)
996      IF(DATVA(IM,9).LE.3) GO TO 239
997      READ(5,6,ERR=500)(DARVA(IM,J),J=11,19)
998      C      DARVA(IM,11,14 Y 17) = DESCARGA EN LB/HR
999      C      DARVA(IM,12,15 Y 18) = PESO MOLECULAR
1000     C      DARVA(IM,13,16 Y 19) = TEMPERATURA
1001     5 FORMAT(F9.1,F5.2,F7.1,F9.1,F5.2,F7.1,F9.1,F5.2,F7.1)
1002     239 READ(5,4,ERR=500)(DARVA(IM,J),J=20,28)
1003     C      DARVA(IM,20) = ETA
1004     C      DARVA(IM,21) = VISCOSIDAD, CP
1005     C      DARVA(IM,22) = SP. GR. 68F AIRE
1006     C      DARVA(IM,23) = FACI. COMPRES. Z
1007     C      DARVA(IM,24) = CP/CV
1008     C      DARVA(IM,25) = DENSIDAD DE LIQUIDO
1009     C      DARVA(IM,26) = VISCOSIDAD DE LIQUIDO
1010     C      DARVA(IM,27) = TENSION SUPERFICIAL
1011     C      DARVA(IM,28) = PRESION DE VAPOR
1012     4 FORMAT(F5.2,F6.4,F5.2,F5.4,F6.3,F6.2)
1013     DARVA(IM,1)=DARVA(IM,1)+PA
1014     DARVA(IM,4)=DARVA(IM,4)+460.
1015     DARVA(IM,7)=DARVA(IM,7)+460.
1016     DARVA(IM,10)=DARVA(IM,10)+460.
1017     DARVA(IM,13)=DARVA(IM,13)+460.
1018     DARVA(IM,16)=DARVA(IM,16)+460.
1019     DARVA(IM,19)=DARVA(IM,19)+460.
1020     GO TO 7
1021     500 WRITE(6,999)1
1022     999 FORMAT(1,10X,'ERROR EN DATOS, VALV. NO. ',I2)
1023     7 CONTINUE
1024     DO 216 14=1,N15
1025     READ(5,14) S1ST(IM,1),S1ST(IM,2),SIFA(IM,1),SIFA(IM,2),SIFA(IM,3)
1026     1(S1ST(IM,J),J=6,20)
1027     14 FORMAT(2I2,F6.3,F6.3,F7.1,30I2)
1028     S1ST(IM,3)=1
1029     S1ST(IM,4)=1
1030     S1ST(IM,5)=1
1031     READ(5,217)K,S1ST(I",2),(S1ST(IM,J),J=21,58)
1032     217 FORMAT(4,12)
1033     IF(S1ST(1,2).LE.38)GO TO 216
1034     READ(5,16)(S1ST(IM,J),J=59,79)
1035     16 FORMAT(4,12)
1036     216 CONTINUE

```

```

1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097

C DATOS DE LA GEOMETRIA DE LOS SISTEMAS
IT=0
SIF=0
CALL SAS13(NIST,NTV,I,J,K,KPL)
CALL SAS13(IV,MJ,MU,K,VL,SIF,NOFA,IT)
200 READ(5,401,E,I)=1502)IT,(NOFA(I),J=1,50),,ITS,NRASI,NRASTI,
INRAST2,NRAST3
P2=P2F10A
LEST=0
NPAS=1
J=1
NCONH=0
NANA=0
Z=0
DO 2090 I=1,99
DO 2090 J=1,20
2090 PII(I,J)=0.0
DO 2052 I=1,99
2052 NI(I)=0
N=423
*01 FORMAT(12,59A1,5I2)
IF(IT.EQ.0) GO TO 1402
IF(NABP(I),EQ.1)GO TO 21
WRITE(6,23)NFAL,INCA,NN,NTV,NTS
23 FORMAT(7,50X,'DESFOQUE LINEAS DE BAJA PRESION ',//,40X,'NUMERO
DE FALLAS =',I1,//,40X,'CLAVE CALCULO HASTA RECIP. O TOTAL =',I1
2//,40X,'INDICE INICIAL DEL DIAMETRO =',I2,//,40X,'NUMERO TOTAL DE V
SALVULAS=',I2,//,40X,'NUMERO TOTAL DE SISTEMAS=',I2)
GO TO 201
21 WRITE(6,20)NFAL,INCA,NN,NTV,NTS
20 FORMAT(7,50X,'DESFOQUE DE LINEAS DE ALTA PRESION ',//,10X,'NUMERO
1 DE FALLAS =',I1,//,40X,'CLAVE CALCULO HASTA RECIPIENTE O TOTAL
2=',I1,//,40X,'INDICE INICIAL DEL DIAMETRO =',I2,//,40X,'NUMERO TOT
CAL DE VALVULAS =',I2,//,40X,'NUMERO TOTAL DE SISTEMAS =',I2)
C CONDICIONES DE ENTRADA PARA CADA VALVULA NOMBRE DE LA FALLA
C Y EL ORDEN DE CALCULO PARA CADA JIA
201 SIF=NFAL(IT)
CALL SAS13(IV,MJ,MU,K,VL,SIF,NOFA,IT)
CALL SAS13(NABP,SIF)
READ(5,29) (ORDCAL(I),I=1,50)
29 FORMAT(40I2)
WRITE(6,33)ORDCAL
33 FORMAT(710X,'ORDEN DE CALCULO',2),40I2)
CALL SAS132(ITS,NTV,I,J,MU,K,VL,SIF,NOFA,IT)
I=ORDCAL(I)
NOI=SI(SI(I),2)
CALL CONT(IV,PI,OP,MAX,PI,PHI4,SIF)
CALL PHI(NDI,I,MU,K,VL,OP,MAX,GUARDA)
PI=GUARDA
NAC=PI
N2=1
IF(P2.NE.0)GO TO 3100
P2=PA
3100 P2=P2,144
PIC=PI
ICD=0
30 CONTINUE
PI=PI*ICD
CPSOLVESIFA(I,2)

```

```

25 CALL PROPX(LV,N01,P1,SNF,WT,TEMP,PMPR,R,VISCN,MI,MJ,MK,ML,CPSCV,
26 INRASI)
27 IF(P1-P2)700,700,800
28 C DIAGNOSTICO...MODULO 7*
29 700 WRITE(IE,200)I1,P1,P2
30 700 FORMAT(10X,'SISTEMA 1',I2,'SE TIENE QUE PILEP2 NO SE PUEDE EFECTU
31 AR CALCULO INCREMENTA FALLA.',P1=',F15.5',P2=',F15.5/').
32 GO TO 502
33 800 CONTINUE
34 C SALIDA DE CALCULOS...PARTE 2 B. MODULO 8
35 IF(INRASI.EQ.1)WRITE(IE,76)IM
36 C INICIA EL CALCULO DEL PRIMER TRAMO O CABEZAL QUE VA HASTA EL RECI-
37 PIENTE
38 76 FORMAT(15X,'SISTEMA NUME',I2)
39 CALL RTCAL(TEMP,P1,P2,IM,R,MK,ML,I2,TEMP,RT,RT1,RT2)
40 IF(INRASI.EQ.1)WRITE(IE,78)WT,PMPR,R,VISCN,TEMP,I2,TEMP,P1,P2,RT1,
41 RT2,RT,CPSCV
42 78 FORMAT(5X,'WT=',F12.3,2X,'PMPR=',F8.3,2X,'R=',F8.3,2X,'VISCN=',
43 F6.3,2X,'TEMP=',F10.3,2X,'I2=',F10.3,2X,'I5X',TEMP=',F10.3,2X,
44 'P1=',F10.3,2X,'P2=',F10.3,2X,'RT1=',F10.3,2X,'RT2=',F10.3,2X,
45 'RT=',F10.3,2X,'CPSCV=',F8.2)
46 CALL SONIC(WT,PMPR,P2,CPSCV,RT,IM,DSN,VSON)
47 120 CONTINUE
48 IF(INN.LE.31) GO TO 90
49 WRITE(6,601)
50 601 FORMAT(10X,'* EN ESTA FALLA LOS DIAMETROS NO ALCANZAN')
51 GO TO 500
52 90 J3=NN
53 IF(J3.GT.31)GO TO 10
54 J1=(J3)-SIFA(I,2)
55 DIP=D1(J3)/12.
56 C CALCULO DE LA CONTRAPRESION PARA EL SISTEMA UNO O SEA A LA
57 ENTRADA DEL RECIPIENTE
58 PC=((AT/D1(J3)**2)*(SQRT(RT/(CPSCV*(CPSCV+1)))))/11400.0
59 IF(PC=PA)40,40,50
60 40 IF(P2EJWNE.0)GO TO 3150
61 P2=PA+144
62 GO TO 41
63 3150 P2=P2EJW+144
64 GO TO 41
65 50 P2=PC+144
66 GO TO 41
67 110 NN=NN+1
68 GO TO 120
69 41 IF(P1-P2)110,110,414
70 C PARTE 3A MODULO 13 CALCULO F.LO.
71 C SI TOMA EN CUENTA NO TOMA EN CUENTA
72 C LA DE CRUCKER SI NO LA P1 DE LAS CURVAS (CONTRAPRESION)
73 414 IF(INRASI.EQ.1)WRITE(6,2005)DIP,P1,P2,RT,WT,VISCN
74 2005 FORMAT(7,5X,'DIP=',F8.3,8X,'P1=',F10.3,8X,'P2=',F10.3,8X,'RT=',
75 F10.3,8X,'WT=',F10.3,8X,'VISCN=',F7.4)
76 CALL LOWER(DIP,P1,P2,RT,WT,D,VISCN,LO,SIST,SIFA,LEST,RE,IM,
77 IF,INRASI)
78 C EN PILA EFECTUA CALCULO CON ECUACION DE CONISON PARA EL
79 CALCULO DE UNA PRESION DE ENTRADA EN BASE A UNA PRESION
80 DE SALIDA
81 CALL RTCAL (P1,P2,RT1,RT2,I,DIP,F,LO,PIC,R01,R02,VEL1,VEL2)
82 IF (INRASI.EQ.1)WRITE(6,2011)P1,PC,DIP,F,LO,PIC,PC,PA,R01,R02,VEL1,
83 VEL2
84 2011 FORMAT(12X,'P1=',F10.3,2X,'P2=',F10.3,2X,'DIP=',F10.3,2X,'F=',F10.3
85 /,2X,'LO=',F10.3,2X,'PIC=',F10.3,2X,'PC=',F10.3,2X,'PA=',F10.3,2

```



```

1220 C PASA AL SUBINDICE IRANCO
1221 12E1Z41
1222 835(1,1)RESISA(14,2)
1223 IF(IZCON(3),.5)GO TO 502
1224 IF(IZST.NIS)GO TO 500
1225 I=FORCON(IZ)
1226 IF(IZ.NE.0)GO TO 2000
1227 J=1
1228 Z=0
1229 NUF=1
1230 N=RESISA(14,1)
1231 525 IF(NM.EQ.1)GO TO 888
1232 IJ=NI(NM)
1233 IF(IJK.NE.0)GO TO 2003
1234 WRITE(6,2004)
1235 2004 FORMAT(10X,'EL VALOR DEL SUBINDICE DE CPT VALE CERO.//')
1236 2003 P2=CPT(NM,IJK)*144
1237 GO TO 310
1238 588 IF(J.EQ.1)GO TO 802
1239 P2=RESISA(NM,J)*144
1240 NUF=0
1241 52 TO 310
1242 P2=(RESISA(NM,1)+OPTANG)*144
1243 C PARTE A CALCULO PROPIEDADES MEDIAS
1244 10 CONTINUE
1245 C CALCULO DE P1
1246 N01=RESISA(14,2)
1247 CALL CONT(I4,101,CPMAX,P1,PMIN,SNF)
1248 CALL P4(N01,1,10,MM,ML,CPMAX,GUARDA)
1249 P1=GUARDA
1250 CPSCV=SIFA(I4,2)
1251 C CALCULO PROPIEDADES DE LA MEZCLA
1252 CALL PROP4(I4,N01,P1,SNF,WT,TEMP,PMPR,R,VISCM,MI,MJ,MK,ML,CPSCV,
1253 INRST)
1254 CALL RICALITL(P,P1,P2,14,R,MK,ML,I2,TEME,RT,RT1,RT2)
1255 IF(INRST.EQ.1) WRITE(6,2012)TEMP,P1,P2,I2,TEME,RT,RT1,RT2
1256 2012 FORMAT(2X,'TEMP=',F10.3,2X,'P1=',F10.3,2X,'P2=',F10.3,
1257 2X,'I2=',F10.3,2X,'TEME=',F10.3,2X,'RT=',F10.3,2X,'RT1=',
1258 2X,F10.3,2X,'RT2=',F10.3//)
1259 316 LE14
1260 C SE INCLUYE MODULO 20 CALCULO OSONICO Y COMERCIAL PARTE SAPRIMA
1261 CALL SONIC(NT,PMPR,P2,CPSCV,RT,IV,OSON,VESON)
1262 DIASON(1)=OSON
1263 OSONIC = DIASON(1)
1264 IF(NTEMP.NE.0)GO TO 913
1265 IF(INRST.EQ.1)WRITE(6,814) L,DIASON(1),P2
1266 814 FORMAT(7,10X,'L',F5.5X,'DIASON=',F8.5,5X,'P2=',F10.3//)
1267 GO 914 33=1,31
1268 VAREDIASON(L) = 31(J3)
1269 IF (VARE) 114,115,914
1270 114 CONTINUE
1271 818 DIASON(L)=DI (J3)
1272 J=3(1)=J3
1273 J=J3
1274 113 DIACAL = SIFA(I4,2)
1275 P2=((NT/31(J3))*2)*(5*RT/RT/(CPSCV*(CPSCV+1)))/11400.0
1276 J=PEMICA/12.4*J3
1277 C ESCOGE UN DIAMETRO COMERCIAL CORRESPONDIENTE AL DIAMETRO SONICO
1278 C NO. DE 15 ELEMENTOS
1279 1000 IF (INRST.EQ.1) WRITE(6,2000)D10,P1,P2,RT,WT,PHI(MM,MJ),VISCM
1280 2000 FORMAT(7,5X,'D10=',F8.3,5X,'P1=',F10.3,5X,'P2=',F12.3,5X,'RT=',

```

```

1281 CALL OMEGA(P1,P2,RT1,RT2,MI,MP,F,LO,SONIC,VI,SCHEM,F7,9,7)
1282 CALL LOGE(0,P,P1,P2,RT1,RT2,MI,MP,F,LO,SISI,STFA,LTOT,RE,IV)
1283 IF(NRASI)
1284 525 P=PE(P1-P2)/(A-OS(P,PP))
1285 ROE=PE/RT
1286 C CALCULA LA DELTA CON ELCTPL Y EQ TOTAL
1287 CALL PICR(P1,P2,RT1,RT2,MI,MP,F,LO,PIC,RO1,RO2,VEL1,VEL2)
1288 IF(PIC.GE.0)WRITE(6,2010)PIC,0JARDJ
1289 IF(PIC.GE.0)AND.(JTEMP.EQ.0)GO TO 501
1290 KJ=1(1)
1291 KJ=KJ+1
1292 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,2020)RESISO(MM,J),PHI(MM,IJK)
1293 2120 FORMAT(5X,2F7.3,/)
1294 CPT(1M,KJ)=P1/144
1295 PHI(1M,KJ)=SIFA(1M,2)
1296 SOS(1M,I)=01(J3)
1297 IF(KJ.EQ.1)AND.(SISI(1M,20).EQ.1)VDIWI(1M,IT)=SIFA(1M,2)
1298 IF(NCONH.GE.0)NCONHEU
1299 NCONHE=NCONH+1
1300 GJARDJ2=0JARDJ/144
1301 P12=P1/144
1302 P22=P2/144
1303 CPT2=CPT(1M,KJ)/144
1304 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,2051)
1305 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,2021)1M,MM,J,1(MM),2,IJK,J3,KJ,PMIN,
1306 1GJARDJ2,SONIC,VESON,P12,P22,SI(J3),RESISP(1M,J),RESISO(1M,J),
1307 2CPT2,PHI(1M,KJ)
1308 T1=TEMP
1309 N1(1M)=KJ
1310 IF(1M.EQ.15)NANA=1
1311 CALL OMEGA(P1,P2,PMI,WT,TEMP,PMR,SONIC,T1,T2,PC,VEL1,VEL2,MI,
1312 1MU,MK,AL,1M,3,F,N1,LO,F,NCONH,KJ,J,NRASI1,NRASI2,NGRAP,NTS,
1313 IVESON,0JARDJ,ANAF,0JFA,IT)
1314 IJKEN1(MM)
1315 IF(NTEMP.EQ.0)GO TO 1052
1316 IF(MM.EQ.1) GO TO 505
1317 IF(SI(J3).GE.0)PHI(MM,IJK)GO TO 1052
1318 507 J3=J3+1
1319 DIACAL=DI(J3)
1320 DIP=DIACAL/12,10.0001
1321 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,2017)DIP
1322 2117 FORMAT(5X,1DPE,F6.3,/)
1323 GO TO 1050
1324 505 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,731)1M,DI(J3),RESISO(MM,J)
1325 731 FORMAT(10X,2F7.3,ESTE SISTEMA 1M *,12,5X,'CALCULA CONTRAPRE
1326 /SIO DESDE DI(J3)',F10.6,5X,'RESISO(MM,J)',F10.5,/)
1327 IF(DI(J3).LT.RESISO(MM,J))GO TO 507
1328 1952 IF(1M.GE.15)GO TO 502
1329 GO TO 500
1330 501 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,2015)PIC,0JARDJ
1331 2015 FORMAT(5X,1DPE,F12.3,5X,'0JARDJ=',F10.3,/)
1332 IF(MM.EQ.1)GO TO 510
1333 IF(NRASI.EQ.1)WRITE(6,40)1M,DI(J3),RESISO(MM,J)
1334 IF(DI(J3).LT.RESISO(MM,J))GO TO 512
1335 570 IF(DI(J3).LT.0) GO TO 514
1336 49 FORMAT(10X,2F7.3,ESTE SISTEMA *,12,'SE TIENE QUE DESPARR ALA ATMOSFER
1337 1A',/10A,'MIND,ING CALC SISI 1M',F15.5/10X,'DIAMETRO SIGI 1M',F15
1338 2.5)
1339 C INCREMENTA FLEA
1340 WRITE(6,40) 1M,DI(J3),RESISO(MM,J)
1341 GO TO 502

```



```

1342      514 WRITE(6,2013)I1(MV)
1343 2019 FORMAT(5X,'N1E',I2,/)
1344      JEU+1
1345      P2=RESISP(MM,J)+144.
1346      NJFEJ
1347      IJKEH(MM)
1348      GO TO 516
1349      510 IF(NRAS1.EQ.1)WRITE(6,2014)MM,IJK,I1(MV)
1350 2014 FORMAT(5X,'ME',I2,5X,'IJK',I4,5X,'N1(MM)',I3,/)
1351      IF(JI(J3).GE.PHI(MM,IJK))GO TO 517
1352      512 JIACAL=DI(J3)
1353      DIP=JIACAL/12.*0.001
1354      IF(NRAS1.EQ.1)WRITE(6,2013)DIP
1355 2013 FORMAT(5X,'DAP',F6.3)
1356      JSEJ+1
1357      GUS(1,I)=DI(J3)
1358      JSJLT=J3
1359      GO TO 913
1360      517 JENJF+1
1361      IZCONT=IZCONT+1
1362      IZ=1
1363      WRITE(6,2025)
1364 2025 FORMAT(7,5X,'EN ESTE SISTEMA LA CONTRAPRESION NO PERMITE EL USO
1365      1 DEL DIAMETRO DEL CABEZAL E INICIA NUEVAMENTE, AUMENTANDO EL DIAMET
1366      2 RO',/)
1367      Z=Z+1
1368      IF(NRAS13.EQ.1)WRITE(6,2051)
1369      IF(NRAS13.EQ.1)WRITE(6,2021)IM,MM,J,N1(MM),Z,IJK,J3,KJ,PMIN,
1370      1 GUARDA,USONIC,VSON,P1,P2,DI(J3),RESISP(IM,J),RESISO(IM,J),
1371      2 CPT(IM,KJ),PHI(IM,KJ)
1372      DO 2070 IM=2,ITS
1373      N1(IM)=0
1374 2070 CONTINUE
1375      GO TO 550
1376 C TERMINA UN DO NO FALLAS
1377      502 CONTINUE
1378      GO TO 500
1379      1502 CONTINUE
1380      IF(TEMP.NE.0)GO TO 540
1381      WRITE(6,2071)
1382 2071 FORMAT(10I,5X,'SUBDIRECCION DE PROYECTOS',/,/,34X,'OFICINA DE DESA
1383      1 RROLLO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS',/,/,50X,
1384      2 'CALCULO DE SISTEMAS DE DESFOGUE',/)
1385      WRITE(6,229)NOMB
1386      IM=1
1387      DO 2081 IT=1,6
1388 2081 ARI(IT)=VDIMI(IM,IT)
1389      JNDEOMAX(ARI(1),ARI(2),ARI(3),ARI(4),ARI(5),ARI(6))
1390      DO 225 IM=1,NTSI
1391      DO 225 IT=1,6
1392      ARCH(IT)=GUS(IM,IT)
1393      IF(SIST(IM,20).EQ.1)ARCH(2(IT))=VDIMI(IM,IT)
1394      225 CONTINUE
1395 C RAJJI SUB, MAX VALOR VALMAX
1396      VMAX(EDUMAX)=ARCH(1),ARCH(2),ARCH(3),ARCH(4),ARCH(5),ARCH(6))
1397      DIMAS(IM)=VMAX(X)
1398      IF(SIST(IM,20).EQ.1)IMT4(IM)=MAX1(ARCH2(1),ARCH2(2),ARCH2(3),
1399      1 ARCH2(4),ARCH2(5),ARCH2(6))
1400 229 FORMAT(30X,'E',55A1,'',/,/,10X,'RESULTADOS VALORES MAXIMOS PARA
1401      1 CADA SISTEMA',/,/,30X,'SISTEMA',18X,'DIAMETRO VITINO(INCH)',10X,'DI
1402      2 AMETRO MAXIMO(T INCH)')

```

```

1403      IF(IM.NE.1160 TO 2092)
1404      WRITE(6,2073)IM,DIMD,D1(31)
1405      GO TO 223
1406      2082 IF(SIST(IM,20),EQ.1160 TO 2072)
1407      WRITE(6,2301)IM,DIMAS(IM)
1408      GO TO 223
1409      2072 WRITE(6,2073)IM,DIMIN(IM),DIMAS(IM)
1410      2073 FORMAT(35X,I2,13X,F10.5,19X,F10.5)
1411      230 FORMAT(35X,I2,42X,F10.5)
1412      223 CONTINUE
1413      580 CONTINUE
1414      900 CONTINUE
1415      CALL EXIT
1416      END
1417      2FOR,15 TPFB,LONEQ,LONEQ
1418      SUBROUTINE LONEQ(DIP,P1,P2,RT,WT,D,VISCM,LO,SIST,SIFA,LEQT,RE,
1419      IM,F,NRST)
1420      REAL LO,LEQT
1421      INTEGER SIST(19,70),D12(38)
1422      DIMENSION SIFA(99,3),NT(38),RN(38)
1423      EPSI = .00015
1424      D = DIP*12.0
1425      LEQT=0.0
1426      PMEQ = (P1 - P2)/ALOG(P1/P2)
1427      RO = PMEQ/RT
1428      WRITE(6,2006)EPSI,WT,D,VISCM,RO
1429      2006 FORMAT(1.5X,'EPSI=',F10.9,8X,'WT=',F10.3,8X,'D=',F6.3,8X,'VISCM=',
1430      F7.4,8X,'RO=',F8.6,8X,/)
1431      CALL DELTPL (EPSI, WT, D, VISCM, RO, RE, F)
1432      DO 20 I=1,38
1433      NT(I)=0
1434      D12(I)=0
1435      RN(I)=0
1436      20 CONTINUE
1437      IF(SIST(IM,6),EQ.0.0)GO TO 205
1438      NT(1)=SIST(IM,7)
1439      NT(2)=SIST(IM,8)
1440      NT(3)=SIST(IM,9)
1441      NT(4)=SIST(IM,10)
1442      NT(5)=SIST(IM,11)
1443      NT(6)=SIST(IM,12)
1444      NT(7)=SIST(IM,13)
1445      NT(11)=SIST(IM,14)
1446      NT(15)=SIST(IM,15)
1447      NT(17)=SIST(IM,16)
1448      NT(18)=SIST(IM,17)
1449      D12(28)=SIST(IM,18)
1450      D12(29)=SIST(IM,19)
1451      CALL LEND(NT,D,D12,RN,LEQT,NRST)
1452      205 LO = LEQT + SIFA(IM,3)
1453      RETURN
1454      END
1455      24.P, AMF5IM, LNO
1456      14 TPFB
1457      END

```

VI APLICACION DEL METODO DE CALCULO
PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO
DEL COMPLEJO PETROQUIMICO.

6.1) DESCRIPCION DEL PROCESO DE CADA PLANTA

6.1.1) Uuidad de Etil Benceno Estireno

6.1.2) Uuidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos

6.1.1) Unidad de Etil Benceno Estireno

La fabricación de etil benceno estireno involucra primero la producción de Etil Benceno Estireno de una pureza requerida. El es tireno se produce por la dehidrogenación de el etil benceno. Cada sec ción del proceso puede posteriormente dividirse dentro de su reacción y un área de tratamiento preliminar, además de una purificación por - destilación.

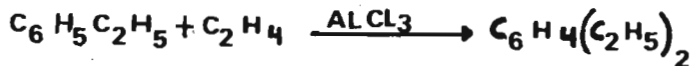
El proceso consta de cuatro secciones.

- ALKILACION
- DESTILACION DE ETIL BENCENO
- DESHIDROGENACION.
- DESTILACION SM

El etil benceno se hace por alquilación de benceno con eti leno en presencia de un catalizador complejo como cloruro de aluminio - anhidro.



Una sucesiva alquilación puede ocurrir produciendo benceno polietilado.



Pueden ocurrir otras reacciones como subproductos de bajo porcentaje, para reducir la cantidad de reacciones secundarias se utiliza un exceso de benceno sobre etileno. La cantidad de el exceso de benceno utilizado, depende de un balance económico entre el costo de recircular el benceno, ó el polietilbenceno, además de considerar las pérdidas en materiales de alto punto de ebullición.

Destilación de etil benceno.

El licor lavado y alquilado (al) contiene trazas de benceno que no reaccionó, etil benceno (EB) y polietil benceno (PEB) y una pequeña cantidad de materiales de alto punto de ebullición.

La función que se verifica es la separación de estos materiales y la preparación de etil benceno utilizable para la fabricación. Las separaciones esenciales se realizan por tres columnas de destilación en series sobre los fondos.

Dehidrogenación.

En esta sección el etil benceno se deshidrogena a estireno en una conversión alta en presencia de vapor. El vapor y los hidrocarburos líquidos se separan como productos y el gas de la reacción se recupera.

El etil benceno ambos el hecho en las secciones precedentes y el recirculado de la purificación, se vaporizan, una porción de la alimentación líquida se retira y se utiliza como gas de purga.

La efluente líquida del lavador retorna a la alimentación de el evaporador. Una porción de etil benceno líquido caliente se retira del tanque vaporizador para prevenir la formación de polímeros de estireno en el vaporizador de aquí que el etil benceno estireno sea recirculado y el gas de purga etil benceno contenga trazas de estireno.

Destilación SM.

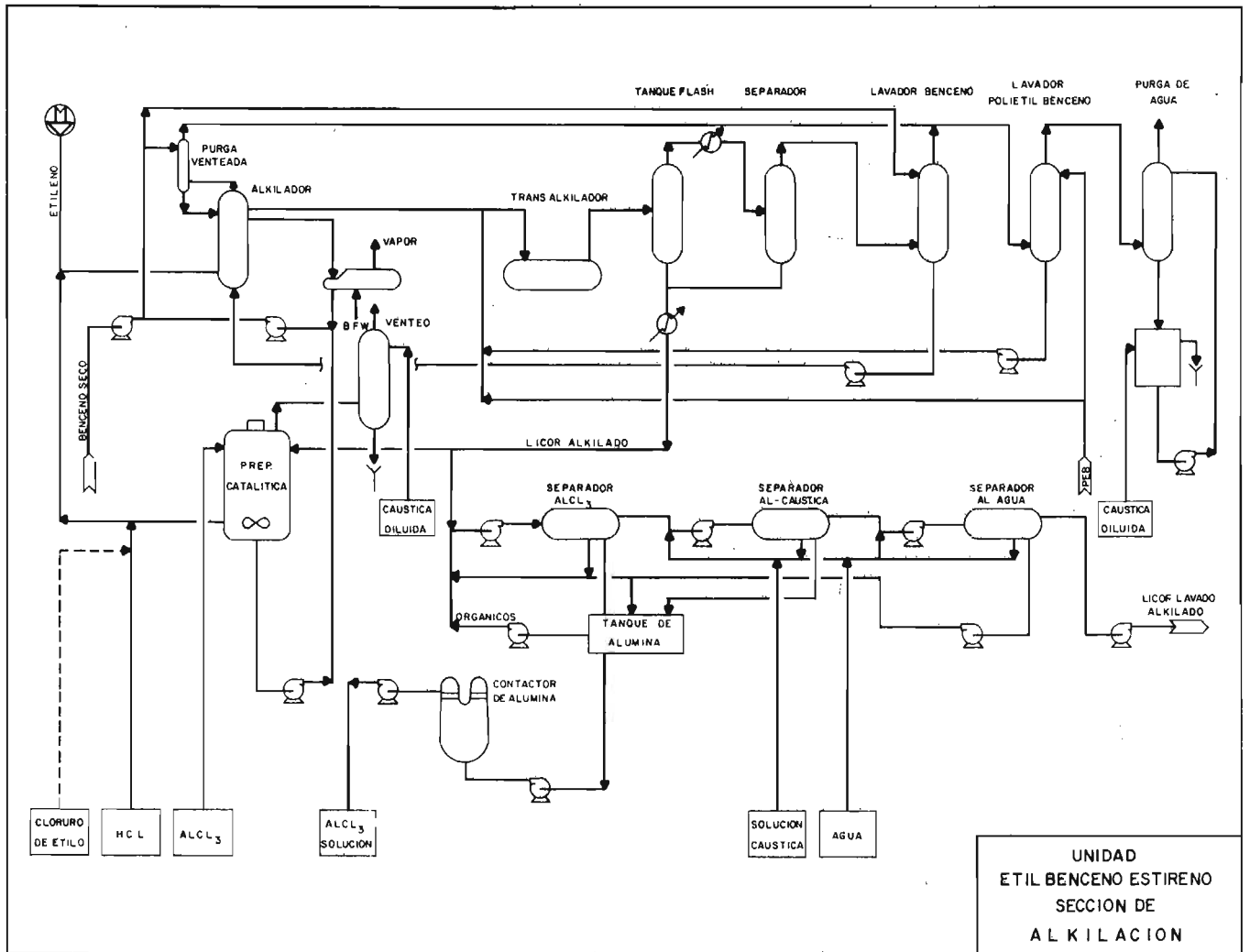
La mezcla deshidrogenada contiene el estireno deseado, - etil benceno que no reaccionó y pequeñas cantidades de benceno no reaccionado, tolueno y material de alto punto de ebullición.

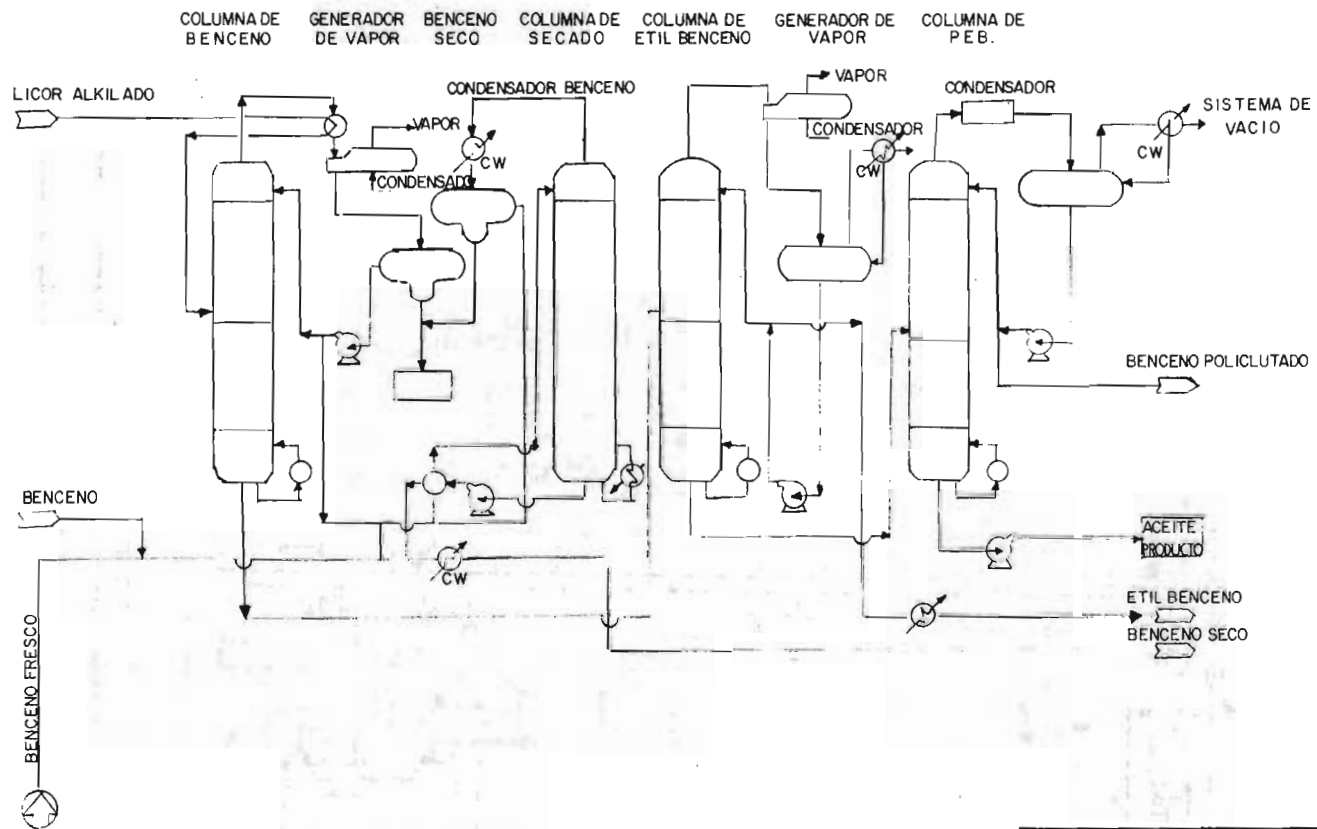
El propósito de esta sección es la recuperación de un alto grado de polimero de estireno y etil benceno para recircularlo a la de hidrogenación.

La economía también puede favorecer la recuperación de benceno para retornarlo a la alquilación, si bien el tolueno se puede separar en varios grados de pureza dependiendo de su utilidad local. La complicación en la pureza del estireno es la tendencia a polimerizarse, se suponen varias etapas en las que el proceso se efectúe sobre una eco nomía óptima.

6.1.2) Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos.

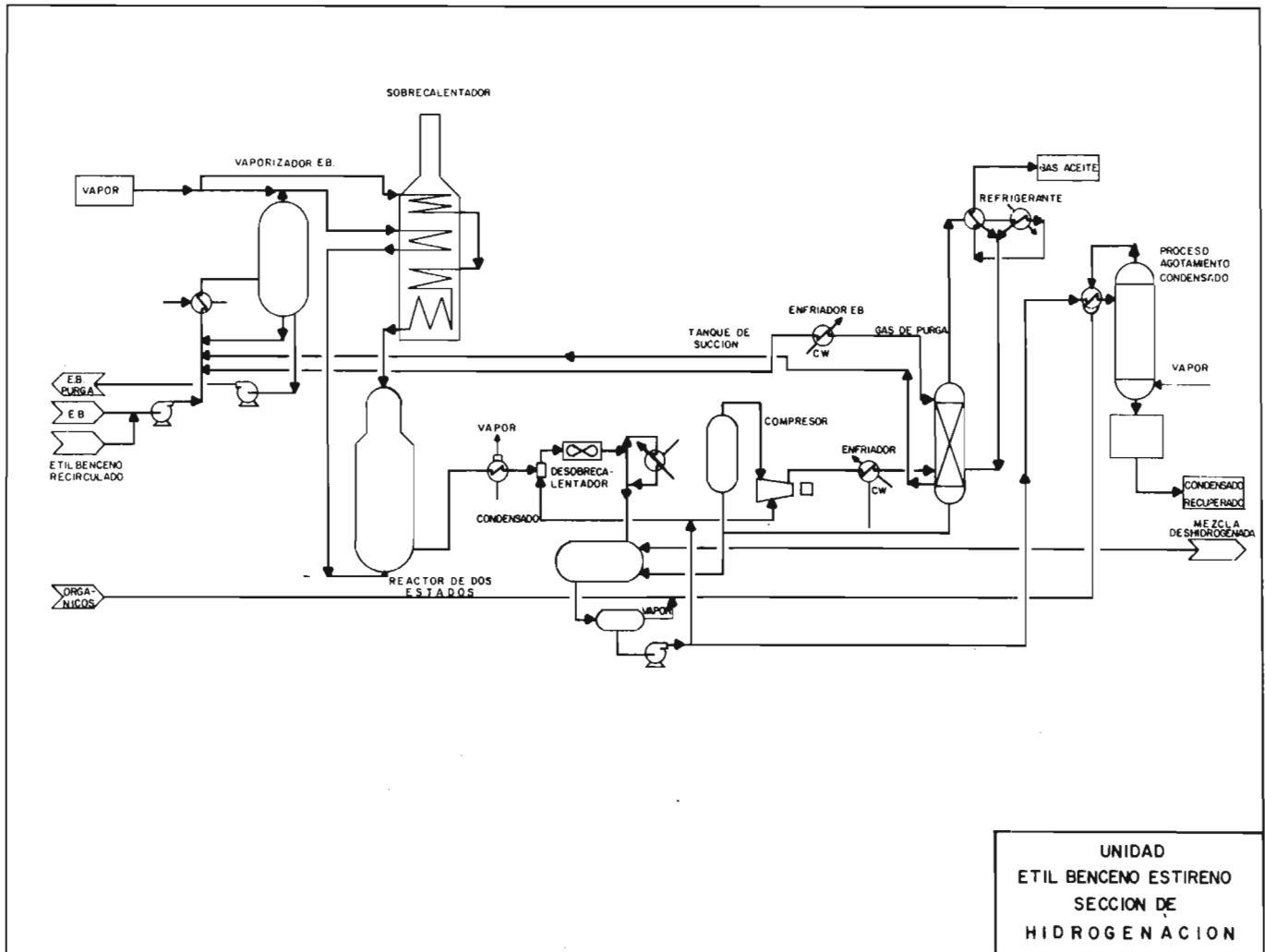
Descripción del Proceso. - La planta tratadora y fraccio nadora de hidrocarburos consta de cuatro secciones:

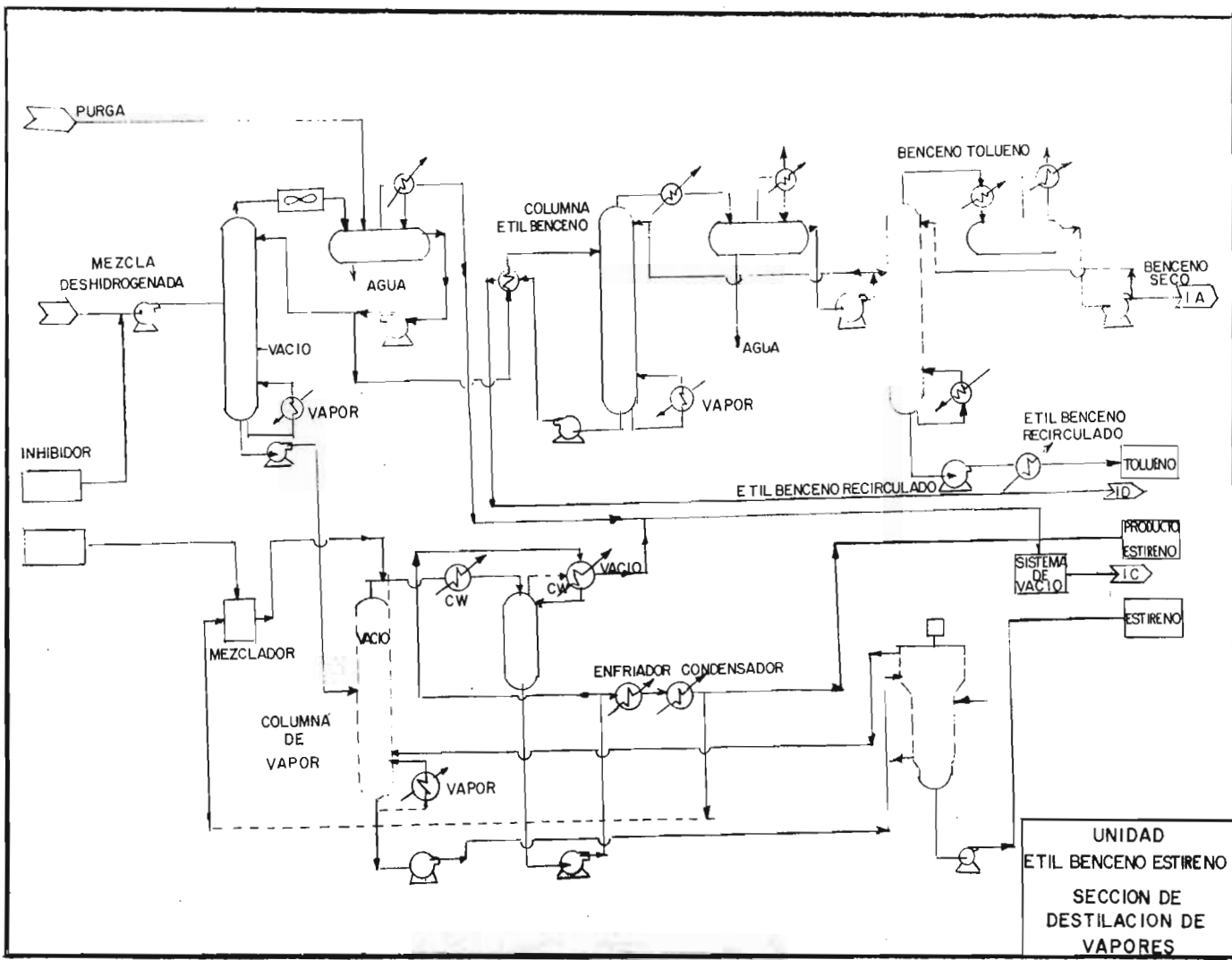




COLUMNA DE BENCENO GENERADOR DE VAPOR BENCENO SECO COLUMNA DE SECADO ETIL BENCENO GENERADOR DE VAPOR ETIL BENCENO COLUMNA DE P.E.B.

UNIDAD
 ETIL BENCENO ESTIRENO
 SECCION DE
 DESTILACION





Sección de fraccionamiento
 Sección de tratamiento con DEA
 Sección de tratamiento cáustico
 Sección de refrigeración.

En la sección de fraccionamiento - se lleva a cabo una destilación fraccionadora de diversas corrientes de hidrocarburos con el fin de obtener etano, propano, butano y naftas.

En la sección de tratamiento con DEA, - se efectúa el endulzamiento de diferentes corrientes ácidas, utilizando una solución acuosa de dietanolamina, para ese fin.

En la sección de tratamiento cáustico, - se utiliza una solución acuosa de hidróxido de sodio para reducir el contenido de mercaptanos de la corriente de butanos, procedentes de la sección de fraccionamiento.

En la sección de refrigeración, - tiene la finalidad de condensar el etano que se utilizará como reflujo de la torre de etanizadora; el medio de refrigeración que se utiliza, es propileno.

Los productos que se obtienen en la Planta son:

Etano, que se envía a la Planta de Etileno.

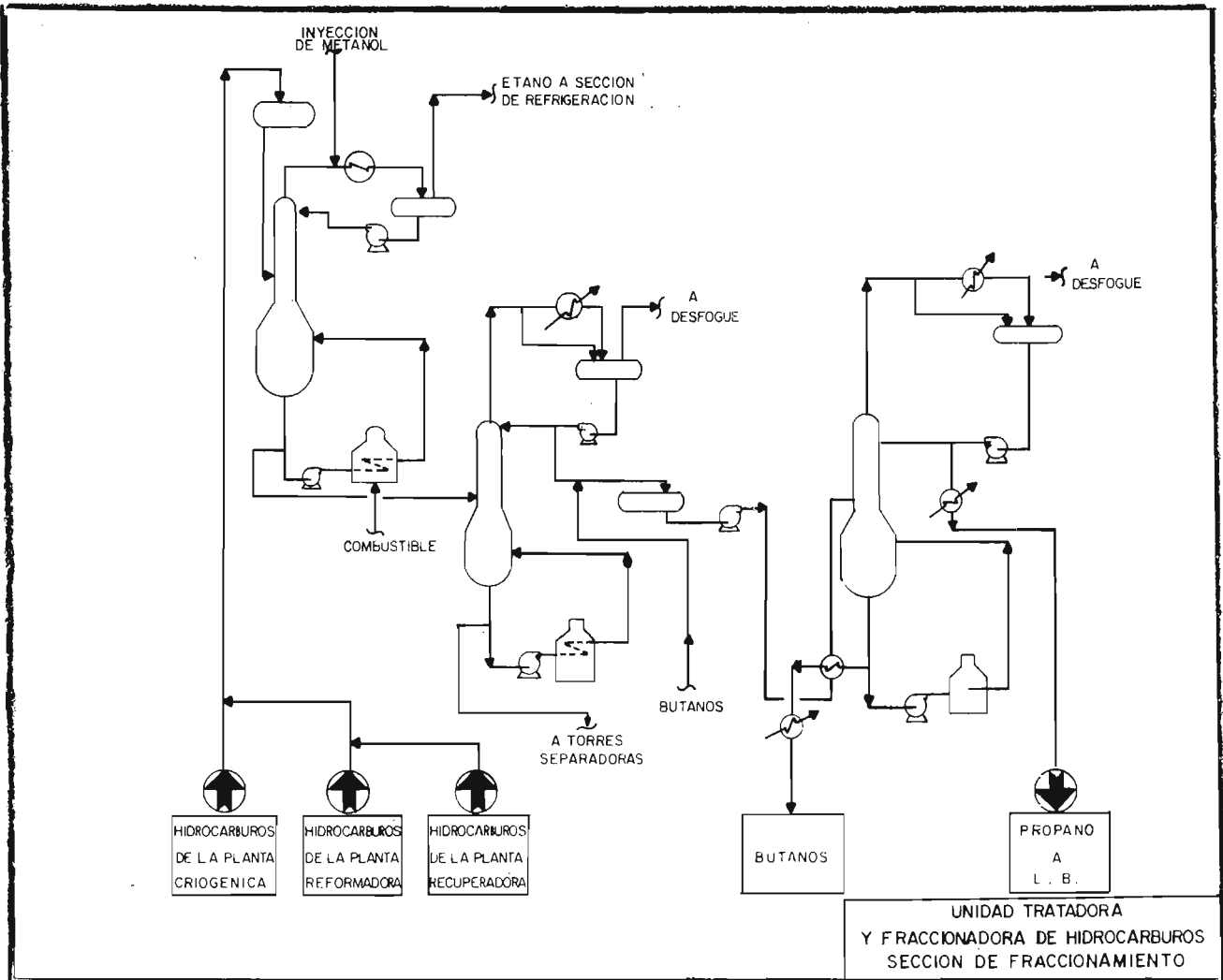
Propano, que se envía a límites de batería para su almacenamiento.

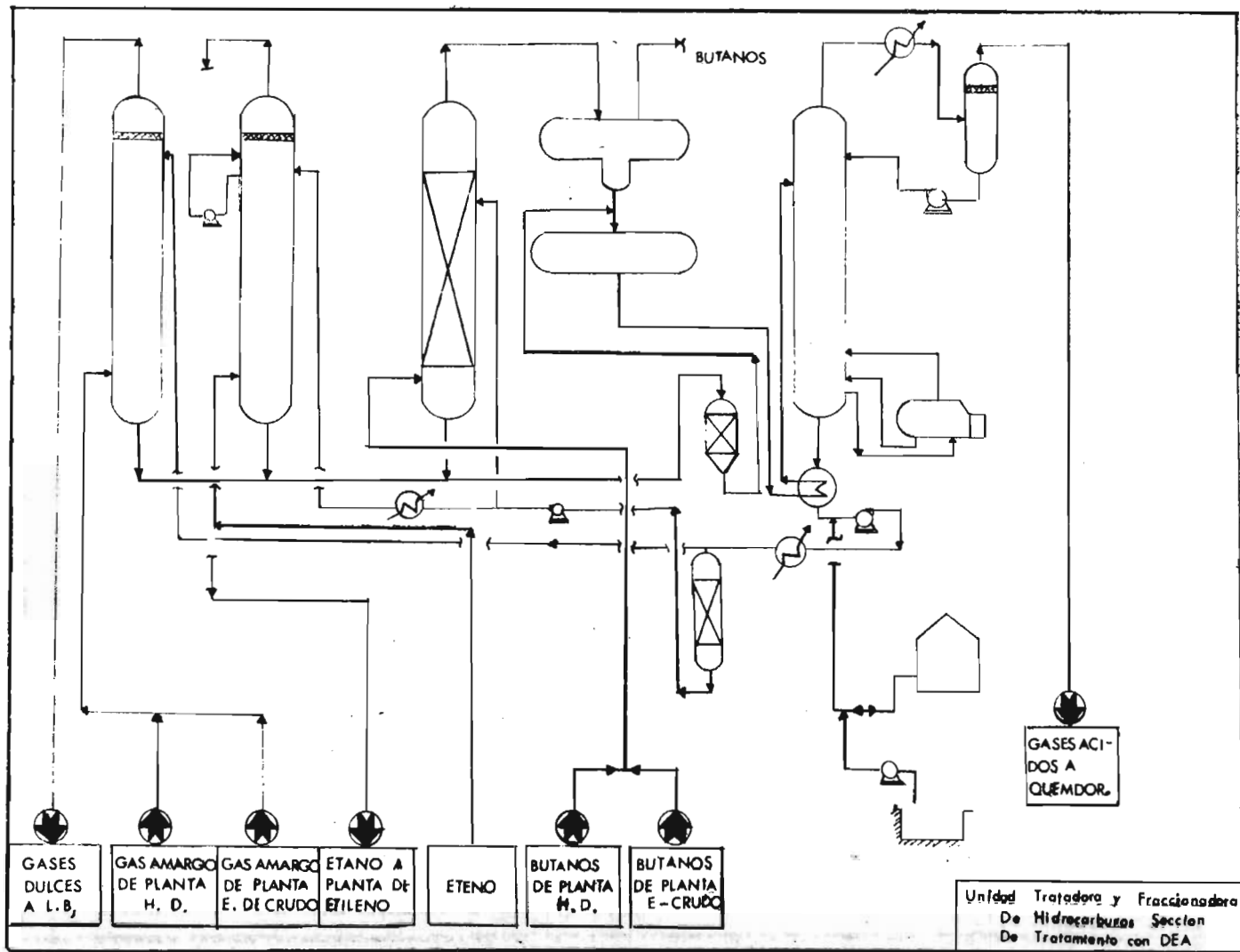
Nafta que se manda a la Planta de Hidrocarburos.

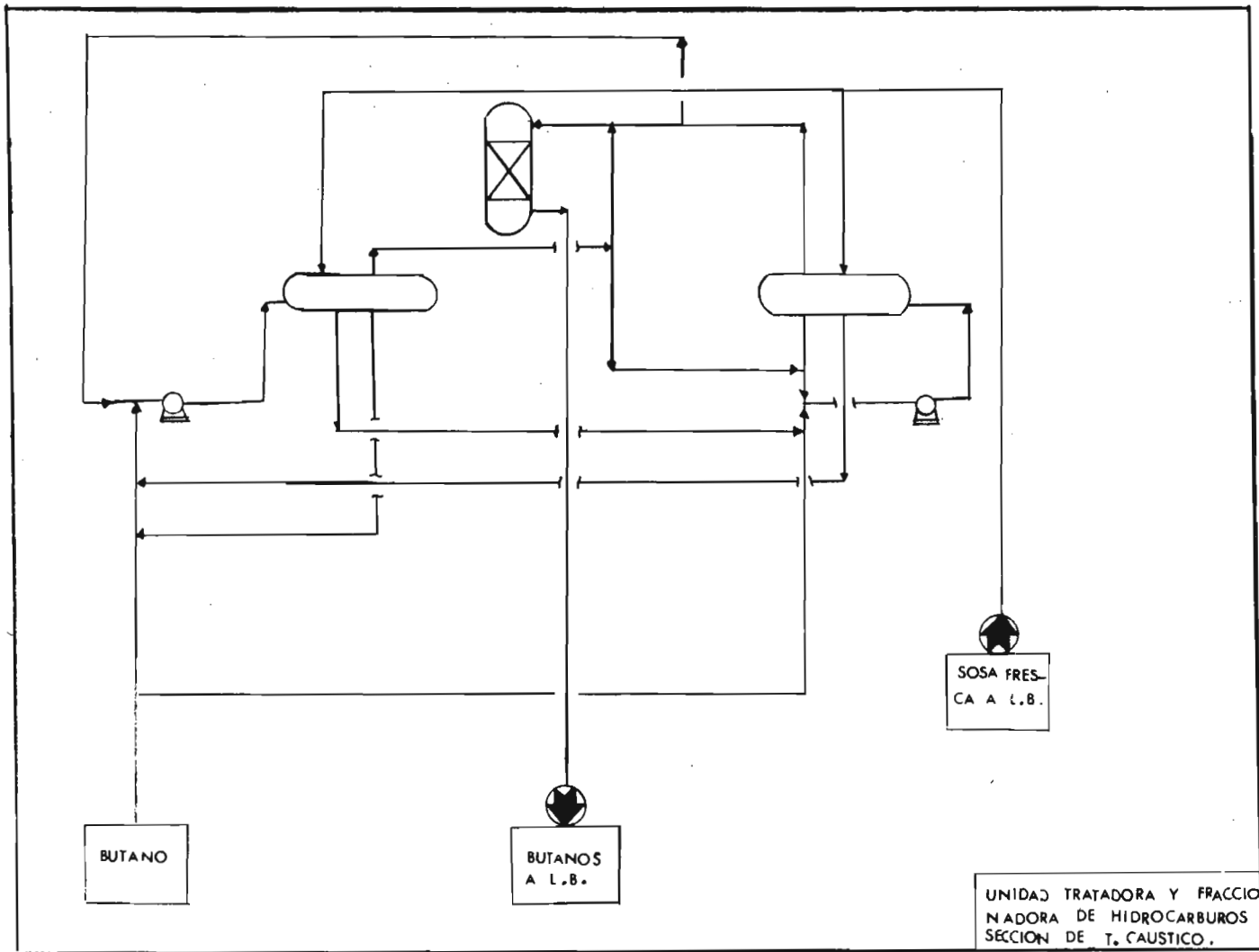
Nafta pesada, la cual se envía a almacenamiento.

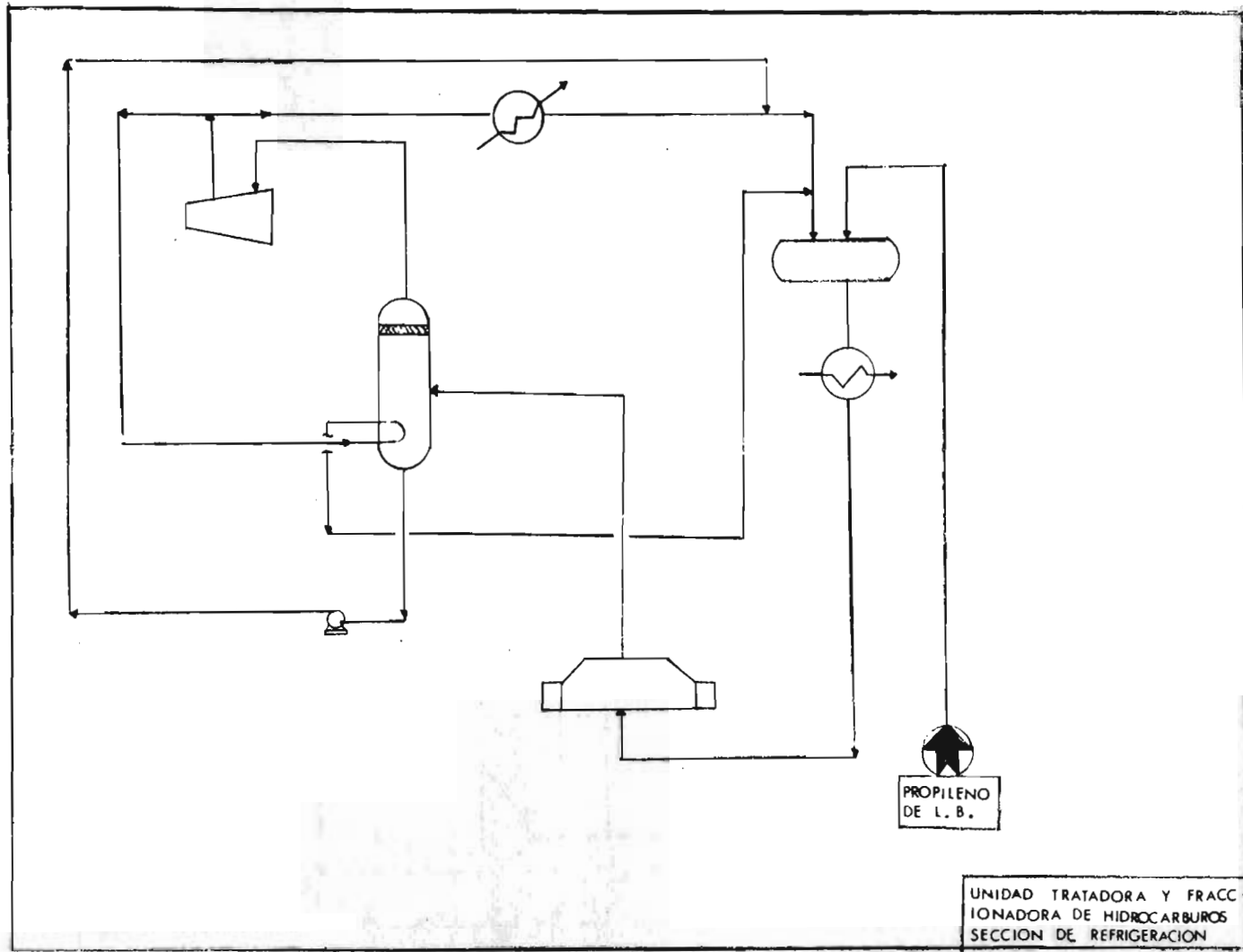
Gas dulce, que se envía a la planta recuperadora de Etano y licuables.

Gas amargo que se entrega en límite de batería.









6.2) DATOS GENERALES DE LOS FLUIDOS QUE SERAN
RELEVADOS EN EL SISTEMA.

6.2.1) Unidad de Etil Benceno Estireno.

6.2.2.) Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidro
carburos.

6.2.1) Unidad de Etil Benceno Estireno.

La corriente de alimentación en la unidad etil benceno estireno la componen los siguientes reactivos:

Etileno
Benceno
HCL
Cloruro de aluminio
Solución cáustica

Los productos secundarios:

Cloruro de Aluminio (22% sol.)
Tolueno
Gas de purga
TAR
Aceite

El producto principal es el monómero de estireno se obtienen 100 Kg por una base de alimentación de 30.7 de etileno alimentado.

Posteriormente en la tabla (1) se indica los fluidos que serán relevados en el sistema

6.2.2.) Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos.

A continuación especificaremos las alimentaciones a la Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos, indicando solamente su composición, impurezas y flujo; posteriormente se indicará en la Tabla (2) las condiciones en que serán relevados los fluidos especificando temperatura y presión para la causa máxima que se esta presentando en el equipo a relevar.

Licuable de la Planta Criogénica de Cactus.

COMPONENTE.	%mol.
Bióxido de carbono	0.288
Metano	0.094
Etano	49.253
Propano	25.646
Isobutano	4.061
n-butano	9.116
Isopentano	2.988
n-pentano	3.017
Hexano	5.537
Flujo: 81,537 BPD	

Corriente de recirculación de la Planta Reformadora BTX.

Componente.	% mol.
Hidrógeno	0.287
Metano	1.055
Etano	9.968
Propano	22.710
Isobutano	15.154
n-butano	20.446
Isopentano	17.971
n-pentano	11.410
Hexano	0.999
Fjujo: 11 817 BPD	

Hidrocarburos de Planta Estabilizadora de Crudo .

Componente.	% mol.
Acido sulfhídrico	3.362
Bióxido de carbono	0.265
Agua	0.081
Metano	0.198
Etano	4.558
Propano	28.435
Isobutano	13.867
n-butano	47.295
Isopentano	1.724
n-pentano	0.215
Flujo: 4 043 BPD	

Licuales provenientes de la Planta Recuperadora de la Cangrejera, Ver.

Componente.	% mol.
Hidrógeno	1.759
Metano	5.026
Etano	33.815
Propano	30.223
Isobutano	8.180
n-butano	11.735
Isopentano	4.140
n-pentano	2.327
Hexano	2.795
Flujo: 9 822 BPD	

Hidrocarburos de la Sección de Fraccionamiento de la Planta Hidro-desulfuradora.

Componente.	% mol.
Hidrógeno	0.200
Acido sulfhídrico	.230
Metano	0.960
Etano	6.730
Propano	8.40
Isobutano	2.930
n-butano	49.340
Isopentano	7.820
n-pentano	2.620
Isohexano	0.02
n-hexano	0.009
Flujo: 5 830 BPD	

Gas Amargo de Planta Estabilizadora de Crudo.

Componente	% mol.
Acido sulfhídrico	7.576
Bióxido de carbono	1.638
Agua	0.950
Metano	7.689
Etano	20.800
Propano	34.240
Isobutano	7.354
n-butano	17.513
Isopentano	1.161
n-pentano	0.730
Hexano	0.349
Flujo: 2.419 MMPCSD	

Gas Amargo de la Planta Hidrodesulfuradora.

Componente.	% mol.
Acido sulfhídrico	2.047
Hidrógeno	34.873
Metano	13.434
Etano	15.788
Propano	11.849
Isobutano	3.272
n-butano	9.542
Isopentano	4.836
n-pentano	3.321
Hexano	1.038
Flujo: 4.906 MMPCSD	

Propano proveniente de la Unidad Purificadora de Propano de Pajaritos, Ver.

Componente.	% mol.
Etano	0.00
Propano	52.980
Isobutano	32.629
n-butano	4.353
Isopentano	0.037
Flujo: 28 BPD	

6.3) ESTUDIO DE LAS FALLAS DE CADA PLANTA

6.3.1) Unidad de Etil Benceno Estireno

6.3.2) Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos.

6.3.1) Unidad de Etil Benceno Estireno.

En la Tabla (1) aparecen las condiciones de diseño de los fluídos, en ella se observa que hay válvulas y relevan simultáneamente por varias fallas en el equipo al que se esta protegiendo. Hay casos en que se hacen análisis muy meticulosos para poder seleccionar la causa más crítica y en base a ella, seleccionar el diámetro, para este caso, la masa de relevo mayor corresponde a fuego para la PSV-5112; esta válvula releva simultáneamente por descarga bloqueada, pero el porcentaje con respecto a la falla fuego es menor.

Hay otros casos por ejemplo la PSV-5208 que releva para agua de enfriamiento, fuego y falla de reflujo, en fuego la masa de relevo es menor, siendo mayor e igual para agua de enfriamiento y falla de Reflujo; aquí es necesario dimensionar cada falla por separado y posteriormente conforme a las contrapresiones determinar el diámetro.

Diagrama del Sistema de Relevo de la Planta Etilbenceno. Estireno.

Este sistema de desfogue está seccionado en cuanto áreas por encontrarse dentro del desfogue tres tipos.

Desfogue humedo que incluye áreas 200 y 400, desfogue seco área 100 y ácidos área 300. No es posible debido a las características de los fluídos unir directamente el desfogue ácido con el desfogue húmedo y seco, ya que se formarían reacciones químicas peligro-

sas, sino que previamente se mandan las corrientes de los cabezas a tanques de desfogue y una vez separado el líquido del vapor se envía al quemador.

DATOS GENERALES DE LOS FLUIDOS QUE SERAN RELEVADOS EN EL SISTEMA

VAL VULA DE SEGURIDAD		CONDICIONES DE DISEÑO DATOS DE FLUIDOS								CAUSA Y CANTIDAD RELEVADA LB / HR				
		CORRIENTE ABAJO				CORRIENTE ARRIBA				AGUA DE ENFRIAMIENTO	FUGA	DESCARGA BLOQUEADA	DESCARGA	ALIMENTACION DE CONDENSADO	FALLA DE REFLUJO
IDENTIFICACION	EQUIPO PROTECTOR	ORIFICIO TIPO Y TAMAÑO	TEMPERATURA DE SALIDA	CONTEN. PRES. PSIG	TEMPERATURA DE REFLUJO	PRESION DE REFLUJO PSIG	QUANTIDAD ESP. (LÍQUID. PESO MOLEC. (GSI)	MAXIMA L/V/HR	DESCARGA					
PSV-5101	DC-5101	2 J 3	86	62.11	356	135	28.1	12806				12806		
PSV-5102	DC-5101-5102	3-K-4	253	4.95	293	158	0.81	81025				81895		
PSV-5104	DC-5104-5102	3-K-4	74	58.36	424.8	159.2	32.45	33702.4		1327		33702.4		
PSV-5107	EA-5101	1 1/2-F-2	362	21.33	374	142	0.745	16009				16009		
PSV-5109	FA-5102(LABOR)	2-J-3	289	47.23	356	100	93.9	19594		4316		19594	18071	
PSV-5112	DA-5102	1 1/2-F-2	146	42.23	356	100	33.9	2759				2759	101	
PSV-5113	FA-5112	1 1/2-G-2 1/2	409	60	605	172	134.22	10534				10534	573	
PSV-5201	OA-5201	6-O-8	333	394	345	118	77.6	115870				24068		115870 115870
PSV-5205	DA-5202	4-P-6	381	14.28	385	44	106	42143				9971		42143 42143
PSV-5208	DA-5203	4-P-6	232	10.24	464	29.8	135.4	24844				24844		16119 24844
PSV-5212	DA-5204	2-J-3	303	25.27	310	76	76.3	9787		9787		8425		9787
PSV-5216	EA-5207	1 1/2-H-3	289	24.38	395	63.9	78.29	6174				6174		
PSV-5221	FB-5201	3-L-4	677	10.24	600	29.8	217.23	18822				18822		
PSV-5222	FA-5201	2-J-3	333	44.33	347	118	77.6	15396				15396		
PSV-5223	FA-5205	1 1/2-G-2 1/2	333	44.33	345	118	77	5251				3060	5251	
PSV-5224	FA-5203	2-J-3	438	10.24	440	29.8	136	7320				7320		
PSV-5225	FA-5202	3-L-4	406	15.30	410	44.08	106	13978				13978		
PSV-5226	FA-5204	1 1/2-G-2 1/2	302	28.74	310	76.7	75.2	4268				4268		
PSV-5227	EA-5209	2-J-3	332	26	431	78.2	78	12389				12389		
PSV-5301	FA-5301	1 1/2-H-3	352	2175	435	61.1	108	6110				6110		
PSV-5322	DA-5302	2-J-3	352	15.30	390	42.6	106	8707				8707	6526	
PSV-5328	FA-5309		87	5.0	89.6	15	6.6	16034				16034	5337	5337
	FA-5308		165		168	5	14.7	13970						13970
PSV-5401	DA-5401	8-T-10	345	10.01	362	22.75	104	304368		304368		31867		304368
PSV-5408	EA-5405	1 1/2-F-2	422	15.31	431	85.3	0.791	31389				15880	31389	
PSV-5407	DA-5402	4-P-6	284	17.66	390	46.9	86.27	38459				38459	14548	38459
PSV-5409	DA-5403	8-T-10	358	678	360	16.49	104.5	72439				72439	13425	72439
PSV-5414	DA-5404	2-J-3	236	12.30	385	34.12	9214	7513		5208		7513		5208
PSV-5419	EO-5401	3-L-4	390	12.30	395	35.3	109	13208				13208	681	
PSV-5422	EA-5416	1 1/2-F-2	370	28.52	378	78.2	9214	2815				2815		
PSV-5423	FA-5401	4-H-6	248	10.30	347	22.75	92.67	18388				18388		
PSV-5424	FA-5402	2-J-3	306	19.12	338	51.19	68	7185				7185		
PSV-5425	FA-5405	1 1/2-G-2 1/2	256	15.3	260	34	78.2	2938				2938		
PSV-5426	EA-5420	4-N-8	354	41	362	76.2	0.88	45529				4505	45529	
PSV-5604	FA-5350	1 1/2-H-3"	72.2	70	95	149.7	16.22	5730				5730		

6.3.2.) Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos

El estudio de las fallas con respecto a la Unidad tratadora y fraccionadora de hidrocarburos se muestra en la Tabla (2) donde se indica las diferentes fallas que presenta.

Ahora bien, se encuentra que cada una de las válvulas de seguridad enunciadas, presentan un gasto másico, el cual se ve determinado por la falla que mayor flujo presente. Se observa que para el caso de falla de Agua de Enfriamiento, se tienen los mayores gastos, - lo cual se ve a simple vista que el dimensionamiento se verá determinado por esta falla, para cada uno de los sistemas que esten incluidos. Haciendo una comparación de las demás fallas su gasto total es mínimo al gasto total relevado por Agua de enfriamiento.

TABLA 2

DATOS GENERALES DE LOS FLUIDOS QUE SERAN REVELADOS EN EL SISTEMA

VALVULAS DE SEGURIDAD Y/O CONTROL			DATOS DE DISEÑO DE LA VALVULA						CAUSA Y CANTIDAD REVELADA						SECCION
NUMERO PAV	EQUIPO (PROTECTOR)	ORIFICIO	CORRIENTE ABAJO			CORRIENTE ARRIBA			AGUA DE ENFRIAMIENTO	FUERO	SAIDA BUQUERDA	FALLA DE REFLUJO	FALLA AIRE O INSTRUMENTOS	OBSERVACIONES	
			TEMPERATURA °F	PREISION PSIG	FASE	TEMPERATURA °F	PREISION PSIG	PREVISION PESO (LBS) DE REFLUJO							DESCARGA MAXIMA LB/HR
1101	FA-1101 A	1 1/2" F 2"	197	36.56	G	261.54	410	44.76	14028.72		14028.72				1. SECCION DE CARGA
1102	FA-1101 B	1 1/2" F 2"	197	36.56	G	261.54	410	44.76	14028.72		14028.72				2. DEBILITADO
1103	FA-1101 C	1 1/2" F 2"	197	36.56	G	261.54	410	44.76	14028.72		14028.72				3. OCEANO/AMIZADO Y
PIC1102	FA1101ABC	1" X 1"	86	29.00	G	90	375	44	11666.7						4. DESMONTAJE
1104	DA-1101 A	4" N 6"	30	23.7	G	35	260	31	12333.2	12333.2	10354 (288°F)			99345.3	5. REPARO DE
1106	DA-1101 B	4" N 6"	30	23.7	G	35	260	31	12333.2	12333.2	10354 (288°F)			99345.3	6. MANTEN
1112 A B	DA-1102	6" R 10"	130	56.77	G	166	215	49	734675.6	734675.6	11953 (239°F)			270999.4	7. TRATAMIENTO
1116	FA-1103	1 1/2"	132	18.66	G	161	215	49	9937		9937				8. COM OEA
1118	FA-1106	1 1/2" G 2 1/2"	111	12.10	G	163	200	50	8416		8416				9. RACION CONGR
1120 A B	DA-1103	6" Q 8" 4" P 6"	104	43.3	G	156	300	44	619193.4	619193.4	10296 (239°F)			364022.1	10. CAUSTICO
1122	FA-1104	1 1/2" F 2"	84	29.3	G	140.8	300	44	1013.1		1013.1				
1136	FA-1105	4" P 6"	327	55.2	G	343	110	8462	92184.4	92184.4	2737.8			92184.4	
1129	DA-1104	6" Q 6"	259	34.10	G	269	75	77	91466.2	91466.2	5588.4 (454°F)			7142.3	
PIC1129 B	FA-1108	1" X 1"	187	29	G	191	33	77	631.24						
1132	DA-1105	6" Q 6"	32	32.99	G	350	90	108	169410	169410	7325 (239°F)			34095.7	
PIC1130 B	FA-1109	1" X 1"	298	29	G	301	40	108	965.46						
1135	FA-1107	1 1/2" G 2 1/2"	228	5.15	G	235	70	76	4957		4957				
1201	DA-1201	3" L 4"	120	19.94	G SAT CON H ₂ O	140	105	32.4	23772					23772	
1204	8" P 402-A 12 A	3" K 4"	115	8.55	G SAT CON H ₂ O	130	190	32.5	24933					24933	
1202	DA-1208	6" Q 8"	81	49.5	G SAT CON H ₂ O	120	300	30.3	232462					232462	
1205	DA-1203	4" L 8"	81	4.49	G	140	300	53.9	79603		9267			79603	
PIC1201 B	8" P403-4 A12 A	4X4 3/4"	126	45	G	130	70	32.4	23772						
1206	FA-1201	1" E 2"	200	21.08	G	250	300	53.9	7284		7284				
1209	FA-1202	1" D 2"	317	2.64	G	325	100	25.9	801		801				
PIC1205	FA-1202														
1207	DA-1204	4" N 6"	276	2.3	G	280	50	20.56	15333	15333	5000				
PIC1205 B	1 1/2" P403-3 A2 A	1" X 1"	126	38	G	130	54	32	806.25						
1301	FA-1301	3" K 4"	165	19.2	G	185	155	58.5	30200		30200				
1302	FA-1302	3" K 4"	165	19.2	G	185	196	58.5	30200		30200				
1402 A B	EA-1402AF	3/4" X 1"	38	3.0	G	42	226	42							
1404	FA-1402A	1" D 2"	24.5	2.0	G	60	260	42	2234.87		2234.87				
1405	FA-1402A	1" O 2"	24.5	2.0	G	60	260	42	7234.87						
1408	FA-1401	6" Q 8"	151	53.35	G	195	270	42	252661	252661	8207				

6.4) DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RELEVO DE CADA PLANTA.

6.4.1) Unidad de Etil Benceno Estireno

6.4.2) Unidad Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos.

A continuación se muestra un ejemplo en la salida de los datos a manera ilustrativa.

Se tomó una sección de la unidad Etil Benceno Estireno; con el objeto de dar una imagen sobre la agrupación final de diámetros y contrapresiones para cada sistema.

Esto es porque la impresión de los resultados es bastante amplia considerando el número total de fallas por lo que juzgamos conveniente no imprimirlos pero aclaramos que se utilizó como material de selección para determinar el diámetro óptimo.

SUBDIRECCION DE PROYECTOS

OFICINA DE DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS

CALCULO DE SISTEMAS DE DESFOQUE VERSION SIMU III

RESULTADOS GENERALES DE DIAMETROS Y CONTRAPRESIONES		
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
1	18.8140	56.720
1	22.6240	43.635
1	25.3100	36.890
1	27.3100	32.751
1	29.3120	29.263
1	31.3120	26.538
1	33.3130	24.389
1	35.3130	22.680
1	41.2500	19.344
1	44.0000	18.375
1	48.0000	17.361
1	50.0000	16.981
1	52.0000	16.665
1	54.0000	16.400
1	56.0000	16.178
1	58.0000	15.990
1	60.0000	15.830
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
2	2.4690	87.285
2	3.0680	58.105
2	4.0260	41.371
2	6.0650	34.206
2	7.9810	33.185
2	10.0200	32.912
2	11.9380	32.827
2	13.1240	32.802
2	15.0000	32.780
2	16.8760	32.769
2	18.8140	32.762
2	22.6240	32.756
2	25.3100	32.754
2	27.3100	32.753
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
3	22.6240	47.625
3	25.3100	42.655
3	27.3100	40.202
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
4	2.4690	89.474
4	3.0680	61.923
4	4.0260	47.121
4	6.0650	41.301
4	7.9810	40.523
4	10.0200	40.320
4	11.9380	40.257
4	13.1240	40.239
4	15.0000	40.223
4	16.8760	40.215
4	18.8140	40.210
4	22.6240	40.206
4	25.3100	40.205
4	27.3100	40.204
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
5	22.6240	52.837

5	25.3100	48.447
5	27.3100	46.331
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
6	3.0680	66.553
6	4.0260	52.626
6	6.0650	47.310
6	7.9810	46.619
6	10.0200	46.437
6	11.9380	46.380
6	13.1240	46.364
6	15.0000	46.350
6	16.8760	46.343
6	18.8140	46.339
6	22.6240	46.335
6	25.3100	46.334
6	27.3100	46.333
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
7	22.6240	52.814
7	25.3100	50.394
7	27.3100	49.282
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
8	3.0680	70.761
8	4.0260	56.165
8	6.0650	50.412
8	7.9810	49.620
8	10.0200	49.408
8	11.9380	49.341
8	13.1240	49.322
8	15.0000	49.305
8	16.8760	49.296
8	18.8140	49.291
8	22.6240	49.286
8	25.3100	49.285
8	27.3100	49.284
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
9	22.6240	54.429
9	25.3100	52.489
9	27.3100	51.604
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
10	3.0680	69.273
10	4.0260	56.924
10	6.0650	52.419
10	7.9810	51.840
10	10.0200	51.690
10	11.9380	51.645
10	13.1240	51.631
10	15.0000	51.620
10	16.8760	51.614
10	18.8140	51.610
10	22.6240	51.607
10	25.3100	51.606
10	27.3100	51.606
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
11	22.6240	55.892
11	25.3100	54.239
11	27.3100	53.496
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
12	1.0490	76.235
12	1.6100	56.581
12	2.0670	54.411
12	2.4690	53.883

12	3.0680	53.633
12	4.0260	53.534
12	6.0650	53.502
12	7.9810	53.497
12	10.0200	53.496
12	11.9380	53.496
12	13.1240	53.496
12	15.0000	53.496
12	16.8760	53.496
12	18.8140	53.496
12	22.6240	53.496
12	25.3100	53.496
12	27.3100	53.496
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
13	22.6240	57.520
13	25.3100	55.969
13	27.3100	55.273
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
14	6.0650	57.240
14	7.9810	55.791
14	10.0200	55.446
14	11.9380	55.349
14	13.1240	55.322
14	15.0000	55.299
14	16.8760	55.288
14	18.8140	55.282
14	22.6240	55.277
14	25.3100	55.276
14	27.3100	55.275
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
15	3.0680	83.988
15	4.0260	64.376
15	6.0650	56.715
15	7.9810	55.694
15	10.0200	55.428
15	11.9380	55.346
15	13.1240	55.322
15	15.0000	55.302
15	16.8760	55.291
15	18.8140	55.285
15	22.6240	55.280
15	25.3100	55.278
15	27.3100	55.277
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
16	4.0260	57.172
16	6.0650	55.535
16	7.9810	55.345
16	10.0200	55.299
16	11.9380	55.286
16	13.1240	55.282
16	15.0000	55.279
16	16.8760	55.277
16	18.8140	55.276
16	22.6240	55.276
16	25.3100	55.275
16	27.3100	55.275
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
17	1.0490	73.380
17	1.6100	57.657
17	2.0670	55.979
17	2.4690	55.573

17	3.0680	55.380
17	4.0260	55.305
17	6.0650	55.280
17	7.9810	55.276
17	10.0200	55.276
17	11.9360	55.275
17	13.1240	55.275
17	15.0000	55.275
17	16.8760	55.275
17	18.8140	55.275
17	22.6240	55.275
17	25.3100	55.275
17	27.3100	55.275
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
18	2.4690	76.400
18	3.0680	63.602
18	4.0260	57.736
18	6.0650	55.664
18	7.9810	55.391
18	10.0200	55.319
18	11.9380	55.296
18	13.1240	55.289
18	15.0000	55.283
18	16.8760	55.280
18	18.8140	55.278
18	22.6240	55.277
18	25.3100	55.276
18	27.3100	55.276
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
19	22.6240	57.559
19	25.3100	56.628
19	27.3100	56.224
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
20	11.9380	89.461
20	13.1240	79.726
20	15.0000	70.339
20	16.8760	65.083
20	18.8140	61.936
20	22.6240	58.907
20	25.3100	57.914
20	27.3100	57.459
SISTEMA	DIAMETRO (IN)	CONTRAP. (PSIA)
21	10.0200	89.957
21	11.9380	73.809
21	13.1240	68.385
21	15.0000	63.351
21	16.8760	60.633
21	18.8140	59.044
21	22.6240	57.541
21	25.3100	57.053
21	27.3100	56.830

SUBDIRECCION DE PROYECTOS

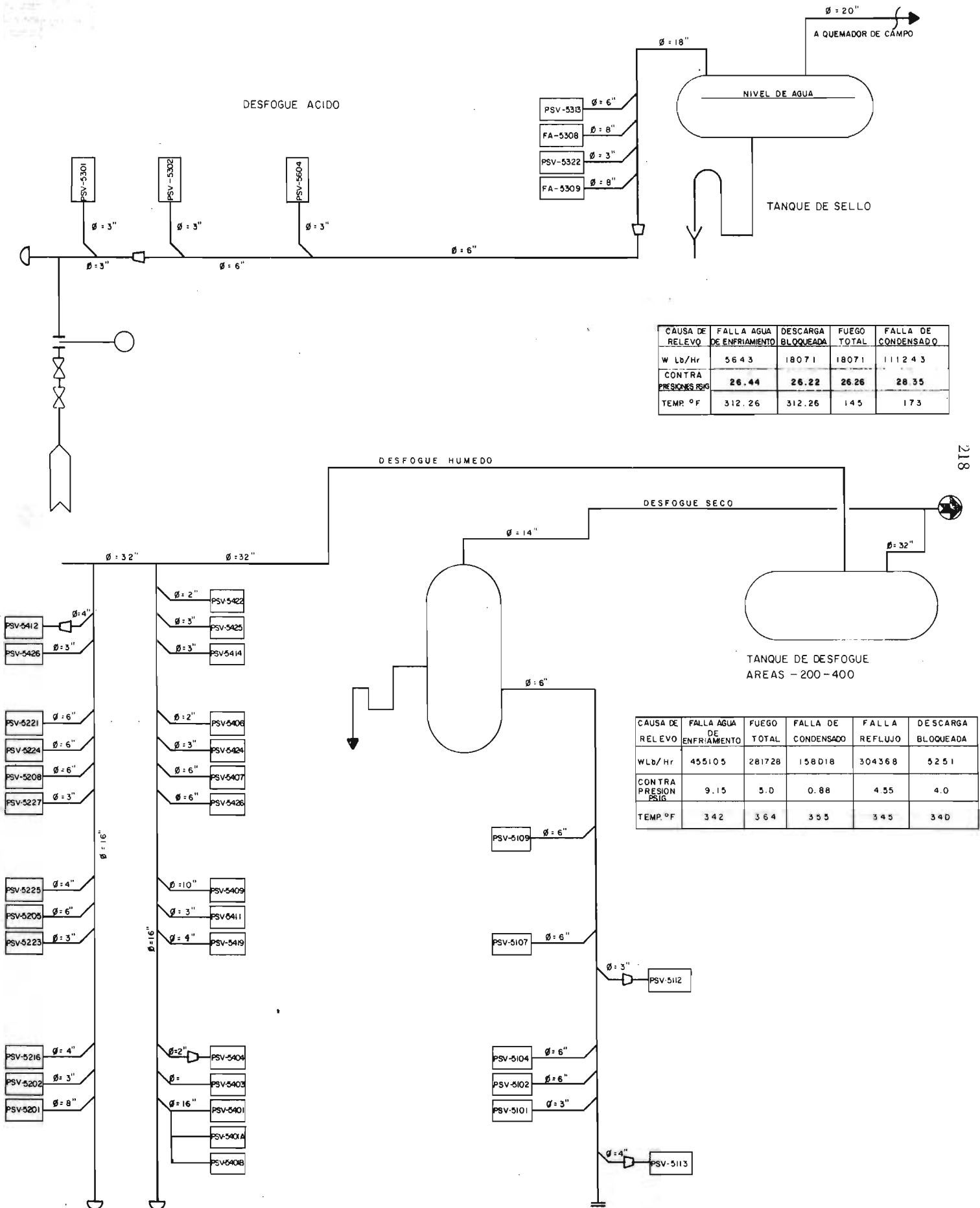
OFICINA DE DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS

CALCULO DE SISTEMAS DE DESFOGUE VERSION SIMU III

SISTEMA	RESULTADOS FALLA	VALORES MAXIMOS PARA CADA SISTEMA DIAMETRO MINIMO(INCH)	DIAMETRO MA
1	1	10.02000	60.00000
2	1	2.46900	27.31000
3	1		27.31000
4	1	2.46900	27.31000
5	1		27.31000
6	1	3.06800	27.31000
7	1		27.31000
8	1	3.06800	27.31000
9	1		27.31000
10	1	3.06800	27.31000
11	1		27.31000
12	1	1.04900	27.31000
13	1		27.31000
14	1		27.31000
15	1	3.06800	27.31000
16	1		27.31000
17	1	1.04900	27.31000
18	1	2.46900	27.31000
19	1		27.31000
20	1	11.93800	27.31000
21	1	10.02000	27.31000

IGNORED
CONTROL MODE

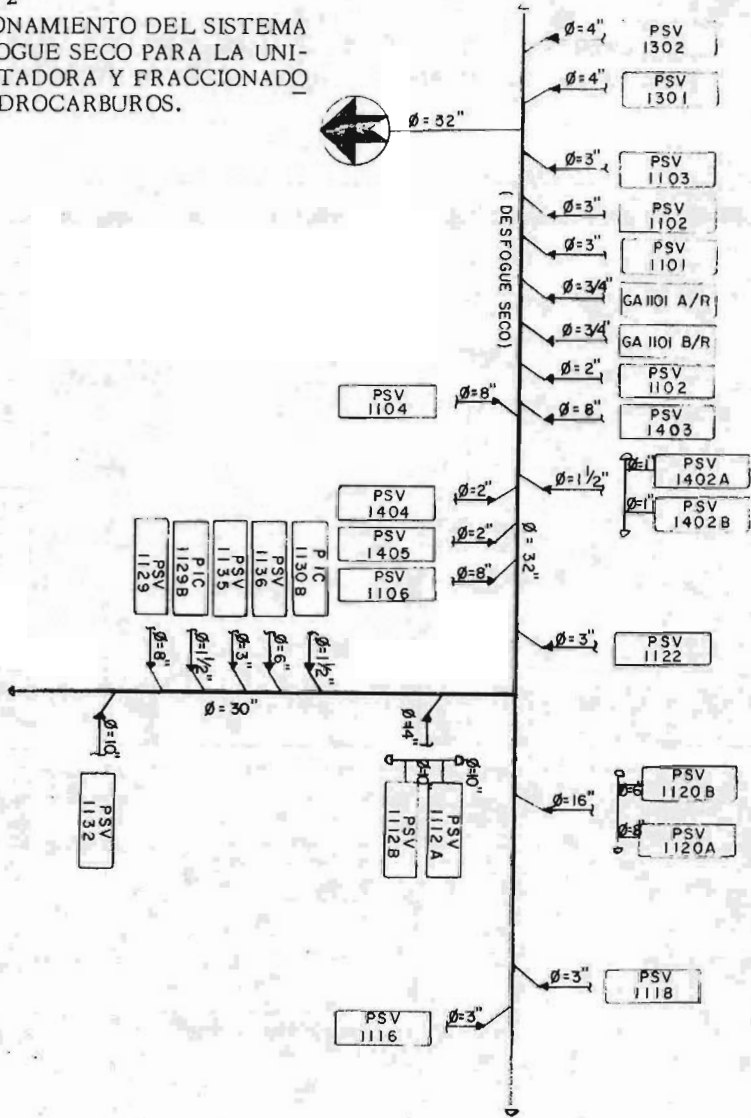
FIG. 6.4.1
 DIAGRAMA DE SISTEMA DE DESFOGUE
 PLANTA ETIL BENCENO ESTIRENO LA CANGREJERA, VER.



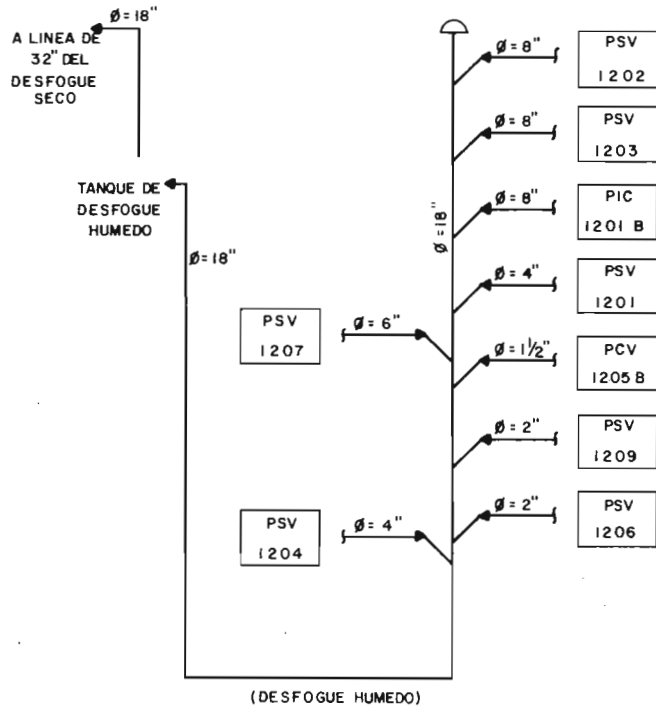
CAUSA DE RELEVO	FALLA AGUA DE ENFRIAMIENTO	DESCARGA BLOQUEADA	FUEGO TOTAL	FALLA DE CONDENSADO
W Lb/Hr	56 4 3	180 7 1	180 7 1	111 2 4 3
CONTRA PRESION PSIG	26.44	26.22	26.26	28 35
TEMP. °F	312.26	312.26	145	173

CAUSA DE RELEVO	FALLA AGUA DE ENFRIAMIENTO	FUEGO TOTAL	FALLA DE CONDENSADO	FALLA DE REFLUJO	DESCARGA BLOQUEADA
W Lb/ Hr	455105	281728	158018	304368	5251
CONTRA PRESION PSIG	9.15	5.0	0.88	4.55	4.0
TEMP. °F	342	364	395	345	340

FIG. 6.4.2
 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA
 DE DESFOGUE SECO PARA LA UNIDAD
 TRATADORA Y FRACCIONADO
 RA DE HIDROCARBUROS.



**DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DESFOGUE HUMEDO
PARA LA UNIDAD TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS**



6.5) INTEGRACION DEL SISTEMA PARA EL COMPLEJO PETROQUIMICO.

La problemática que resulta cuando se trata de integrar a un cabezal general el gasto relevado por diversas fallas, cubre varios aspectos que deben considerarse al diseñarse el sistema de desfogue.

Uno de los puntos a tratar es aquel que se refiere - cuando se trata de unir dos cabezales, para la integración del cabezal general. Cabe aclarar las distancias de ambos cabezales para los efectos de la caída de presión. Es decir hay que definir el punto de salida de las corrientes de desfogue, las condiciones en el momento de estar desfogando, si se trata de líquidos, la contrapresión en límites de batería, para cada uno de los niveles de relevo o la distancia al quemador.

Si el gasto relevado por una sola planta se mantuviera a través de una sola línea no habría problema, tal es el caso, cuando se maneja fluidos tóxicos que al contacto con otros provocan reacciones químicas de cierto grado de peligrosidad.

Sin embargo, en el estudio que se presenta se trata de coleccionar dos plantas que son las que relevan a diferentes presiones.

Aquí la contrapresión juega un papel muy importante debido a que no puede presentarse en el punto más lejano al cabezal general una contrapresión menor, es decir, el arreglo debe quedar de -- tal forma, que el empuje de la presión más lejana, tenga la fuerza para

contrarrestar el efecto de la contrapresión de la otra planta en el punto de unión evitando que el fluido retroceda, al diseñarse como se vió en el capítulo IV la contrapresión que se fija en el primer tramo de cabezal se ajusta a un diámetro óptimo que se reporta como final, sin embargo cuando se integran dos plantas se consideran las causas de fallas más críticas en ambas, hay que aclarar que si se manejan materiales tóxicos o se encuentran sometidos a condiciones de temperatura y presión diferentes los fluidos relevados en este cabezal, se mandarían sólo hasta el quemador.

Además de analizar de manera particular, los re--sultados obtenidos del programa para cada falla, como se explicó anteriormente, no hay una simultaneidad y son diferentes los gastos que relevan las válvulas, por ello que dependiendo de varios factores, el diámetro varía de una falla a otra, ahora bien la determinación de la posición más favorable del quemador de desfogue, se obtiene el costo mínimo de el trabajo neto del cabezal de desfogue. La Fig.(6.5.1) ---muestra el efecto que resulta de situar el quemador en el sistema mostrado.

La distancia entre el punto de más baja presión y re el quemador de desfogue, tiene un efecto significativo sobre el tamaño del cabezal. De lo anterior se deduce que es un porcentaje más grande en costos el esquema A, del B.

Este ejemplo muestra lo importante de la localiza--

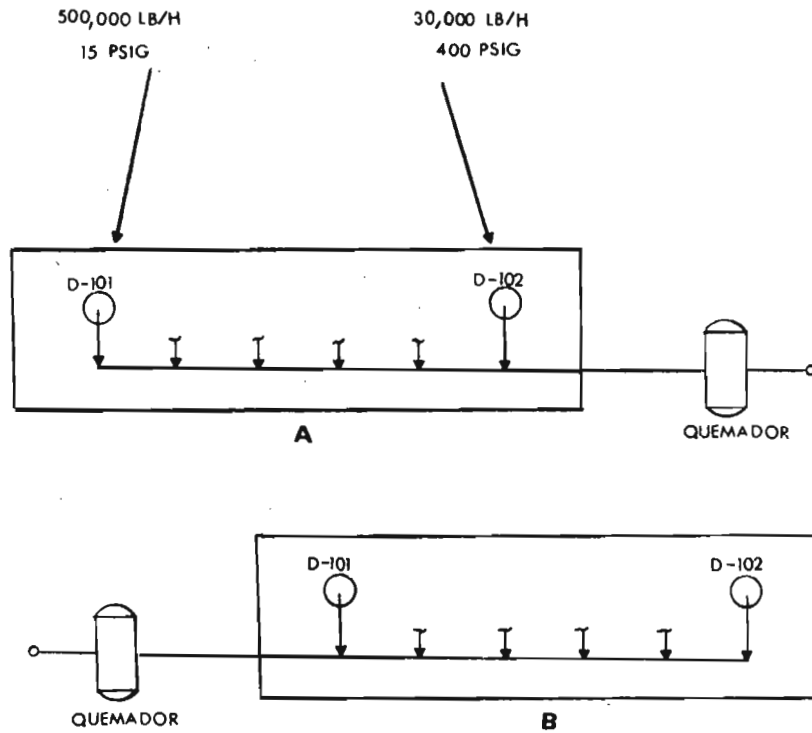


FIG.6-5.1 EL EFECTO DE LOCALIZAR EL QUEMADOR, EN EL COSTO DE UN SISTEMA DE RELEVO

ción del quemador. Hay que notar que al determinar el diámetro del cabezal general, un objetivo importante, es utilizar la diferencia de presiones entre las salidas de la válvula de relevo y el quemador, en forma más económica.

Puede darse el caso, que al diseñar se encuentren diferencias considerables en presiones de operación de equipos, en el sistema.

En algunos subcabezales la diferencia de presión puede suplirse con la instalación de un cabezal por separado, que maneje descargas provenientes de equipos a altas presiones.

Quizá sea más económico separar cabezales y válvulas de relevo balanceadas, debido a que incrementan el diámetro de un cabezal común. Si los extremos de temperatura ocurrieran, entonces es aconsejable separar los cabezales de descarga, que puede ser más económico que aumentar el diámetro de un cabezal general previsto para la expansión de corrientes calientes, también es factible varias condiciones ó combinaciones de descarga que pueden ser probadas con el programa de computadora.

Algunas veces, es más económico para algunas válvulas a presiones altas, descargar dentro de un cabezal a presiones bajas; una solución amplia de alternativas se presentan, las cuales se pueden obtener en forma rápida del programa.

Por lo general el quemador de desfogue se localiza

fuera de los límites de batería por razones de contaminación para el personal que labora en las áreas de proceso además cuando se determina el tamaño conveniente para el cabezal general y subcabezales, puede ser necesario incrementar el valor del diámetro de la línea hasta la entrada del dispositivo de protección, cuando se reporten pérdidas en las líneas de desfogue, ó cuando las presiones totales de abertura son inferiores a la presión de diseño; estas pérdidas son limitadas al tres por ciento de la presión de abertura.

En la planta Etil Benceno Estireno se localizan válvulas de seguridad en diversos equipos, puede darse el caso como el que se proteja simultaneamente dos ó más equipos con una sola válvula pero esta abre sólo en condiciones extremas, cuando se alcance su máxima presión de abertura; esto incluye por supuesto casos por los cuales se llegase a abrir ocasionando un costo pues la fuga del producto ó corriente principal lo origina, la presión de apertura así, será la del elemento más débil, en casos como estos, como sucede en el caso de una torre y el tanque de reflujo asociado, las presiones de diseño de los equipos serán iguales.

Sin embargo esta es una limitación entre el elemento más débil y la brida de entrada del dispositivo de protección, por tal motivo se ajusta con válvulas que sean de menor tamaño y que abran a una presión de relevo inicial por debajo de la presión de diseño.

Las válvulas de seguridad llevan como consecuencia una válvula de bloqueo que permanecerá abierta a un porcentaje deter-

minado.

En algunos servicios recomendados por ASME, sección I "BOILER CODE", no es aconsejable la instalación de una válvula de bloqueo entre la válvula de seguridad y el equipo protegido. Esto puede resumirse de la siguiente manera; se instalan válvulas de bloqueo en la línea de entrada al dispositivo de protección, lo mismo que a la salida, permaneciendo abiertas.

Las válvulas de bloqueo son normalmente para servicios en frío, es decir para dar mantenimiento en servicio sucio purgando el sistema.

También es factible conocerlas como atmosféricas, su presión de relevo es la atmosférica y estas no se colectan al cabezal general. La descarga se envía directamente a la atmósfera.

En las plantas Etil Benceno Estireno y fraccionadora de hidrocarburos, PEMEX ha estudiado la falla de corriente eléctrica en coordinación con el IMP y han dictaminado que la falla de corriente eléctrica es muy remota, y no se toma en cuenta en el diseño como una causa de sobrepresión. Sin embargo para nuestro estudio se ha introducido dentro del desbalance proporcionado por esta falla.

La aplicación de los principios desarrollados fué en base al análisis de cada sistema, tratando de cubrir todas las circunstancias, y tomando en cuenta las condiciones drásticas descritas en el capítulo como causas de sobrepresión.

Las circunstancias que razonablemente constituyen un peligro, sobre las condiciones prevaletientes para un sistema, fué necesario estudiar el plano de localización general y determinar cuando la planta puede ser dividida en más de una zona de peligro. En plantas ó complejos más grandes, se previene una subdivisión lógica debido a la separación del equipo, gradiente, etc.

Cuando esto se hace, es correcto considerar cada zona por separado al determinar cabezales de relevo para la condición de fuego. La selección de fuego está basada en el número de recipientes en una área expuesta al mismo fuego. El radio de la zona de fuego puede variar de 30 a 60 pies.

La causa de sobrepresión inclusive fuego externo, no se consideran relacionadas si no existen procesos no mecánicos ó eléctricos a través de ellos, ó si el período del tiempo entre posibles pasos sucesivos de estas causas es suficiente para hacer una clasificación no relacionada en estas plantas: no se consideran el fallo simultáneo de dos ó más condiciones que podría originar una sobrepresión, no será postulada si las causas no son relacionadas. Cabe aclarar que un error de operador se considera como una sobrepresión potencial.

Ahora bien cuando las fallas son críticas como es el caso de la fraccionadora de hidrocarburos, la planta no deberá seguir operando, las fallas que pueden conducir a un paro son las siguientes:

- Falla de corriente eléctrica
- falla de generación de vapor
- falla de aire de instrumentos.

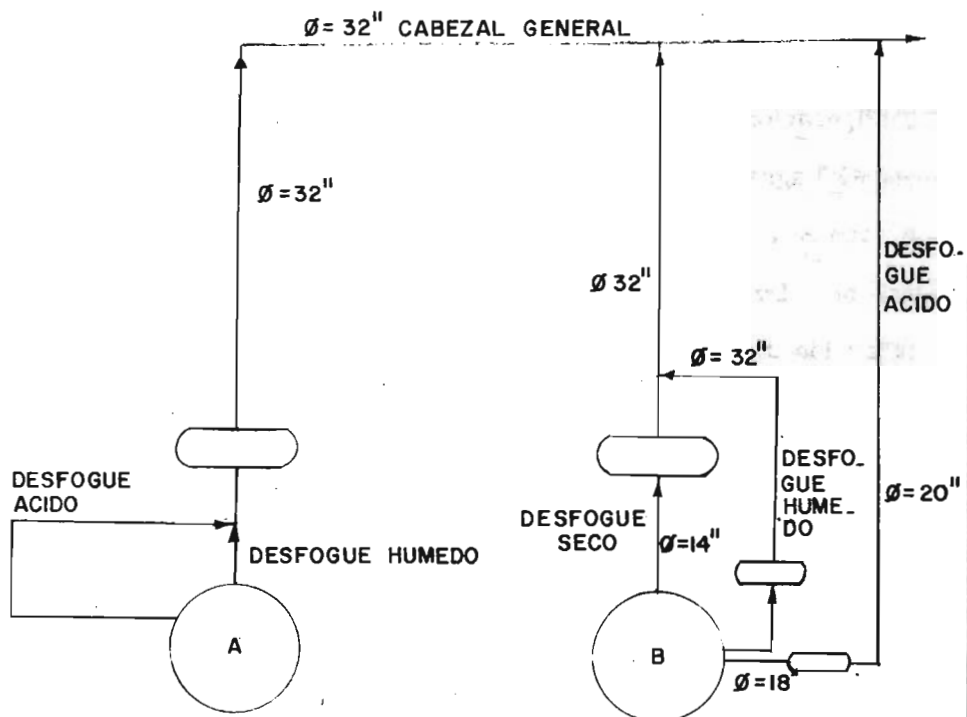
Este fué posible con ayuda del diagrama de tubería e instrumentación.

En la unidad Etil Benceno Estireno el análisis que se realizó en los puntos anteriores explica las fallas representativas y la configuración de cada una en los sistemas. En la Fig. 6.1 se observa que el diagrama reportado es de 32 pulgadas en los cabezales principales, basado en la contrapresión que genera el resultado óptimo obtenido del programa. Lo mismo sucede en la unidad tratadora y fraccionadora el valor seleccionado es igual en ambas. Este valor proviene de la falla AGUA DE ENFRIAMIENTO que maneja la mayor capacidad en comparación a las demás fallas.

Este diámetro se ajusta a una contrapresión que permite que las líneas de desfogue húmedo y seco en las unidades no retrocedan y avancen hasta el tanque separador para su posterior envío al quemador.

Es de observarse que los diámetros de los subcabezales se ajustaron también a la contrapresión en el primer tramo de cabezal, con el objeto de escoger entre varias opciones cuál es el que evita que el fluido retroceda y se una a la corriente general; es decir todo este análisis se verifica con las opciones que resultan por cada falla en el programa.

Se presentan casos en que el primer tramo de cabezal de una planta se ajusta a una contrapresión diferente de otra, esto se verifica integrando en dos corridas las dos opciones de contrapresión y rectificar si con la presión de una de las plantas no ofrece problemas en la



A.- UNIDAD TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS
 B.- UNIDAD DE ETIL BENCENO ESTIRENO

FIG. 6.1

dirección del flujo; se realiza el mismo procedimiento en la otra planta.

En estos casos se selecciona la que no cause un problema de dirección y del diámetro más óptimo ya que hay que tomar en cuenta el factor económico; una contrapresión más alta dará como consecuencia un diámetro menor.

En la Fig. 6.1 queda integrado un sistema que calcula las dos unidades a un solo tramo de cabezal, ambas con sus respectivos tanques separadores; notese el diámetro seleccionado de 32 pulgadas en los tramos principales.

CONCLUSIONES

Este trabajo da a conocer el tipo de fallas más frecuentes en una planta de proceso así como su pronta solución el cual se justifica porque brinda una protección al personal que en ella labora, así mismo evitará la pérdida e interrupción del buen funcionamiento de las instalaciones.

El sistema de relevo que se presenta en este trabajo auxiliado por un programa se elaboró empleando información práctica además de considerar las inquietudes manifestadas por los ingenieros especialistas en el diseño; con el objeto de recopilar los criterios que aumenten eficientemente, la capacidad al diseñar.

Cabe aclarar que el programa se elaboró, para obtener resultados en una sola corrida, de varios contratos los cuales pueden ó no integrarse a una sola línea ó cabezal principal, a su vez en cada planta se introducen las fallas; obteniéndose resultados en un solo enlistado, lo que reditúa una optimización de las horas-hombre cargadas; esto es importante ya que se pueden introducir modificaciones en el sistema sin que ello ocasione un atraso; trastornando las actividades que dependen del término de ésta.

El tiempo estimado para recabar toda la información para la entrada de datos del programa, se ha logrado optimizar de una manera notable, si se cuenta con una organización adecuada, evitando caer en

problemas, si se revisan cuidadosamente las ordenes de entrada del manejo del programa, en caso contrario pueden presentar confusión al usuario si no está adiestrado para el manejo de este tipo de operación, de esta manera se ahorran las complicaciones, tanto como para el usuario como para el operador; obteniéndose así eficazmente los resultados.

El programa ocupa una memoria de 36.398 k y el tiempo de compilación es de 2 min. que nos da una idea clara como se puede optimizar este tipo de cálculo que se presenta iterativo.

Los capítulos desarrollados, fué con la idea de brindar un concepto claro acerca de la información existente consultando bibliografías y poder resumir lo anteriormente presentado.

El tema Sistemas de Relevó es importante, ya que todo estudio de protección que tienda a asegurar la vida humana se justifica; se esmeró en la selección sobre las posibilidades de peligro existentes y la manera de atacarlas, las fallas como se vió en el capítulo IV son muy variadas y pueden presentarse provenientes de un sistema mecánico como de un control manual, las fallas críticas son las que se trato de puntualizar en aquellos equipos que requirieron uno ó mas dispositivos de seguridad, los métodos que utilizamos estuvieron basados en flujo isotérmico pero considerando las variaciones de temperatura y presión introduciendo para ello las correlaciones correspondientes.

Para los cálculos de caída de presión se basó en las relaciones propuestas por Conisson y Crocker, además se desarrollaron los estudios de cálculos de temperaturas, al final de cada tramo para la estima

ción de propiedades de mezcla, también se realizó un estudio de contrapresiones máximas para válvulas balanceadas que sometió a un estudio de revisión, los manuales de los fabricantes y el correspondiente análisis de regresión, el cuál reporta un valor máximo de contrapresión que aumenta el grado de confiabilidad en cuánto al valor de la máxima contrapresión desarrollada; que utiliza el programa, éstos métodos están comprendidos en el capítulo V.

El desarrollo para este trabajo fué largo; antes de presentarlo a producción, se sometió a una serie de pruebas para notar sus alcances y limitaciones, tratando de atacar los puntos donde se presentaban problemas, corrigiéndolos y modificando la secuencia, para lograr resultados satisfactorios.

Este período puede juzgarse largo pero la inversión es pequeña. Un tema encaminado a proteger la vida humana es poco, justificándose plenamente así éste.

BIBLIOGRAFIA

PUBLICACIONES.

- CHEMICAL ENGINEERING, SEPTEMBER 1953
"Fundamentals Chemical Engineering Part I, II, III"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, MARCH 8, 1954, PAG. 119-120
"How to size vapor-Relieving systems-I"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, MARCH 29, 1954, PAG. 123
"How to size vapor- Relieving Systems-3"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, APRIL 12, 1954

- THE OIL AND GAS JOURNAL, MAY 3, 1954, PAG III
"THESE CHARTS MAKE CALCULATION EASIER"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, MAY 24, 1954, PAG. 263-264
"Calculating ratio for specific heats"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, DECEMBER 13, 1954 PAG. 126,
128 y 131
"Design of gas pipeline blowdowns"
- PETROLEUM REFINER, FEBRUARY, 1955
"New design method for vent lines."
- THE OIL AND GAS JOURNAL, MARCH 19, 1956, PAG 265-266
"How to size relief-valve discharge headers-2"
- CHEMICAL ENGINEERING, APRIL 7, 1958
"Rupture disks installation"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, APRIL 14, 1958, PAG 128
"Right line size whips pressure drops"
- THE OIL AND GAS JOURNAL, APRIL 14, 1958
"Sizing blown piping -Part I"
- PETRO/CHEM. ENGINEER, JUNE 1960
"How to design safe flare stacks- Part I y Part II"

- PETROLEUM REFINER, VOL. 39, NUM. 7 JULY 1960
"Piping of pressure relieving devices"
- CHEMICAL ENGINEERING, JULY 25, 1960, PAG 109-113
"How to design a pressure relief system"
- PETROLEUM REFINER, OCTOBER 1960
"Relief valve and rupture disc"
- PETROLEUM REFINER, MARCH 1961
"Use computer to size relief valves"
- CHEMICAL ENGINEERING, SEPTEMBER 18, 1961
"Practical way to size safety disks"
- CHEMICAL ENGINEERING, OCTOBER 29, 1962, PAG 101-102
"Pressure drop in vapor-relief systems"
- HYDROCARBON PROCESSING, AUGUST 1964, Vol. 43, NUM. 8
"Practical design of flare stacks"
- HYDROCARBON PROCESSING, JANUARY, VOL. 46, NUM. 1,
1967, PAG. 149-154
"Simplified flare system sizing"
- HYDROCARBON PROCESSING, OCTOBER, Vol. 46, NUM. 10,
1967, PAG. 149-154
"Simplified Flare System Sizing. "
- HYDROCARBON PROCESSING, JANUARY 1969, VOL. 46, NUM. 1
"Flare System Design Simplified"
- HYDROCARBON PROCESSING, AUGUST 1969, PAG. 104-108
"How to design pressure relief system"
- HYDROCARBON PROCESSING, SEPTEMBER 1969, PAG. 161-164
"How to design pressure relief system"
- HYDROCARBON PROCESSING, MAY 1970.
"New relief valve gas equations"
- CHEMICAL ENGINEERING, JULY 25, 1970.
"Pressure-relief system"
- HYDROCARBON PROCESSING, SEPTEMBER 1970.
"Size rupture discs by nomograph"

- CHEMICAL ENGINEERING, FEBRUARY 22, 1971, PAG. 113-124
"Pressure relief systems"
- CHEMICAL ENGINEERING, MAY 1972 VOL. 68, NUM. 5
- CHEMICAL ENGINEERING, JANUARY 20, 1973, PAG.39-45
- HYDROCARBON PROCESSING, AUGUST 1975, PAG. 83
"Reduce relief system costs"
- CHEMICAL ENGINEERING, MAY 24, 1976
"Pressure -relieving devices"
- CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS, VOL. 47, NUM. 4
"Compresor and expander design"
- API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE) - 520
RECOMMENDED PRACTICE FOR DE DESIGN AND INSTALLATION
OF PRESSURE-RELIEVING SYSTEMS IN REFINERIES PART I Y -
PART III DESIGN
- API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE) - 521
DESIGN AND INSTALATION OF PRESSURE -RELIEVING SYSTE--
MS IN REFINERIES PART I
- UNFIRED PRESSURE VESSELS, SECT. VIII OF ASME BOILER -
AND PRESSURE VESSEL CODE.
- DESIGN ENGINEERING DEPARTMENT-ANALYTICAL DIVISION
PIPING
DESIGN MANUAL - ANALYTICAL KELLOGS
"DESIGN PRESSURE AND LIQUID RELIEF VALVES"
- THE FLUOR CORPORATION LTD. VOL. V
HYDRAULIC DATA BOOK
- LUMMUS
- CONSOLIDATED
- HEAT & MASS TRANSFER SECOND EDITION, ECKERT. DRAKE
- FLARE GAS
"GROUND POLLUTION FROM ELEVATED FLARE IFFUENTS"
- FLARE GAS
"ANTI-POLLUTANT SMOKELESS FLARE"

LIBROS

- DANIEL D. MC. CRACKEN
"PROGRAMACION FORTRAN IV"
- LUDWING VOL. II Y VOL III
"APPLIED PROCESS FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL
PLANTS"
- EVANS, JR., FRANK L.
"EQUIPMENT DESIGN HANDBOOK FOR REFINERIES AND -
CHEMICAL PLANTS"
- VIRGIL M. FAIRES
"THERMODYNAMICS"
- HOUGEN, TOMO II CAP. 15
"CHEMICAL PROCESS PNCIPLES"
- MC. CABE, W.L. AND SMITH
"UNIT OPERATIONS OF CHEMICAL ENGINEERING"
- LEWIS AND RANDALL, PAG. 46-50
"THERMODYNAMICS"
- MARON AND PRUTTON, PAG. 120
"PRINCIPLES OF PHYSICAL CHEMISTRY"