



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

"RECALCULO DE VALVULAS DE SEGURIDAD DE LA
PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA No. 1
DE LA REF. 18 DE MARZO".

389

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUÍMICO

p r e s e n t a :

JESUS REMBERTO RODRIGUEZ JIMÉNEZ

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

CLAS. Tesis
AÑO. 1976
FOLIO 14
PÁG. 14

370



QUIMICA

A MIS PADRES

ANGEL Y ANGELINA.

A MI HERMANO

JOSE ANGEL.

A MI ESPOSA LUISA ANDREA

A MI HIJA ITARI

A MIS HERMANOS

A MI CUÑADO RAUL REA

A MI AMIGO JOSE HERIBERTO ANTE

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO.

PRESIDENTE : PABLO BARROETA GLEZ.

VOCAI : CARLOS DOORMAN MONTERO.

Jurado asignado ori-
ginalmente.

SECRETARIO: GRACIELA MARTINEZ
ORTIZ

Según el tema

1er. Suplente: MAYO MARTINEZ KAHN.

2do. Suplente: VICTOR PEREZ AMA--
DOR.

Site donde se desarrolló el tema:

REFINERIA 18 DE MARZO.

Nombre completo y firma del sustentante:

JESUS REMBERTO RODRIGUEZ JIMENEZ.

Nombre completo y firma del asesor del tema:

GRACIELA MARTINEZ ORTIZ

Nombre completo y firma del supervisor técnico:

JOSE ANTONIO ALVAREZ.

RECALCULO DE VALVULAS DE SEGURIDAD A LA
PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA No. I DE LA
REFINERIA 18 DE MARZO.

I N D I C E

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

CAPITULO I: Válvulas de Seguridad

- a) Definición
- b) Terminología
- c) Descripción y Clasificación

CAPITULO 2: La planta de Destilación Primaria No. I de
la Refinería 18 de Marzo.

- a) Refinería 18 de Marzo
- b) Planta de Destilación Primaria No. 1
- c) Válvulas de Seguridad en la Planta Prima--
ria. No. 1.

CAPITULO 3: Recálculo de las Válvulas de Seguridad
a) Dimensionamiento, Selección y Conclusiones.

CAPITULO 4: Instalación, Mantenimiento e Inspección

CAPITULO 5: Reflexiones y Recomendaciones.

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION :

La Planta de Destilación Primaria No. 1, fué diseñada originalmente para procesar 27,345 B/D de -- crude; actualmente esta Planta procesa un promedio de 42,000 B/D de Crude. Este aumento en la capacidad de proceso de la Planta, originó incertidumbres acerca -- del adecuado funcionamiento de las válvulas de seguridad instaladas. Porque así como una gran mayoría de -- los equipos conservaron sus condiciones iniciales de -- dicho diseño mecánico, estos dispositivos también le -- hicieron.

Siendo las válvulas de seguridad elementos -- de gran importancia para la adecuada operación de la -- planta por las funciones que desempeña, se hace necesario el recálculo de estos dispositivos de alivio de -- presión.

Este recálculo se efectuará en algunos de -- los equipos más determinantes en la operación de la -- Planta.

Estos equipos son los siguientes: La Desaladora de Crude, El Acumulador de la Torre fraccionadora principal, la Torre fraccionadora principal, el Agotador de Gasoleos ligero y el Filtro de Kerosina.

Básicamente son dos los objetivos que me indujeron a la realización de este trabajo.

Uno de ellos es el de obtener a través del recálculo de estos dispositivos, la información necesaria para poder emitir el razonamiento, de si los equipos señalados anteriormente cuentan en las condiciones actuales de procesamiento con las válvulas de seguridad adecuadas.

El otro objetivo es el de proporcionar al interesado o al estudioso información práctica acerca del cálculo de estos dispositivos de alivio de presión.

La forma en que se desarrollará este trabajo es la siguiente:

En el Capítulo N° 1 se propeccionarán los terminos técnicos mas comunes que se mencionarán en capítulos posteriores.

A continuación en el capítulo N° 2, se describirá el lugar donde se encuentra localizada la planta de estudio.- Más adelante en otros incisos de este mismo capítulo se describirá la Planta Primaria N° 1 en sus aspectos básicos de diseño, su flujo de operación y la manera de operar las válvulas de seguridad.

En el Capítulo N° 3, se presentará inicialmente el procedimiento de cálculo de la Refinería de Ciudad Madero para válvulas de seguridad.- Posteriormente se efectuará una explicación de cada uno de los puntos descritos en-

este procedimiento.

Más adelante se procede al recálculo de las válvulas de seguridad, aplicando conjuntamente el procedimiento de la Refinería de Madero y del Catálogo -- 301 de la Crosby.

Posteriormente, en base a la información -- obtenida del recálculo y a los datos conocidos con anterioridad de las válvulas recalculadas, se analizarán para dar las conclusiones y recomendaciones necesarias.

El capítulo nº 4 constará de las técnicas y procedimientos para llevar a cabo la instalación, mantenimiento e inspección de las válvulas de seguridad.

En el capítulo nº 5, se harán los comentarios acerca de la importancia de la realización de este recálculo.

CAPITULO No. I

VALVULAS DE SEGURIDAD.

La industria Petrolera por su propia naturaleza, tiene riesgos inherentes que no son susceptibles de ser eliminados, pero es posible reducirlos mediante dispositivos, instrumental, equipo y el destierro de hábitos y rutinas que hacen que los accidentes sean -- mayores.

Las emergencias a menudo empiezan con problemas relacionados con el control de una o más de las variables de proceso, presión, temperatura, nivel, flujo, por lo cual resulta útil en la prevención de desastres ya que a menos que el equipo de proceso falle estructuralmente, ésta ofrece la mejor alternativa para mantener el proceso dentro de los límites normales, -- los controles automáticos de emergencia pueden parar -- una bomba o compresor, cerrar o abrir una válvula o -- efectuar otras funciones en una forma individual o -- combinada y además accionar una alarma audible o visual, sin embargo no siempre es posible lograr el control deseado por este medio, por lo cual, se hace conveniente el uso de los dispositivos de alivio de presión automática.

El sistema de alivio de presión, es único --

en una planta de proceso e en general en el equipo - que protege, ya aún cuando se diseña con el máximo - cuidado, lo ideal es que nunca se le presente la - - ocasión de operar, sin embargo la probabilidad de -- que funcione en grande, ya que debido a fallas huma- nas, del equipo e a cambios en el proceso, es común- que se desarrolle exceso de presión, de ahí el sumo- cuidado con que se diseña y selecciona y de sus - -- inspecciones periódicas.

Aún cuando no sea una parte productiva del equipo propiamente dicho, tiene un papel importante en la sana marcha de la empresa, como consecuencia - de los objetivos que satisface, algunas de las cua- - les son:

- 1.- Proporcionar Seguridad al Personal
- 2.- Prevenir la destrucción del Equipo
- 3.- Impedir el daño a equipo subsiguiente
- 4.- Abatir el Costo del equipo, al dismi- - nuir el margen entre las presiones de - diseño y de operación.
- 5.- Minimizar el Tiempo muerto provocado -- por presiones anormales.

a) Definición: Las válvulas de seguridad son dispositi- vos automáticos que pertenecen al grupo de equipo - denominado " Aparatos para relevo de presión (Pressu- re Relâef Devices). Son los más ampliamente usados --

para prevenir una excesiva sobrepresión en los recipientes y sistemas de proceso donde se instalan, ya que funcionan automáticamente al alcanzarse una presión establecida (set pressure) protegiendo así el equipo, personal y a la producción.

b).- Terminología : Los siguientes términos con su definición ayudarán a entender de una forma más completa este estudio.

Acumulación : Es el incremento sobre la presión de trabajo (set Pressure) del equipo, durante la - - descarga de una válvula de seguridad, y se expresa en % de dicha presión o en unidades de presión Psi.

Desfogue (Blowdown) : Es la diferencia entre la -- presión establecida y la presión de resiente de -- una válvula de seguridad y se expresa en % de la -- presión establecida, en Psi.

Contra Presión (Back-Pressure) : Es la presión desarrollada en la descarga de una válvula de seguridad.

a).- Sobre inyección : Es la presión en el cabezal de descarga antes de que la válvula de seguridad abra.

7

b) Desarrollado (Built-Up). Es la presión en el cabezal de descarga, después que - - abre la válvula de seguridad.

Presión de Operación: Es la presión, en psig, a la cual normalmente se sujeta un recipiente en servicio. Un recipiente se diseña normalmente para una máxima presión de trabajo permitida en psig la - - cual provee un margen adecuado arriba de la - - - presión de operación para prevenir cualquier operación de la válvula indeseable.

Presión de Trabajo Máxima: (Maximum Allowable - - working pressure).

Permitida: La presión mas alta a la cual un recipiente puede sujetarse continuamente bajo las condiciones de servicio para las cuales se diseñó.

Esta es la máxima presión, a la cual una válvula puede calibrarse.

Presión Establecida: (Set Pressure) Presión en la entrada a la cual una válvula se ajusta para - - - abrir. La presión establecida de una válvula de seguridad usualmente iguala pero nunca excede la - - presión de diseño el equipo que protege.

Presión de Alivio: (Presión de Relevo) Es la presión a la entrada de la válvula a la cual, la ca-

-pocidad de alivio es determinada, Es igual a -
la presión de apertura mas la sobre presión.

CAPACIDAD: Es la capacidad de descarga de flui-
do de la válvula determinada experimentalmente,
corregida para obtener resultados representati-
vos en una de las siguientes condiciones.

- 1.- Lb/min o Lb/h de aire, gas o va-
por.
- 2.- Ft³/min de aire o gas a 14.7 - --
psia a 60° F.
- 3.- Gal/min de líquido a 70° F.

Ventosa: Sistema para eliminar intencionalmente
gases y vapores a la atmósfera.

Presión de Abertura: (Popping Pressure) Es la -
presión a la entrada de la válvula, a la cual -
se logra una alza medible y una descarga contí-
nua. La presión de apertura puede diferir de la
presión establecida si la válvula es afectada -
por la contrapresión super impuesta.

Presión Acumulada: Es la suma de la presión es-
tablecida o de releve y la acumulación. El tama-
ño requerido de una válvula de seguridad se - -

base en la capacidad a la presión acumulada.

Válvula de Alivio de Presión: Es un término genérico aplicable a válvulas de seguridad, de releve y de seguridad releve.

→ Válvula de Seguridad: Es un dispositivo automático de alivio de presión accionado por la presión estática a la entrada de la válvula y se caracteriza por una rápida y total apertura.

Se usa para gases y vapores.

Válvula de Releve; (Válvula de Alivio) Es un dispositivo automático de alivio de presión accionado por la presión estática a la entrada de la válvula, que abre en forma proporcional el aumento de la presión de apertura. Se usa principalmente para líquidos.

c).- Clasificación y Descripción: Las válvulas se pueden clasificar de acuerdo con el servicio y con el tipo de construcción.

De acuerdo con el servicio se clasificarán en válvulas de releve, válvulas de seguridad y válvulas de seguridad releve.

De acuerdo con el tipo de construcción se clasifican como válvula de resorte, válvula de contrapeso y válvula accionada por pilote.

Válvula de Relieve:

Comprende aquellos tipos que actuados por la presión estática antes de la válvula, comienza a relevar a la presión establecida, alcanza su máxima abertura hasta que la presión ha aumentado a 110 o 125 % de la presión establecida, abre en proporcional aumento de presión. Se usa para líquidos.

Válvula de Seguridad:

Estos tipos se caracterizan por una abertura rápida. La máxima abertura la alcanza a un 103% de la presión establecida. Se usan en servicios de gas, vapores y en sobrecalentadores e domos de calderas.

Válvulas de Seguridad-Relieve:

Son válvulas que dependiendo de la aplicación funcionan como válvulas de relieve e como válvulas de seguridad.

Se clasifican de acuerdo con el efecto de la - -

contrapresión en su operación como: Convencionales y Balanceadas.

Este tipo se usa en industrias de proceso donde el material descargado por la válvula es inflamable o tóxico y debe conducirse a un punto lejano a través de un sistema cerrado. En servicios de refinería para gases, vapores o líquidos; también para aire y vapor de agua; en servicios corrosivos, y cuando es indeseable el escape del fluido alrededor de la válvula.

Las válvulas de seguridad relevo convencionales están construidas de tal manera que la contrapresión en el lado de descarga afecta la acción de la válvula.

Este tipo de válvula se usa en todos los servicios anotados para las válvulas de seguridad-relevo y donde la contrapresión superimpuesta es constante.

Las válvulas de seguridad-relevo balanceadas son aquellas en las cuales la contrapresión tiene muy poca influencia en la presión de apertura establecida.

El balanceo puede efectuarse de tres maneras: - -

con pistón, con fuelle y con pistón y fuelle.

Las válvulas balanceadas pueden usarse; en todos los servicios anotados para las válvulas de seguridad-relevo y donde la contrapresión es constante o variable, en servicios de descarga de bombas.

El tipo fuelle es efectivo, especialmente en servicios corrosivos ya que evita el contacto del fluido con las guías de la válvula.

Válvulas de resorte;

Es el tipo de construcción más usado, el resorte puede estar descubierto o cubierto. El tipo de resorte cubierto se recomienda en refinerías petroleras para protegerlo del ambiente y otros agentes corrosivos.

Válvulas de balanca y contrapesos;

Es el tipo más simple de válvulas. Un tipo modificado sin balanca es usado para presiones muy bajas y grandes volúmenes de vapores en tanques de almacenamiento, en donde la presión de apertura la determina el peso del disco. Se le conoce como válvula de ventos.

Válvulas accionadas por pilote:

Consisten en dos unidades básicas; una unidad de control o mecanismo pilote y la válvula principal de venteo.

La unidad de control es una válvula de resortes que suministra toda o parte de la presión que mantiene cerrada la válvula principal. Se usan principalmente en servicios que requieren una área de relevo grande y una diferencial pequeña entre la presión normal de operación y la presión de relevo de las válvulas.

LA PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA No. I DE LA REFINERIA - 18 DE MARZO.

a) Refinería 18 de Marzo; Fundada en 1933 en Azcapotzalco, D.F. con el objeto de surtir los requerimientos de combustible de la parte central de México y con una capacidad inicial de 7,500 B/D de aceite crudo. Actualmente procesa un promedio de (105 000 B/D de crudo.)²

El área total que comprende la Refinería es de 1,740.-210 metros cuadrados. En esta superficie se encuentran construidas las siguientes instalaciones; Plantas de proceso, servicios auxiliares, áreas de tanques, talleres, almacenes, laboratorios, edificios de oficinas, instalaciones para mezclar y embarques. Además del sistema de distribución de la Refinería de la Ciudad de México.

Las materias primas procesadas en la Refinería son :

- 1.- Crudo de Poza Rica 105,000 B/D
- 2.- Gases licuados de petróleo desde Poza Rica, 5000 - B/D
- 3.- Productos terminados e semiterminados de la Refinería de Minatitlán Ver. (Propano, Butano, Gasolina,-

12

Tubosinas, Resinas y combustibles industriales)-
48,000 B/D .

Las instalaciones de proceso en la refinería son -
las mencionadas a continuación.

- 1.- Destilación Atmosférica; Dos plantas con capaci-
dad de 100,000 B/D, que separan los siguientes pro-
ductos;

Gasolinas	19,800	B/D
Turbosina	6,100	"
Kerosina	13,500	"
Combustible Diesel	9,900	"
Aceites Combustibles	44,000	"

- 2.- Planta Desulfurizadora; Dos plantas (Perce) desul-
furizadoras de gasolina con una capacidad total --
de 32,000 barriles de gasolina por día.

- 3.- Planta de Desintegración Térmica; Opera como una -
reductora de viscosidad, procesando 25,000 B/D de-
residuo de destilación al vacío.

- 4.- Planta Estabilizadora de Nafta y Fraccionadora de-
Gases tiene una capacidad de 32,800 B/D. Consiste-
en una serie de torres fraccionadoras en donde la-
Nafta es fraccionada en varios cortes para ser - -
procesada.

- 5.- Planta de Alkilación; Tiene una capacidad de 4,000 B/D de alquilado ligero. Se usa el proceso Phillips que produce isoctano a partir de isobutilenos y -- butilenos en presencia de ácidos fluorhídrico anhi dro.
- 6.- Plantas de Tratamiento de Keresina y Turbesina con capacidad de 15,500 B/D .
- 7.- Unidad preparadora de carga; Procesa 50,000 B/D de residuo destilado a presión atmosférica, para producir pesades las cuales sirven como carga a la -- planta de desintegración catalítica.
- 8.- Planta de Desintegración Catalítica; Tiene capacidad de desintegración de 30,000 B/D. Produce; gas-seco, prepane, prepilene, butano-butilene, gasolina estabilizada, nafta gasóleos pesade, ligere y -- residuo.

Las plantas petroquímicas son las siguientes

- 9.- Recuperadora de Azufre; produce 30 toneladas per día de azufre.
- 10.- Planta de polimerización; Tiene una capacidad de -- carga de 25 00 B/D de prepane-prepilene. La carga espelimerizada en tres tractores que tienen pentaxido de fósforo como catalizador.
- 11.- Planta de Alkilación de Dodecilibenceno; Produce -- 120 toneladas per día de dodecilibenceno el cual ==

sirve como base para la fabricación de detergentes sintéticos.

Los servicios auxiliares con que cuenta la Refinería son los siguientes:

- A) Aire Comprimido
- B) -Agua de Pozos
- C) Generación de Vapor
- D) Energía Eléctrica
- E) Enfriamiento de Agua

Se cuenta también con 163 tanques para almacenamiento de productos.

Con el fin de operar la Refinería con un máximo de eficiencia y seguridad, se cuenta con los siguientes talleres: mecánico, eléctrica, tubería, soldadura, carpintería, albañilería, pintura, combustión interna, reparación de cambiadores de calor e instrumentos.

b) PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA No. I:

Fuó diseñada inicialmente para procesar 27,345 B/D de crudo de Peza Rica, enriquecido con 13.2 % de fondos de torres de propanizadoras de la misma Peza Rica.

En el diseño original se contaba con dos calentadores y posteriormente se instaló un tercer calentador. Estos tres calentadores están instalados en pg

ralele y toman carga de los fondos de la torre de despunte.

Una unidad desaladora fué acondicionada después del -- proyecto original, después de dos cambiader de color -- RA - E 5 E y F y a estos se les cambió su función pasando el crudo por el lado de la canisa y por el lado de los tubes de vapor de 275 lb/m^2 haciénde un by -- pass sobre el crudo reducido. Esta última modificación fué necesaria para proveer de mayor caloría la carga a la planta preparadora de carga. Casi sin ninguna etramodificación a esta planta se há llegado a procesar -- más de 43,000 R/D .

En esta planta, en condiciones normales se pueden producir hasta cinco productos:

Nafta de 2.0° C . de T.F.E., Turbosina, Keresina, Gasoleo ligero y crudo reducido.

Descripción del flujo en esta planta.

El crudo proviene de Poza Rica, es almacenado en los -- tanques No. 7 y No. 3 de Refinería, y de ahí per gravdad llega a la succión de las bombas RA-PI y IA. Estacorriente pasa a través de una válvula que actúa a control de nivel de la torre de despunte. Se estima una -- temperatura de 18.5° C . El crudo se calienta primeramente en dos cambiadores RA-EIA y I de Kerosina vs. -- crudo, conectados en paralele a 104° C después pasa -- por un cambiador RA-E2 de gasoleo ligero contra crudo.

donde sube su temperatura a 58°C ; de ahí, al cambiador RA-E3 de reflujo ligero contra crudo subiendo -- luego al cambiador de reflujo (ligero) desde RA-E4 contra crudo donde sube a 123° ; de ahí pasa por los cambiadores de carga de crudo contra vapor de 275lb/m aumentando su temperatura a 127°C .

Aproximadamente a 127°C pasa el crudo a la succión -- de las bombas AV-PI y IA, y de ahí a la desaladora. -- El crudo de salado pasa a los cambiadores RA-P5A, B, C y D y D alineados dos en serie y dos en paralelo -- aumentando su temperatura a aproximadamente 177°C . -- Con esta temperatura pasa al plato de carga de la -- torre de despunte RA-T1, donde la fracción más ligera de nafta se separa del crudo. Un control de temperatura en cascada con uno de reflujo se encuentran instalados en el cuarto de control. El crudo despuntado de los fondos de esta torre, es bombeado con -- las bombas RA-P2 y 24 y a control de flujo entra a -- cada uno de los tres calentadores colocados en paralelo.

De cada calentador salen las corrientes de crudo, -- parcialmente vaporizado y descarga a la torre atm. -- denominada torre principal RA-T2. Las temperaturas -- de salida pueden variar de acuerdo con la extracción de productos pero la de diseño es de 345°C .

En la torre Principal RA-T2 los vapores del dome son condensados los condensadores RA-E7A RA-E7B, 8A y -- 8B.

Este producto condensado va al acumulador RA-T6, provisto de una línea para poder ventear al quemador de campo. El agua condensada es drenada de este acumulador por la pierna de agua a través de un control de nivel interface agua-hidrocarburo.

La nafta del RA-T6 se bombea con las bombas RA P4 e-4A para dar reflujos a la torre de despunte, a la torre principal y un exceso de reflujos a la entrada y entre los condensadores de la torre de despunte. Los reflujos a la torre de despunte y a la torre principal son manejados a control de temperatura a través de válvulas de control que se manejan desde el tablero. El exceso de reflujos es manejado a control de nivel del acumulador RA-T6. El producto del dome de la torre de despunte es condensado en los condensadores RA-E6 y de ahí pasa al acumulador RA-T4. La presión de la torre de despunte se controla a través de una válvula de control de presión que permite by-pasear los vapores de los condensadores.

El agua condensada en este acumulador se drena en una pierna de agua a través de un control de nivel de interface agua-hidrocarburo.

La nafta de este acumulador es trasegada a los tan-

ques de almacenamiento con las bombas RA-P3 e P4A. La turbosina es obtenida de la RA-T2 de cualquiera de los platos 28 y 30, y es controlada a través de una válvula a control de nivel agotador RA-T3 A; los vapores de hidrocarburos junto con el vapor de agua de este agotador son retornados a la línea de vapores caudales de nafta de la RA-T2.

La kerosina se obtiene de los platos 23 e 25 y es extraída a control de nivel del agotador RA T3 vapores de hidrocarburos y vapor de agua de este agotador es retornado a la torre principal al plate 27. La kerosina agotada es bombeada desde este agotador con las bombas RA-P5 e 5A a los dos cambiadores RA-KI y IA colocados en serie kerosina vs. crudo donde se enfría de 190° C a 40° C después al enfriarlo RA-E22, donde se sale a 35° C y de ahí a los tanques a través de una válvula de control de flujo.

El flujo ligero es extraído de los platos 21 e 23 y bombeado con la RA-P7 e 7A, el cambiador de carga vs. reflujo ligero RA-E3. Este reflujo se retorna a la torre a través de una válvula de control a los platos 24 e 26 pudiendo así variar la temperatura de los platos de extracción de la kerosina y en segunda término los de la turbosina. El gasoleo ligero se extrae de los platos 13 e 16 y su extracción se controla a -

través de una válvula a control de nivel del agotador RA-T3C, Los vapores de hidrocarburo y de agua regresan a la torre principal, a la altura del plato 18.

El gasoleo agotado sale del RA-T3C a 227°C. y bombeado con la RA-P6 e 5A al cambiador de gasóleos ligero - vs. carga RA-E2, donde baja su temperatura a 66°C, y luego al enfriador RA-E9 donde se enfría hasta 40° C. de ahí a tanques de almacenamiento a través de una válvula de control de flujo.

El flujo pesado se extrae a la altura de los platos 11 e 13 y bombeado al cambiador RA-E4 de reflujo pesado vs. carga con las bombas RA-P8 e 7A y de ahí retorna a los platos 14 e 17, su flujo es controlado para poder variar la temperatura de los platos de extracción de gasóleos ligeros. El residuo primario obtenido de los fondos de la torre principal es trasegado con las bombas RA-P9 e 9A, hacia los cambiadores RA-E5A, B, C, D conectados en dos en serie con dos en paralelo; el residuo baja y su temperatura de 332° E. a 194°C. De la salida de estos cambiadores el residuo puede pasar a los enfriadores RA-E10A, B, C, cuando se manda a almacenamiento o sin pasar por ellos cuando se manda a la planta preparadora de carga.

La extracción de residuo se realiza a través de una válvula a control de nivel colocada antes de los enfriadores.

En la parte superior de la zona de convección de los calentadores RA-R7 8 y 9 es sobre calentado vapor de 50 lb/h², para proveer del mismo a la torre principal y a los tres agotadores, el cual es controlado con válvula manual y con un registro de flujo para cada corriente.

El combustible usado en los calentadores puede ser gas del sistema de refinería, o bien combustibles que se en encuentra en tanques.

C) Válvulas de Seguridad En La Planta Primaria No. 1.

Una de las funciones de la Superintendencia de Inspección Técnica y de seguridad industrial es la de llevar a cabo una relación o censo de todas las válvulas de seguridad instaladas en la Refinería. Esta relación contiene datos que permiten conocer de una manera práctica y rápida características de las - - válvulas de seguridad. Los datos más comunes que se tienen son los siguientes:

- a) Nomenclatura
- b) Localización
- c) Descarga
- d) Fluído manejado
- e) Dimensiones
- f) Presión de diseño y calibración
- g) Período de inspección y calibración

Esta planta cuenta en la actualidad con un registro de 57 válvulas de las cuales 41 están instaladas. - Por ser esta planta una de las primeras en su instalación, a través del tiempo se ha perdido algo de información acerca de los diversos equipos, e en su defecto, se cuenta con información deficiente; es el caso de las válvulas de seguridad en donde la información que se tiene no es completa llegándose a dar el caso en el cual, para conocer algunas características de diseño de estos dispositivos es necesario recurrir a los períodos de mantenimiento de los equipos en los cuales se puede verificar de una manera más objetiva estas características.

A continuación se enlistan las válvulas de seguridad que se recalcularán con sus respectivos datos de diseño inicial.

Nomenclatura de la válvula	Equipo en el cual se encuentra instalada	Tamaño de la válvula en in.	Estile	Fabricante
AV-PSV-I	Desaladora de Cruce	6 Q 8	10-25	Cresby
RA-NV-7	Acumulador de la Torre de Despunte	2 1/2 J 4	1910 JC-1	Consolidated
RA-NV-4,5,6P	Torre Principal	6 Q 8	JO-25	Cresby
RA-NV 4 1	Acumulador de la Torre Principal	6 Q 8	1906 QC-I	Consolidated
RA-NV-7P	Agitador de Gasóleo Ligero	2 J 3	?	Cresby
RA-NV9P	Filtro de Kerosina	4 ? 6	JO	Cresby

C A P I T U L O N o . 3

RECALCULO DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD

a) DIMENSIONAMIENTO, SELECCION Y CONCLUSIONES:

El dimensionamiento y la selección de las válvulas de seguridad consiste en encontrar el área de alivio necesaria y seleccionar entre aquellas válvulas de -- igual orificio aquella adecuada para las condiciones de presión, temperatura y naturaleza del servicio.

Se recomienda la siguiente secuencia para calcular el area de orificio de una válvula.

- 1.- Anotar el servicio, equipo en el cual se instalará la valvula presión normal de operación, temperatura normal de operación, tipo de fluido que manejará.
- 2.- Determinar la condición que gobierna la operación de la válvula .
- 3.- Calcule de la capacidad requerida.
- 4.- Determinar la presión de relevo y la Temperatura - de Flujo.
- 5.- Determinar la acumulación.
- 6.- Calcule la presión acumulada.
- 7.- Determinar las propiedades del Fluido (viscosidad pesos esp; Peso Molecular etc.) a la Temperatura de Flujo y a la presión acumulada.

- 8.º Determinar hacia donde releve la válvula (sta e sistema cerrado).
- 9.- Cálculo de la contrapresión.
- 10.- Determinar el tipo de Válvula.
- 11.- Cálculo del área de orificio requerida.
- 12.- Determine el número requerido de Válvula.

Antes de resolver cada uno de los puntos que forman la secuencia para calcular el área de orificio de las válvulas de Seguridad de la Primaria No. 1, se explicarán éstos de una manera concisa.

1.- Servicio: En este punto se indica el equipo al cual se instalará la válvula además de la presión, temperatura y tipo de Fluido que manejará este equipo en condiciones normales.

2.- Condiciones que gobierna la operación de la válvula: Todo equipo puede estar sujeto a diversas contingencias, las cuales producen diferentes sobrepresiones. Es necesario analizar cada una de ellas en detalle y tomar la que produzca la mayor carga como base de diseño de la válvula, dicha contingencia es la " Condición que gobierna la operación de la válvula".

Las contingencias, se pueden clasificar de la siguiente manera:

posible con
una pérdida de peso

A.- Fuego Exterior;

- b.1) Falla de Servicios Auxiliares. Electricidad
Agua de Enfriamiento.
Vapor
Aire
Combustible

B.- Falla de Operación;

- b.2) Falla Mecánica. Falla Válvulas de Control.
Tubos Rotes
Tubería Tapada

- b.3) Mala Operación. Cerrar Válvula equivocada
Olvido de abrir una válvula.

B.- Falla de Operación;

No se puede hacer generalizaciones en cuanto a la capacidad requerida debido a fallas de operación sin embargo en la siguiente tabla se muestran algunas de las contingencias más comunes y la capacidad normal de releve asociadas con ellas.

CAPACIDAD DE RELIEVO

	Válvula de Relieve	Válvula de Seguridad
CONDICION:	para líquidos	Relieve para Vapores.

b.1.1.)

Falla de agua
de enfriamiento
de a Condensadores.

a) Torre Frig
cienadera.

Productos del Domo +
Reflujo. al calcular-
la Temperatura de re-
lieve debe tomarse en
cuenta la pérdida --
de enfriamiento debi-
do a la falla de re-
flujo. Note que si -
un reflujo interne--
do usa agua del mis-
mo circuito que el -
Condensador la carga
adicional de vapores
por falta de enfria-
miento debe incluirse
en la capacidad -
de la válvula.

- b) De Turbina
- Vapor total que entra a la Turbina
- b.1.2.)
Falla de Refluje Superior a Torres
- Vapor total a condensadores.
- b.1.3.)
Falla de Refluje Circulante Intermedia.
- Cantidad de Vapor normalmente condensada -- por el refluje o diferencia entre el vapor que entra y sale de dicha sección.
- b.1.4.)
Falla de Instrumentos Automáticos y Controles.
- Debe analizarse, con aplicación individual
- a) Control de presión de Torres, en posición cerrada.
- Vapor total que normalmente se condensa.
- b.2.1.)
Falla por cierre de Válvulas de Control.

b.2.2.)

Sobrellenado de
Recipientes.

Máxima Capacidad de la Bomba.

b.2.3.)

Acumulación de
Incendensables.

Mismo efecto que en -
1)a) para Torres y 2)
para otros recipientes.

b.3.1.)

Entrada de material Volátil.

a) Agua en Aceite Caliente.

En Torres, usualmente no es predecible.

b) Hidrocarburos ligeros en aceite caliente.

Para cambiador de calor Calcule el Flujo según 7).

b.3.2.)

Reacción química

Generación de vapor estimada en ambas condiciones; Normal y no controlada.

a) Salida de Recipientes .

Máxima cantidad Bombada

Vapor de Agua y Vapores que entran, más el generado en operación normal en el recipiente.

b) Salida de Calentadores.

Carga total al calentador a la temperatura de salida.

c) Línea de descarga de bombas.

1.- Recíprocas

2.- Rotatorias (capacidad de la Bomba

Usualmente ningún

na en casos raros, la capacidad de la bomba a una presión de descarga igual a la presión de diseño de la tubería .

CALCULO

A.- Fuego Exterior:

Fuegos externos operan presión en recipientes -- por la vaporación del líquido que contienen. Donde se requieren protección contra el fuego, la -- cantidad de vapor por relevar se calcula con la -- ecuación.

$$W = \frac{Q}{L}$$

W = lb/hr de Vapor

Q = btu/hr Calor absorbido

L = btu/lb Calor latente del Fluido

L: Debe calcularse a la presión acumulada (Presión de Releve + Acumulación) y a la temperatura correspondiente a esta presión . Ver Fig. 2 para -- hidrocarburos. El calor sensible no se toma en -- cuenta, todo el calor se considera como calor -- latente.

Q: El calor absorbido se calcula con la ecuación.

$$Q = 21,000 FA^{0.82}$$

donde A = Ft² Superficie total Mojada

F = Factor de aislamiento

La Fig. I puede resolverse para resolver esta ecuación.

F: Es función del espesor del aislamiento del recipiente la siguiente da valores aproximados.

Espeor Aislamiento	F
0 (Recipiente sin aislamiento	1.0
1 Pulgada	0.3
2 Pulgada	0.15
4 Pulgada	0.075

A menos que se conozca que el aislamiento y los soportes aislados resistan flama directa, se usará el valor F=1.0 en los cálculos .

El área "A" se define como la superficie total mojada -- comprendida en 25 Ft arriba del piso. Normalmente la palabra "piso" se refiere al Nivel de la Tierra, pero actualmente puede ser cualquier nivel en el cual un área - apreciable de líquido inflamable esté expuesto.

Cuando el contenido del líquido tiene niveles variables se tomará un nivel promedio. El siguiente criterio se -- usará para determinar "A" .

- A.1.) Recipientes llenos de líquido (Ejem. tratadores)
Superficie total comprendida dentro de 25 Ft de -- piso.
- A.2.) Acumuladores parcialmente llenos de líquido; Superficie Mojada abajo del nivel normal y dentro de -- 25 Ft de piso.

A.3.) Columnas de Fraccionacion. Superficie mojada basada en el liquido total del fondo y en los platos comprendidos en 25Pt.

3.- CALCULO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA:

Según el fluido por relevar, la capacidad requerida se reparta en :

G.D.M.	_____	Líquidos
lb/hr.	_____	Vapores
Pt ³ -min	_____	Gases

4.- DETERMINAR LA PRESION DE RELEVO Y LA TEMPERATURA DE FLUJO.

Para asignar la presión de relevo de una válvula de seguridad es necesario conocer los siguientes datos del equipo que se va a proteger.

4.1. / Presión normal de Operación (Pno)

4.2. - Máxima presión de operación permisible (Pno).

Pno) La presión normal de operación la da el sistema

Pno) La máxima presión de operación permisible de una -- recipiente es la presión más alta a la cual puede -- sujetarse continuamente dicho recipiente bajo las -- condiciones de servicio para las cuales se diseñó. Si se conoce el espesor de la pared del recipiente, puede calcularse la Pno excluyendo el espesor por -- corrosión esta es la máxima presión a la cual una -- válvula de seguridad puede ajustarse para abrir.

La presión de relevo puede variar entre los siguientes límites.

Mínima Pr:

$Pr = Pnc$ o $Pr = Pnc + 25 \text{ Psi}$ (lo que sea mayor)
0.9.

Máximo Pr: $Pr = Pnc$ (esto es lo normal)

Temperatura de Flujo:

Se determina de acuerdo con el fluido que se maneja y la condición que gobierna la operación de la válvula.

5.- ACCUMULACION (Ac)

Los valores usados de la acumulación son :

Líquidos.- 25% Normalmente

10% Para requisitos de baja capacidad e -
donde una sobrepresión de 25% no se per-
mite.

Aire, Gases y Vapores.

10% Normalmente

En caso de Fuego.

20% Por Código

Vapor de Agua.

3% Cuando es generado en equipo de unida-
des de proceso.

6.- PRESION ACCUMULADA (P): Se expresa en Psia lb/in^2 --
absolutos.

Este valor es el usado para calcular el área de orifi-
cio requerido en las válvulas.

$P = (Pr + Ac) - 14.7$ Cuando la Ac esta en Psi

$P = Pr (1 + Ac) + 14.7 / \dots$

7.- PROPIEDADES DEL FLUIDO A LA TEMPERATURA DE FENJO Y LA PRESION ACUMULADA:

Propiedades:

Viscosidad _____ Se reporta en Centipoises

Gravedad Esp _____ Se reporta solo en Líquidos

Peso Molecular _____ Se reporta sólo en gases y vapor.

8.- DETERMINAR HACIA DONDE RELEVA LA VALVULA (atm o sistema cerrada).

-Para determinar si una válvula relewa a la atmósfera o a un sistema cerrado, lo cual es más caro, se usa -- el siguiente criterio.

8.1) Hidrocarbures:

Válvulas en servicio de líquidos siempre son des cargados a un sistema cerrado.

Válvulas en servicio de vapores pueden ser des cargados, a la atmósfera en un punto por lo menos 10 pies arriba del equipo más alto dentro de una distancia horizontal de 50 pies excepte en -- les siguientes casos:

8.1.a) No deben relevarse vapores a la atmósfera si dentro de los 50 pies hay un calentador, sin importar la elevación.

8.1.b) Vapores altamente tóxicos corrosivos tales como fenol y H2S deben descargarse a un sistema cerrado. Este sistema cerrado--

Este sistema cerrado es normalmente de diseño - especial.

8.1.c) Vapores los cuales pueden condensar, pueden relevarse a la atmosfera sólo si el hidrocarbureos 100% vapor al entrar a la válvula de seguridad.

9.- CONTRAPRESION: Es la presión en la descarga de una válvula de seguridad, se reporta en psig (lb/in² - man) Una válvula puede descargar, a la atmósfera b) a un sistema cerrado.

Toda válvula al relevar desarrolla una presión en la descarga denominada, contrapresión desarrollada.

Otro tipo de contrapresión es la contrapresión-superfuerza; la cual es la presión en el cabezal de descarga antes de que abra la válvula -- (puede ser debido a que otras válvulas relevarán, o ser una presión de proceso.).

Contrapresión Desarrollada:

9.1.) En vapores o gases

Se calcula por tramos, partiendo del extremo final de la línea hacia la válvula.

1c.- Se calcula el valor de (Pt) en el extremo final de la tubería de descarga usando la siguiente ecuación.

$$P_t = \frac{W}{d^2} \left(\frac{RT_1}{11.4 \cdot 0} \right)^{1/2}$$

$$T_1 = T \left(\frac{2}{K+1} \right)$$

(Ps) P+ = Presión final - de la línea.

W = lb/h de vapor e - gas.

d = diam. interior -- (in)

R = $\frac{1545}{P.W.}$ etc. de los gases.

T₁ = Temp. vapor a la salida de la válvula (°R)

T = Temp. de Relieve - de los vapores -- (°R)

K = Cp/Cv relación de calores específicos.

- 9.2) Se compare (Pt) calculada en (1) con la presión - - (Ps) del sistema donde descarga la línea.
- 9.3) Si (Pt) es igual o mayor que (Ps) use (Pt) en las - ecuaciones para calcular la P en la línea.
- 9.4) Si Pt es menor que (Ps) entonces use (Ps) en la - - ecuación para calcular P.

EQUACIONES PARA EL CALCULO DE AP

La caída de presión en la línea de descarga puede - calcularse en la ecuación de Darcy (Grane Pag. 3.22) o con la ecuación desarrollada por R. W. MESSER - - - basada en la ecuación de Conison.

para contrapresiones etc aún mayores de 10% se pueden usar válvulas standard si la contrap. desarrollada es mayor del 10% de la presión de re. para vapores o 25% para líquido el servicio es severamente sucio o corrosivo.

10) DETERMINE EL TIPO DE VALVULA

El tipo y estilo de válvula depende del servicio del tipo de fluido, la contrapresión y la corrosividad -- en las tablas No. y se indican los estilos recomendados de acuerdo con el Tipo de Fluido y la corrosividad.

En la Tabla No. se indican los estilos de acuerdo con el servicio.

Nota: Al especificar una válvula se recomienda indicar el estilo CROSBY como referencia.

11) CALCULO DEL AREA REQUERIDA DE ORIFICIO:

En el área calculada con cualquiera de las siguientes ecuaciones.

NOTA: Se recomienda usar las ecuaciones y curvas de Crosby ya que el área ligeramente mayores que las otras fabricantes lo cual constituye un margen de seguridad.
a) Vapores.

$$A = \frac{W}{P} \times \frac{1}{30.5 \sqrt{\frac{Z}{T}}} \times \frac{1}{\frac{K}{B}} \times \frac{1}{\frac{K}{B}}$$

A= Area (in²)

W= Vel. de Vapores (Ib/h)

B 31

Como especificar la contrapresión (Back-Press)

La contrapresión puede ser cte o variable.

a) Cuando se descarga a la atm se reporta:

Cero o ATM cuando la contrapresión se desarrolla-
be es menor que el 10% de la presión de relevo --
(esto es lo normal) si la contrapresión es --
igual o mayor que el 10% se reporta su valor y se
indica que es variable.

b) Cuando descarga a sistema cerrado.

b.1.) Cuando es cte se reporta el valor que tenga

b.2.) Cuando es variable; se reporta cero si es me-
nor del 10% de la presión de relevo y si es --
igual o mayor que el 10% se reporta el valor -
que dé y se indica que es variable.

Selección

El tipo y valor de la contrapresión es la base para-
seleccionar entre la válvula tipo Standar y las de -
fuelle.

La válvula tipo fuelle debe especificarse cuando las
fluctuaciones en la contrapresión superimpuesta sen-
tales que la presión en el recipiente excede la per-
misible, o que descargue la válvula a presiones ba-
jas cuando no exista emergencia.

La presión superimpuesta, aunque constante, es mayor
de 10% de la presión de relevo basada en Psig.

No se recomienda usar válvulas con Fuelle para cen-
trapresiones mayores de 50% de la presión de relevo-

P= Presión Acumulada (Psia)

T= Temp. de Flujo (°R)

M= Peso Molecular medio

Kbv= Factor de corrosión por contrapresión cuando se usa -
válvula con fuelle.

Kb= Factor de corrosión por contrapresión Ctecuando se --
usa válvula standard.

b) Aire y gases

$$A = \frac{SCFM}{17.8 \times P \times Kt \times Ksg} \times \frac{1}{Kbv} \times \frac{1}{Kb}$$

SCFM= Pies cúbicos/minuto a 60° F y 14.7 Psa.

Kt= Factor de corrosión por temp.

Ksg= Factor de corrosión por gravedad esp.

c) VAPOR DE AGUA

$$A = \frac{W}{50PKsh} \times \frac{1}{kbw} \times \frac{1}{kb}$$

ksh: Factor de corrección por sobrecalentamiento

Las demás literales iguales a las anteriores

d) Líquidos

La ecuación general usada es la siguiente

$$A = \frac{Q}{27.2 \times Ksg (P-14.7) \frac{1}{2} \times CA} \times \frac{1}{Kbl} \times \frac{1}{Kv}$$

A= Area requerida (in²)

Q= G.P.V.

Kag= Factor de corrección por gravedad específica

P= Presión acumulada

Pb= Contrapresión

Ca= Factor de corrección por viscosidad para acumulaciones diferentes. de 25%

Kbl= Factor de flujo por contrapresión (únicamente para -- válvulas con Fuelle.

Kv= Factor de corrección por viscosidad (Aplicado sólo a - fluidos viscosos, y para válvulas tipo Nozzle únicamente, y para acumulaciones de 25% e más.

12.- Determinación del número requerido de válvulas

Normalmente las válvulas se especifican del tamaño - - standard siguiente mayor que el área mínima de orifi-- cie calculada sin embargo, en algunos casos, el área - mínima requerida es mayor que cualquier tamaño standard de orificio. Obviamente se indicará una instalación -- múltiple para aumentar el área necesaria.

También hay otras ocasiones en las que son deseables - válvulas múltiples, a saber;

a) Cuando el uso de varias válvulas pequeñas sea más - barato que una sola válvula grande de la misma - - area.

b) Cuando el tamaño siguiente es mucho mayor que el -- área mínima requerida (e sea que la válvula está - sobrada), La válvula puede "castañear"

El costañeo puede destruir una válvula en cosa de mi
 nutos en tal caso, se busca la combinación de válvu-
 las que se abren en el área requerida. Además, las -
 presiones de relevo se escalonan para eliminar el --
 problema del costañeo.

DETALLES DE CONSTRUCCION:

Al especificar una válvula de seguridad se requiere -
indicar los siguientes detalles de construcción.

- 1.- Tamaño Nominal
- 2.- Area Real del Orificio
- 3.- Area total del Orificio
- 4.- Tamaño, Tipo (fase de la conexión de entrada y -
salida)
- 5.- Materiales del Cuerpo, bonete, boquilla, disco, -
sosten, del disco y resorte.
- 6.- Bonete de radiación.

DEFINICION DE LOS TERMINOS:

1.- El tamaño nominal se identifica por las dimensio-
nes de la entrada, tamaño de orificio y salida.

Por ejemplo: Una válvula del tamaño nominal 2H 3-
tien 2" en la entrada .

Orificio tamaño "R" (el área de relevo correspon-
diente a este tamaño es de 0.785 in^2) 3" en la -
salida.

Para determinar el tamaño de orificio es necesari-
o tener el área requerida de orificio y decidir
si se usa un e varias válvulas.

Para determinar el tamaño, tipo y clase de cons-
ecciones de entrada y salida se necesita la tempera

tura de flujo y la presión acumulada y el tamaño del orificio .

2.- Area Real del Orificio.

in²/ válvula. En este renglón se reporta el area- en in² del orificio seleccionado.

3.- Area Total Principal del Orificio.

Cuando son varias válvulas requeridas se reporta el área total de ellas en in² .

4.- Tamaño, tipo y clase de conexión de entrada y salida .

5.- Materiales: los materiales del cuerpo, bonete, -- bequilla, disco, resorte, dependen de la temperatura del flujo y de la presión de relevo y de la corrosividad del flujo que se maneja.

6.- Bonete de Reducción; hay dos tipos de bonete; --- abierto y cerrado. El abierto se usa en válvulas de seguridad que manejan vapor de agua, acumuladores de calderas y en sobrecalentadores de vapor. También se usan para aire general y otros servicios de vapor de agua.

El bonete cerrado se usa cuando se manejan materiales tóxicos e inflamables en válvulas de seguridad-relevo; estas son las más usadas en Refine-

rías ya que se diseñan para manejar materiales tóxicos e inflamables.

RECÁLULO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD AV - P S V-1
D I M E N S I O N A M I N I T O .

1.- Servicio: Desaladora de crudo, nomenclatura AV-01, temperatura de operación 260°F, presión establecida de 100lb/in²; fluido que maneja la válvula, vapores de crudo.

2.- Condición que gobierna la Operación de la Válvula de Seguridad, En este caso la posibilidad de desfogue máxima esta dada por dos contingencias que predominan sobre todo las demás.

A) Exposición al fuego

B) Cierre de la válvula de salida (crudo desalado)

A) Cálculo de la válvula de seguridad tomando como base la contingencia de exposición al fuego.

a) La cantidad de vapores que deberá manejar la -- válvula de seguridad está dada por la ecuación.

$$W = \frac{Q}{L} \quad (\text{del Safety, pag. 212})$$

W: lb/h De vapores de crudo
Q= 21000 X F X A^{0.82} calor absorbido por el crudo

F: En este caso para recipientes sin aislamiento

te es igual a uno (1)

A: Area mojada en pies cuadrados

Cálculo del área mojada. En las desoladoras y acumuladores se estima el área mojada, como la mitad del área total del recipiente.

$$\begin{aligned} \text{Area del recipiente} &= \text{Area Sección} + \text{Area Casquetes} \\ \text{Area Sección Cilíndrica} &= \pi \times D \times L \end{aligned}$$

Donde D: Diámetro del recipiente = 16 pies
 y L : Largo del recipiente = 37 pies

$$\text{Area Sección cilíndrica} = \pi \times 16 \times 37 = 1860 \text{ pies cuadrados.}$$

$$\begin{aligned} \text{Area Casquetes} &= \frac{\pi \times D^2 \times 2}{4} = \frac{\pi \times D^2}{2} = \frac{\pi \times 16^2}{2} \\ &= 799 \text{ pies cuadrados.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Area mojada} &= \frac{\text{Area del recipiente} + \text{Area Casquetes}}{2} = \frac{1860 + 799}{2} \\ &= 1329 \text{ pies cuadrados.} \end{aligned}$$

Cálculo de L: calor latente

Pa= presión establecida + acumulación + presión atmosférica.

$$Pa = 100 \text{ lb/in}^2$$

Acumulación = 20% por código (de la pag. 20 del - -

Manual para seleccionar válvulas de seguridad)

$$P_a = 100 + 20 + 11.3 = 131.3 \text{ lb/in}^2$$

Temperatura de operación = 260°F

Con 131.3 lb/in² y 260°F de la Fig 2 del capítulo 2 del Safety (fig. 3) se obtiene un calor latente.

$$L = 117 \text{ BTU/lb}$$

$$W = \frac{21000 \times (1329) \times 0.82 \times 1}{117}$$

$$(1329)^{0.82} = 0.82 \times \log. 1329 = 0.82 \times 3.120 = \text{antilog. } 2.5584$$

$$(1329)^{0.82} = 360$$

$$W = \frac{21000 \times 360 \times 1}{117} = 64500 \text{ lb/hr}$$

b) Cálculo del orificio

$$a = \frac{W}{1000 \times P_a} \times P_a \text{ (del Catálogo Crosby, pag. 83).}$$

a = Orificio en pulgadas

P_a = Factor en función del peso molecular y la tem. de operación

P.M. del crudo = 187

Con 187 de P.M. y 260°P de Temp. de operación de la
Fig. 7 del Catalogo Crosby pag. 84 (fig. 5).

$F_n = 6.5$

$$a = \frac{64500 \times 6.5}{1000 \times 131.3} = 4.2 \text{ in}^2$$

$$a = 4.2 \text{ in}^2$$

100
49

S E L E C C I O N

c) En base a el área de orificio requerida se selecciona la válvula de seguridad.

Del Catálogo 301 de la Crosby Ashton Safety Relier -- Valves pag. 61(Tabla A), vemos que para una área efectiva de 4.34 in^2 corresponde un orificio de letra N; el valor menor próximo en la tabla corresponde a 3.60 y se obtiene un orificio de letra M. Por norma las -- válvulas se especifican con el tamaño standard mayor que el área mínima de orificio calculado; por consiguiente el valor standard mayor de 4.2 in^2 es el de 4.34 in^2 con un orificio de letra N. Con los valores de la presión establecida 100 lb/in^2 y la temperatura de operación 260°F en el Catálogo Crosby, se encuentra en la página 27 (Fig 6) el rango de presión y temperatura de 150 lb.

En la página 24 del Catálogo Crosby (Tabla 7) se tiene para un orificio de letra N (4.34 in^2 de Area) -- y un rango para conexiones standard de bridas cara-realizada de entrada y salida de 150 lb las siguientes características.

Cuerpo de Acero al carbón, bonete tapa y resorte de acero al carbón y máxima temperatura 450°F tamaño de

la válvula (Entrada x Salida) 4N6 Estilo JO-25 --
(sin fuelle) .

C O N C L U S I O N

En la Desaladora AV-D1 está instalada una válvula de seguridad 6 q 8, JO-25 el orificio "q" tiene un área de orificio de 11.04 in²; por lo tanto se concluye que la válvula 6 q 8 JO-25 nos satisface con un range amplio el servicio para el cual esta destinada.

B).- CALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD TOMANDO COMO BASE LA CONTINGENCIA DEL CIERRE DE LA VALVULA DE SALIDA DEL CRUDO DESALADO.-

Cualquier recipiente o equipo cuya salida pueda resultar cerrada y que su alimentacion provenga de una Fuente mayor presión a la de diseño del mismo; necesita una capacidad de alivio igual -- al gasto máximo alimentado más lo generado en operación normal pudiendo tomarse en cuenta la -- supresión de lo generado con el aumento de la -- presión.

Usando las tablas de capacidad del Crosby se resolvió este punto. Flujo Máximo de la Bomba -- AV-P1 = 1400 Gal/Min.

Peso Especificado del Crudo = 0.840
Presión establecida = 100 lb/in²

instalada en la desaladora 6Q 8 Tiene capacidad suficiente para desalojar la sobrepresión en caso de la contingencia por cierre de la válvula - de salida del crudo; ya que la bomba AV-P1 tiene una capacidad máxima de 1400 GPM y la válvula de seguridad tiene una capacidad de alivio de 2790-GPM.

RECALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD RA - RV - ?
DIMENSIONAMIENTO

1.- Servicio; Acumulador de la Torre de despunte; nomenclatura RA-T⁴; presión establecida 40 lb/in², temperatura de operación 115^oF; fluido manejado vapores de nafta.

2.- Condición que gobierna la operación de la válvula. La contingencia predominante es la exposición al fuego.

a) La base para el cálculo de la válvula de seguridad será la contingencia predominante, la exposición al fuego.

a) El cálculo de la cantidad de vapores que deberá manejar la válvula de seguridad esta dada por la ecuación.

$$W = \frac{21,000 \times P \times A \times 0.82}{L}$$

b) Calculo del área mojada; En el caso de los acumuladores se estima el área mojada igual a la mitad del área total del recipiente mas el área de la pierna (en pies cuadrados).

$$\text{Area Mojada} = \frac{\text{Area Secc. Cilin.} + \text{Area Casquetes}}{2}$$

+ Area de la pierna.

$$\text{Area Sección Cilíndrica} = L \times \pi \times D$$

$$\text{Area Casquetes Semi-elip.} = \frac{2 \times \pi \times D^2}{4}$$

$$= 2 \times 0.785 \times D^2$$

L: Largo o altura de la sección cilíndrica = 15 pies.

D: Diámetro del recipiente = 6 pies, 6 pulgadas

Area Sección Cilíndrica = $15 \times \pi \times 6.5 = 305$ pies - cuadrados.

Area Casquetes = $2 \times 0.785 \times (6.5)^2 = 66.2$ pies cuadrados.

Area Pierna = $\pi \times D \times L + 0.785 D^2 = \pi \times 2 \times 3.5 + 0.785 \times D^2 = 25.14 F + 2$

Area Mojada = $A = \frac{305 + 66.2 + 25.14}{2} = 210.7 F + 2$

$A = 210.7 F + 2$

c).- Cálculo de la presión acumulada (Pa)

Pa = Presión Establecida + Acumulación + Presión Atmosférica; de donde Set. Press = 40 lb/in^2

Acumulación = 20 % de la Presión Establecida = 8 lb/in^2

Presión atmosférica = 11.3 lb/in^2

$Pa = 40 + 8 + 11.3 = 59.3 \text{ LB/in}^2$

s).- Cálculo del calor latente en Btu/lb

Con $Pa = 59.3 \text{ lb/in}^2$ y con una temperatura de Operación de 115°F de la Fig 3 se obtiene una $L = 147 \text{ Btu/lb}$ de $W = \frac{21000 \times F \times A}{0.82}$

donde $F = 1.0$

$L = 147 \text{ BTU/lb}$

$A = 210.7$ pies cuadrados.

$$\text{Por lo tanto } W = \frac{21000 \cdot 0.82}{147}$$

$$W = 11300 \text{ lbs/hr}$$

e).- Cálculo del área del orificio

$$A = \frac{W}{1000 \times P_a} \times F_a$$

De la Fig. 5, con el P.M. = 124 y la Temperatura de Operación = 115°F se obtiene una $F_a = 7.2$

$$A = \frac{11300}{1000 \times 59.3} \times 7.2 = \frac{11.3 \times 7.2}{59.3} = 1.37$$

$$A = 1.37 \text{ in}^2 \text{ Area del Orificio}$$

S E L E C C I O N

F) De la tabla A vemos que para una área efectiva - 1.287 corresponde un orificio de letra J; el valor superior siguiente a este es de 1.838 que corresponde a un orificio letra K. Por normas las valvulas se especifican con el tamaño standard mayor que el área mínima de orificio calculado en este caso el valor standard mayor de 1.37 es el de 1.838 y corresponde a un orificio letra K. Con los valores de la presión establecida 40lb/ln² y la temperatura de operación 115°F, de la --

Tabla 7 se obtiene para bridas de acero un rango de presión y temperatura de 150 lb. De la Pág. 21 del catálogo Crosby (Tabla 10) se tiene para un orificio K con un área efectiva de 1.838 in² y un rango para conexión standard de bridas de entrada y salida de 150 lb las siguientes características.

Cuerpo de Acero o Carbón, bonete tapa y resorte de tambo de la válvula (Entrada x Orificio x Salida)- 3 K 4 ; Jc=25 (Sin Fuelle).

C O N C L U S I O N .

Este acumulador tiene instalada una válvula de seguridad "Consolidated" con un orificio "J" con una área de 1.287 in² (1910 JC - 1) 2 1/2 " x 4 "

Por lo tanto es necesario cambiar la válvula instalada por una Crosby o su equivalente 3 K 4, Jc - - 25, orificio K con 1.838 in²

RECALCULO DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD RA - RV - 4,5,6,P

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

1.- SERVICIO: Torre fraccionadora principal; nomenclatura RA-T2 presión establecida 50 lb/in² temperatura de operación 650°F vapores de Nafta.

2.- CONDICIONES QUE GOBIERNA LA OPERACION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD.

La contingencia predominante es la Falla de agua de enfriamiento la cual ocasiona el máximo flujo de vapores a través de la válvula.

Con objeto de realizar una analisis a partir de las condiciones de carga de diseño y las actuales se recalcularán las valvulas de seguridad primeramente de acuerdo con la carga de diseño y posteriormente con la carga actual de la Planta.

A) Calcule para la carga de diseño;

a) Calcule de la cantidad de vapores que deberá manejar la valvula de seguridad en caso de Falla de agua de enfriamiento, para la carga de diseño.

Carga de diseño = 26270 B/D de Crudo

Nafta de despunte = 10% de la carga inicial de Crudo
= 26270 x .10 = 2627 B/D

Nafta total Extraída del Crudo = 9100 B/D que es aproximadamente un 34.8 % de la carga de crudo.

La relación de reflujo en la Torre RA - T2 es de 1:2 es decir:

$$\frac{L}{D} = 2$$

D : Reflujo a la Torre principal

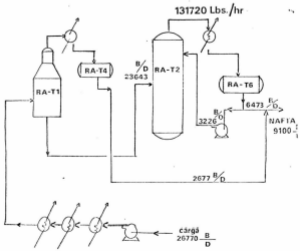
$$D = \frac{9100 - 2627}{2} = 3236 \text{ B/D}$$

Vapores que salen de la Torre principal:

$$(9100 - 2627) + 3236 = 10709 \text{ B/D}$$

10709 B/D x 12.3 (Factor para Transformar de B/D a lb/h = 131720 lb/h

W = 131720 lb/h vapores que deberán manejar las válvulas de seguridad en caso de falla de agua de enfriamiento.



b).- Cálculo del orificio de las válvulas de seguridad, capaz de manejar 131720 lb/h

$$a = \frac{W}{1000} \times Pa$$

Presión Establecida = 50 lb/in²

Acumulación = 10% de la presión establecida

$$Pa = 50 + 5 + 11.3 = 66.3 \text{ lb/in}^2$$

De la Fig. 5, con el P.M. de los vapores de Nafta = 85 y la temperatura de operación = 650°F se obtiene una Pa = 11.8 por lo tanto $a = \frac{131720 \times 11.8}{1000 \times 66.3} = 23.2 \text{ in}^2$

$$a = \frac{131720 \times 11.8}{1000 \times 66.3} = 23.2 \text{ in}^2$$

$$a = 23.2 \text{ in}^2$$

$$a = 23.3 \text{ in}^2$$

C O N C L U S I O N

c) Están instaladas tres válvulas 608-Je-25 con áreas de orificio cada una de 11.045 in², por lo tanto tiene una capacidad mayor, para las condiciones de diseño y contingencia predominante (falta de agua de enfriamiento).

B).- Cálculo para la carga actual de la planta.

a).- Cálculo de la válvula de seguridad de acuerdo con la carga actual y tomando como contingencia predominante la Folla de agua de enfriamiento.

Carga actual = 42000 B/D de crude

Nafta de despunte = 10% de carga inicial de crude
= 42000 x 0.10 = 4200

La nafta total extraida del crude igual a un 26% del -
crude = 42000 x 0.26 = 10920 B/D.

Nafta de la torre Principal = 10920 - 4200 = 6720 B =-

La relación de reflujo es $L = 1.7$
 $\frac{D}{D}$

Donde el reflujo de la Torre D = $L = \frac{6720}{1.7} = 3952 \frac{B}{D}$

Vapores de Nafta que salen de la Torre principal

(10920 - 4200) + 3952 = 10672 B/D

10672 B/D x 12.3 $\frac{lb/h}{B/D}$ = 131565 lb/h

W = 131565 lb/h Vapores que deben manejar las válvulas
de seguridad de las condiciones actuales.

C O N C L U S I O N

Las válvulas de seguridad instaladas tienen capacidad-
suficiente para manejar los vapores que salen de la to-
rre principal en las condiciones actuales ya que fue--
ren calculadas con una carga de diseño de 26270 b/D --
pero el crude contenido 34.4 % de Nafta y en la actua-
lidad como máximo (Procesado Recuperando) el crude -
tiene 26% de Nafta.

RECALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD RA-RV41 .

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

- 1.- Servicio; Acumulador de la Torre principal; nomenclatura RA-76; presión establecida 40 lb/in²; temperatura de operación 115°F; vapores de Nafta.
- 2.- Condición que gobierna la operación de la válvula de seguridad.

Se calculará la válvula de seguridad en base a -- des contingencias que predominan sobre las demás.

A) Exposición al Fuego

B) Cierre de la válvula de salida

A) Cálculo de la cantidad de vapores que deberá -- manejar la válvula de seguridad tomando como ba se la exposición al fuego.

a) La cantidad de vapores que deberá manejar la -- válvula de seguridad, está dada por la ecuación

$$W = \frac{21000 \times P \times A^{0.82}}{L}$$

b) Cálculo del área mojada;

$$\text{Area Mojada} = \frac{\text{Area Secc. Cilíndrica} + \text{Area Cas-} \\ \text{quetes} + \text{Area de la vierna.}}{2}$$

$$\text{Area del acumulador} = \pi \times D \times L + \frac{\pi \times D^2}{4} \times 2$$

D ;Diámetro del recipiente = 20 pies

L : Largo del recipiente = 8 pies

$$\begin{aligned} \text{Area del acumulador} &= \pi \times 8 \times 20 + 0.785 \times 8^2 \times 2 \\ &= 500 + 25.2 = 525.2 \end{aligned}$$

$$\text{Area del acumulador} = \frac{525.2}{2} = 262.6 \text{ pies cuadrados}$$

Area de la pierna = Area sección cilíndrica + área cag
questes.

$$= \pi \times D \times L + \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$D = 2'$$

$$L = 4'$$

$$\text{Area de la pierna} = \pi \times 2 \times 4 + 0.785 \times 4 = 28.3 \text{ pies-}$$

cuadrados.

$$\text{Area Mojada} = 262.6 + 28.3 = 290.9 \text{ pies cuadrados.}$$

Cálculo del calor latente L:

Pa = presión establecida + acumulación + presión Atmos-
ferica.

$$\text{Presión establecida} = 40 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Acumulación} = 20\% \text{ de la presión establecida} = 8 --$$

$$\text{lb/in}^2$$

$$Pa = 40 + 11.3 = 59.3 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Temperatura de operación} = 115^\circ\text{F}$$

Con la Pa = 59.3 lb/in² y la temp. de operación =
115^oF de la Fig. 3 se obtiene una L = 142 BTU/lb.

$$\text{Por lo tanto } W = \frac{21000 \times (290.9)^{0.82}}{142}$$

$$\begin{aligned}
 (290.9)^{0.82} &= 0.82 \times \log. 290.9 = 0.82 \times 2.464 \\
 &= \text{antilog } 2.0204 \\
 &= 105
 \end{aligned}$$

$$W = \frac{21000 \times 105}{142} = 15500 \text{ lb/hr}$$

c) Cálculo del orificio

$$a = \frac{W}{1000 \times P_a} \times P_a$$

Cálculo de a_1 con el p.n. = 124.1, la temperatura de operación = 115°F se va a la Fig 5 y se obtiene una $P_a = 7.2$

$$\text{Per lo tanto } a = \frac{15500}{1000 \times 59.3} \times 7.2$$

$$a = 2.42 \text{ pulgadas cuadradas}$$

S E L E C C I O N

- d) De la tabla A se selecciona el área efectiva de — 2.853 y corresponde este valor a la letra "L" Con el valor de la presión establecida de 40 lb/in² y la temperatura de operación 115°F, de la Fig. 6 — se obtiene para bridas de acero un rango de presión y temperatura de 150 lb. En la Pág. 22 del Catálogo Crosby (Tabla 11) se tiene que para un orificio de letra L (2.853 pulg. cuadradas de área) —

una válvula de estas características; 3 L 4 (diámetro de entrada x L x diámetro de salida), Estilo J O - - 25 (sin fuelle)

C O N C L U S I O N

La válvula de seguridad instalada tiene capacidad sobrada ya que es una válvula Consolidated 1906 QC-1 -- con un orificio Q, cuya área efectiva es de 11,050 y los diámetros de entrada y salida son de 6" y 8" e -- sea 6 Q 8

- B) Cálculo de la Válvula de Seguridad tomando como Base la Contingencia del cierre de la Válvula de Salida de Nafta.

En este caso no es necesario instalar una válvula de seguridad, ya que en caso de que cerrara la válvula de salida de Nafta, la máxima presión que se alcanzaría en el acumulador sería de 50 lb/in² y el recipiente soporta perfectamente esta presión.

RECALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD RA - RV - 7 P

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

- 1.- SERVICIO: AGOTADOR DE GASOLEO LIGERO; nomenclatura -- RA - T 3C Temperatura 550°F; presión establecida 50 - lb/in² fluido que maneja la válvula, vapores de gasoleo ligero.
- 2.- CONDICION QUE GOBIERNA LA OPEACION DE LA VALVULA DE-SEGURIDAD.- La contingencia predominante es la exposi- ción al fuego.
 - A) Exposición al Fuego.
 - a) Cálculo de la válvula de Seguridad por la contingen- cia predominante, exposición al fuego. La cantidad de vapores que deberá manejar la válvula de seguridad -- esta dada por la ecuación.

$$W = \frac{21000 \times F \times A}{L} \quad 0.82$$

Area Mojada: Es igual el área del recipiente hasta la altura del nivel normal del líquido más el área de -- los platos.

- D: Diámetro del recipiente = 4 pies
 - L: Altura del nivel normal del líquido = 3 pies
- Area Mojada del Agotador = Area del recipiente + Area del casquete + Area Platos.

$$\begin{aligned}
&= \pi \times D \times L + 0.785 \times D^2 + \text{Area de 4 Platos} \\
&= \pi \times 4 \times 3 + 0.785 \times (4)^2 + 4 \times 0.785 \times 4^2 \\
&= 37.7 + 12.7 + 50 = 100.4 \text{ F} + 2
\end{aligned}$$

A = 100.4 Pies cuadrados.

Calculo del calor latente L :

presión establecida = 50 lb/in²

Acumulación = 20% de la presión establecida

$$P_a = 50 + 10 + 11.3 = 71.3 \text{ lb/ in}^2$$

Con la temperatura de operación igual a 550°F y la Pa igual a 71.3 lb/in² de la Fig. 3 se obtiene una L = 89

BTU
lb

$$\text{Entonces } W = \frac{21000 \times 1 \times (100.4)^{0.82}}{89} = 10300 \text{ lb/hr}$$

A).- Cálculo del orificio.

$$a = \frac{W}{1000 \times P_a} \times P_a$$

Con el P.M. del Gasoleo 240 y la Temperatura de Operación igual a 550°F de la Fig. 5 se obtiene una Pa = - - 6.75

$$a = \frac{10300}{1000 \times 71.3} \times 6.75$$

$$a = 0.97 \text{ pulgadas cuadradas .}$$

S E L E C C I O N

c).- De la tabla A obtenemos un valor de área efectiva - de 1.287 pulg. cuadradas que corresponden a un orificio-letra J.

Con el valor de la presión establecida y la temperatura-de operación en la Fig. 6 se obtiene para bridas de acero un rango de presión y temperatura de 150 lb.

De la Pág. 20 del catálogo Crosby (Tabla 12) se tiene -- que para un orificio letra J de área efectiva igual a -- 1.287 pulg. cuadradas una válvula de estas características; 2 J 3 estilo JO - 26 (sin fuelle).

C O N C L U S I O N

Se recalculó únicamente el agotador de gasoleo ligero, - debido a que las propiedades físicas del gasoleo ligero, Kerosina y Turbosina son casi semejantes. En los tres -- agotadores esta instalados válvulas de seguridad 2 J 3 - las cuales dan el servicio adecuado.

RECALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD RA - RV - 9P

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

- 1.- SERVICIO: Filtro de Kerosina; nomenclatura RA - T5; - presión establecida 75 lb/in², temperatura de operación 450°F; fluido manejado, vapores de Kerosina.
- 2.- CONDICION QUE GOBIERNA LA OPEACION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD.

Son dos las contingencias que predominan sobre todas las demas para el cálculo de la válvula de seguridad.

A).- Exposición al fuego.

B).- Cierre de la válvula de salida de Kerosina.

A).- Cálculo de la válvula de seguridad por la contingencia de la exposición al fuego.

a).- Cantidad de vapores que deberá manejar la válvula de seguridad.

$$W = \frac{21000 \times F \times A \times 0.82}{L}$$

Cálculo del área mojada; en los filtros se considera como área mojada toda el área del recipiente.

Area del Recipiente = Area Sección Cilíndrica + Area de los Casquetes.

$$= \Pi \times D \times L \quad + \quad 2 \left(\frac{\Pi \times D^2}{4} \right)$$

D : Diametro del recipiente = 6 pies

L : Altura o Largo del recipiente = 16 pies

$$\text{Area del recipiente} = \frac{\pi \times 6 \times 16}{2} + \frac{\pi \times 6^2}{2} = 357.2 -$$

pies cuadrados.

Calcule del calor latente L:

Pa = Presión establecida + Acumulación + Presión atmosférica .

$$\text{Acumulación} = 20\% \text{ de la Presión establecida} = 15 \text{ lb/in}^2$$

$$Pa = 75 + 15 + 11.3 = 101.3 \text{ lb/in}^2$$

Con la temperatura de Operación 450°F y la Pa, 101.3 - lb/in² de la Fig. 3 se obtiene una L = 95 BTU/lb.

$$\text{Tenemos que } W = \frac{21000 \times F \times A^{0.82}}{L}$$

L

$$= \frac{21000 \times 1 \times (357.2)^{0.82}}{95}$$

$$(357)^{0.82} = 0.82 \text{ Log. } 357 = 0.82 \times 2.554 = 2 \text{ x antilog.} - 0.0942 .$$

$$(357)^{0.82} = 124$$

$$W = \frac{21\ 000 \times 1 \times 124}{95} = 27400 \text{ lb/hr}$$

b) Calcule del área de orificio

$$a = \frac{W}{1000 \times Pa} \times Pa$$

Concl P.M. de la Kerosina 180 y la Temperatura de -
Operación igual a 450°F de la Fig. 5 se obtiene una-
Fa = 7.3

$$a = \frac{27400}{1000 \times 107.3} \times 7.3$$

$$a = 1.97 \text{ in}^2$$

S E L E C C I O N

e).- De la Tabla A se selecciona tomando como referen-
cia el area de orificio requerido de 1.97 pulg.-
cuadradas el valor de área efectiva de 2.853 - -
pulg. cuadradas con un orificio letra L.

Con el valor de la presión establecida y la tem-
peratura de operación en la Fig. 6, concentramos-
que para bridas de acero un rango de presión de-
presión de temperatura de 150 lb.

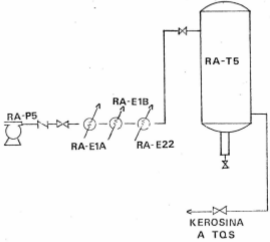
De la tabla 11 se obtiene que para un orificio -
letra "L" de área efectiva igual a 2.853 pulg. -
cuadradas una válvula de estas características.-
3 L 4 estilo JO-25

C O N C L U S I O N

Está instalada en el filtro de Kerosina una vál-

vula JO de 4 x 6, 300 lb y 150 lb; capacidad calculada 25000 lb/h; como no se tienen datos de que orificio tenga "L" ya que en orificio "J" no hay válvulas 4 x 6. Por lo tanto la válvula que esta instalada es la adecuada y debe ser una 4 L 4, JO-35.

B) Calcule de la válvula de seguridad tomando como base la contingencia del cierre de la válvula de salida de Kerosina.



Peso específico de la Kerosina = 0.812

Presión establecida = 75 lb/in²

Temperatura Máxima = 450°F

Flujo máximo de la bomba RA-P5 = 185 lts/min = 700.2

Gal
min.

1/o. Paso: Cálculo del factor de Corrección por gravedad específica. De la Fig. 8 Obtenemos

Ksg. = 1.09

2/o. Paso: Cálculo del Factor de Corrección por acumulación líquida. De la Fig. 8A

y con 25 % de acumulación obtenemos CA = 1.0

La contrapresión en el sistema de desfogue en esta -- Planta se calculó y dió 10lb/in², con la presión establecida y la contrapresión se calcula AP

$$AP = 75 - 10 = 65 \text{ lb/in}^2$$

Con el valor de el AP y el valor de la presión establecida en la Tabla No. 9, vemos que una válvula con un orificio "L" tiene una capacidad de 625 gal/min -- por lo tanto

$$625 \times 1.08 \times 1 = 675 \text{ Gal/min.}$$

C O N C L U S I O N

por consiguiente la válvula instalada tiene capacidad

suficiente para esta contingencia ya que 700.2 gal/
min es + igual a 675 gal/min ya que el gaste se --
realizó con el gaste máximo de la bomba.

CAPITULO No. 4

INSTALACION, MANTENIMIENTO E INSPECCION.

El funcionamiento correcto de una válvula de seguridad depende en parte de una buena instalación y en un eficiente mantenimiento, lo cual podrá ser constatado por medio de inspección.

INSTALACION:

Los detalles de la instalación están determinados principalmente por las especificaciones particulares de la Planta o por el código aplicable. En general, se trata de instalar las válvulas en posición vertical, y en partes accesibles del equipo, en tal forma que cumplan con el servicio previsto así como en facilitar su mantenimiento; no sobrepasar el límite máximo de caída de presión en las líneas de entrada y en las de descarga, las primeras deberán ser dimensionadas en tal forma que la caída de presión desde el recipiente hasta la brida de entrada de la válvula no sea mayor al 3% de la presión de ajuste-manométrico, sin embargo cuando la caída de presión no se calcula el área del pasaje debe ser preferentemente redonda y mayor e igual a la entrada de la válvula de alivio de presión. La --

caída de presión en la línea de descarga no deberá ser mayor a la contra presión permitida. Minimizar el efecto torsional que las descargas producen en el cabezal haciéndoles lo mas paralelas posibles al flujo en el cabezal, las válvulas deben estar colocadas lo más --- próximo posible al recipiente que protegen La descarga a la atm no debere hacerse a una altura menor de 12FT- del piso o plataformas en un radio de 30 FT, ni a menos de 7 FT del equipo en el mismo radio menor de 10 FT -- de la Plataforma de trabajo mas alta en un radio de 50 FT y, cuando menos a 20 FT del piso ni a menos de 3 -- Mts. de plataformas e áreas de trabajo.

Las válvulas montadas en tuberías formando parte de un sistema de riego, deben estar soportadas en tal forma - que el soporte de las mismas no implique soportes tem porales.

En la instalación la válvula de seguridad una buena -- medida para la protección de esta, es mediante la instalación de discos de ruptura, sellos líquidos, fluidos de carga o lavado, drenes etc. antes e después de la válvula.

El disco de ruptura no solo es util para aislar tempe ralmente del fluido la válvula, si no también para evi tar fuera de plumero gases o nocivos.

Un aspecto importante en la instalación de la válvula-

de seguridad es que debiera estar instalado previamente un bloqueo (junta ciega, válvula etc.) tanto en el circuito de desfogue al quemador, como del lado de entrada de la Válvula de Seguridad.

MANTENIMIENTO:

En general el procedimiento en esta Refinería (18 de Marzo) para el mantenimiento de las válvulas de seguridad es el siguiente.

Existen 3 motivos por los cuales una válvula de seguridad recibe mantenimiento.

- 1.- Que su mantenimiento este programado
- 2.- Que durante la operación de la planta la válvula de seguridad sufra un daño en alguna de sus partes (empaques, asientos, resortes, tornillería etc)— y eso obligue a su salida .
- 3.- Que por motivos por motivos de cambios en la operación de la planta se necesite recalibrarla.

En base a cualesquiera de esos 3 motivos las Superintendencias de Operación o Inspección estan obligadas a solicitar el mantenimiento de la válvula de seguridad

Antes de entregarse a Mantenimiento, Operación censará los datos que considera conveniente para su plena identificación por Ejem: nomenclatura, tamaño, presión de operación y diámetro de orificio.

Generalmente todas las válvulas tienen su placa donde se inscriben los datos anteriores en el caso de que - no tenga placa se inscribirá con número de golpe en - la brida.

Momentáneamente al recibir la válvula; le efectúa una-- prueba de calibración antes de su desarmado para conocer las condiciones a que estaba operando. Posteriormente es desarmado y revisada en cada una de sus partes, algunas de las cuales son las siguientes:

- a) Cuerpo de la Válvula.
- b) Cuerpo del Piloto (si cuenta con el).
- c) Asiento
- d) Bridas
- e) Válvulas Internas
- f) Diafragmas
- g) Embragues
- h) Niples de Interconexión
- i) Tornillería
- j) Resortes etc.

Dependiendo del estado de cada una de las partes anteriores se decide si estas se recondicionan (eliminando daños) o se cambian por unas en mejores condiciones. Una vez que la válvula de seguridad ha sido revisada reparada y armada nuevamente deberá calibrarse a la presión establecida empleando aire o agua como medio de --

de prueba, verificando que opere correctamente, y que no presente fugas. Debe comprobarse la exactitud del manómetro de prueba con la frecuencia necesaria y ser de un rango adecuado.

La calibración deberá hacerse con una tolerancia de más o menos 0.5% de la presión de relevo especificada. Se instalará un amortiguador de presión para que el manómetro no oscile durante la prueba y se colocará una malla o filtro en las instalaciones hidráulicas e neumáticas con objeto de que los asientos de la válvula no se dañen por la presencia de sólidos en el medio de prueba.

INSPECCION:

Una vez que se ha llevado a cabo el Mantenimiento la Superintendencia de Inspección procederá a revisar -- el estado de la válvula de seguridad mediante la prueba correspondiente.

La prueba consiste en lo siguiente: Una vez que se han hecho los ajuste a la válvula; se montara sobre el -- coexist de pruebas , se sube lentamente la presión -- hasta 90% de la presión de calibración y una vez ahí se observará que no fugue la válvula de seguridad -- posteriormente se subirá la presión con más cuidado -- y se observará la descarga de la válvula y la lectura de presión en el manómetro .

Como ya está señalado deberá de relevar a mas o menos - 5% de la presión de calibración y una vez que ha releva do debe cerrar sin ninguna fuga a una presión no menor de 10% de la presión de calibración; Esta operación debe repetirse como mínimo dos veces . Si la prueba resulta satisfactoria se procedera a anotar en el libro de registro las anotaciones pertinentes sobre la recepción de la válvula . En el caso contrario se anula la recepción y se procede a investigar el motivo de falla.

Recibida la calibración de la valvula, es responsabilidad de Mantenimiento o el traslado e instalación con -- cuidados requeridos para evitar su maltrato y descalibración así como comprobar que no están obstruidas el interior de las líneas con sedimento o basura , Inspección deberá verificar que las válvulas de seguridad -- sean correctamente reinstaladas comprobando que no existan obstrucciones a las líneas tales como válvulas de -- bloqueo cerradas, juntas ciegas etc.

CAPÍTULO No. 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

A pesar de que en el Capítulo No. 3 se realizaron las conclusiones y recomendaciones respectivas derivadas de los resultados obtenidos en el recalcule de las válvulas de seguridad a los diferentes equipos enunciados, - deseo en esta última parte del trabajo comentar algunos aspectos que me parecen importantes por su significado.

Inicialmente comentaré el hecho de que el recalcule de estos dispositivos de alivio se efectúa meses después - de la realización y puesta en práctica de los estudios - y proyectos para aumentar la capacidad de la Planta --- Primaria No. 1.

El suceso anterior pudiera justificarse o explicarse en base a las siguientes suposiciones; o se tenía plena -- conciencia dentro del grupo técnico encargado de este proyecto de la capacidad de alivio de las válvulas instaladas las cuales se consideraron adecuadas y por ello - no se integraron dentro del estudio previo para aumentar la capacidad de la planta o en el peor de los casos simplemente no se tomaron en cuenta (por falta de coor - dinación dentro de los integrantes del grupo técnico -- responsable)

si bien es cierto que cinco de los seis dispositivos de

alévic recalculados resultaron adecuados para las nuevas condiciones de proceso en la planta; es de reconocerse - la posibilidad de que estos seis dispositivos no hubie-- ran sido los adecuados, ocasionando con ellos condiciones de riesgo, cuyos resultados serian perjudiciales para todos.

Por lo anterior y los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente.

- 1).- El cambio inmediato de la válvula de seguridad 2 1/2 J 4, 1910 JC-1 Consolidated instalada en el acumulador de la Torre de Desmante por una válvula de seguridad Crosby (o su equivalente) 3 X 4, J O - 25
- 2).- La necesidad urgente de reflexionar y tomar conciencia en todos los que integramos PEMEX para darle a-- los distintos elementos y procedimientos que tienden a proporcionar seguridad en todos los aspectos la importancia que merecen.

BIBLIOGRAFIA:

- 1).- Catálogo 301 de la Crosby Ashton para Válvulas de Seguridad-Relievo.
- 2).- Safety (Seguridad)
- 3).- Manual para seleccionar Válvulas de Seguridad por el Det. de Proceso-Refinería Madero
- 4).- Consolidated Valves Safety Relief.- Catálogo. 1900
- 5).- Especificaciones Mc.Pee, Superintendencia de Proceso Ref. 18 de Marzo.
- 6).- Manual de Operación de la Planta de Destilación - Primaria nº 1, de la Ref. 18 de Marzo.
- 7).- Resumen de las prácticas impartidas por acuerdo de la Dirección General y relacionadas con la Seguridad.
- 8).- Primer Seminario de Ing. Mecánica Petrolera.- Instituto Mexicano Del Petroleo.
- 9).- Válvulas de Seguridad y Relievo y Sistemas de Alivio de Presión 1970-77 Biblioteca Facultad de Químico UNAM.

"TABLA "A" AREAS EFECTIVAS DE BOQUILLAS

Orificio	Area Efectiva a (Pulg. Cuadr),	Orificio Letra	Area Efectiva a (Pulg. Cuadr)	Tamaño	Estilo	Area Efectiva a (pulg. Cuadr.)
D	0.110	L	2.853	3/4"	JMB	0.110
E	0.196	M	3.60	1"y1 1/2"	JMB	0.196
F	0.307	N	4.64	3/4	JMBU	0.095
G	0.503	P	6.38	1"y1 1/2"	JMBU	0.175
H	0.785	Q	11.05	1 1/1 x 3"	JMC	0.442
J	1.287	R	16.0	1/2 3/4 1"	JR	0.060
K	1.838	T	26.0	1" x 2 1/2"	JS-1	0.121
				1"x 2 1/2"	JS-2	0.068
				1"x2 1/2"	JS-3	0.038

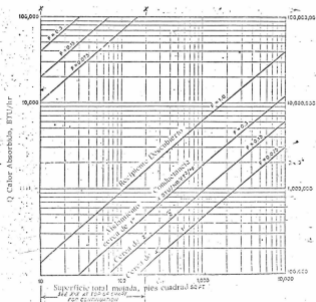


Fig. 1 Fórmula para calor absorbido por fuego en superficies Mojadas de

$$\text{Recipientes a presión, } Q = 21,000 FA 0.82$$

CALOR LATENTE DE VAPORIZACION Y PRESION DE VAPOR DE HIDROCARBUROS DEL PETROLIO

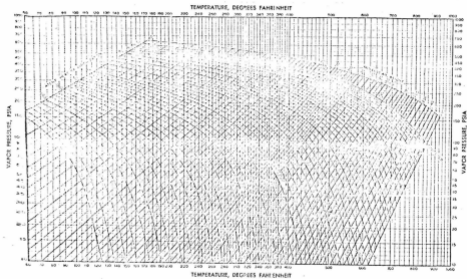


Figura No. 3

TABLAS DE CAPACIDAD

Para encontrar A Válvulas de relevo boquilla tipo "CROSBY"

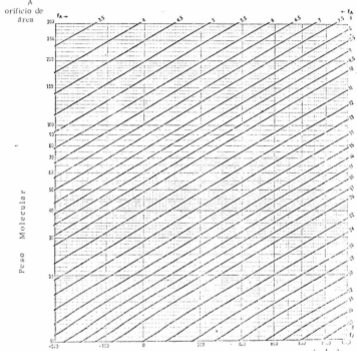


Fig. 5 Valor de: $A = 1000 \times \left(\frac{1}{354 \sqrt{T}} \right)$

46

RANGOS DE PRESION, -TEMPERATURA PARA BRIDAS DE ACERO.

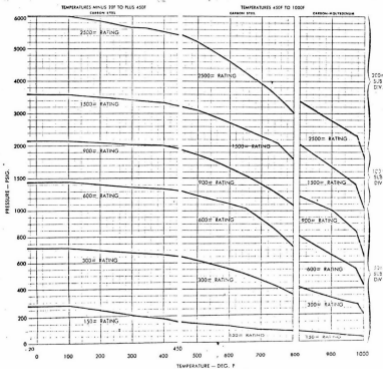


Figura No. 6

Fig. 8



Acumulacion de liquido
Factor de correccion - C_A

FIG. 8A



TABLA DE CAPACIDAD

Capacidades de agua
Galones por minuto a la presión establecida mas 25% de
acumulación (para 10% de acumulación multiplique por 0.6)

Estilo
JB
JO
JW
JMB

TABLA 9

Inch Pulg Size	Tamaño o letra de orificio y área efectiva, pulgada cuadrada,													
	D 0.310	E 0.196	F 0.207	G 0.269	H 0.243	J 1.187	K 1.434	L 2.451	M 3.908	N 4.349	P 6.179	Q 11.012	R 16.208	T 24.800
2	22	92	145	197	279	374	518	714	974	1314	1754	2304	2974	3744
4	40	107	167	223	307	408	552	748	1008	1348	1788	2338	2988	3758
6	47	118	187	256	357	478	632	838	1108	1448	1888	2438	3088	3858
NOTE: For 2 1/2 inch and below size of connections may be specified in inches full size.														
4	33	131	207	278	373	497	652	858	1128	1468	1908	2458	3108	3878
5	39	143	223	307	412	547	712	918	1188	1528	1968	2518	3168	3938
6	45	151	236	327	442	587	762	968	1238	1578	2018	2568	3218	3988
8	52	163	251	342	467	622	807	1012	1282	1622	2062	2612	3262	4032
10	58	169	264	367	492	647	832	1038	1308	1648	2088	2638	3288	4058
12	64	178	273	387	522	687	882	1088	1358	1698	2138	2688	3338	4108
14	69	184	287	407	557	732	937	1142	1412	1752	2192	2742	3392	4158
16	74	190	302	427	582	767	972	1187	1457	1797	2237	2787	3437	4208
18	79	196	317	447	607	792	1007	1212	1492	1832	2272	2822	3472	4258
20	84	202	332	467	632	817	1032	1237	1517	1857	2297	2837	3492	4308
22	89	208	347	487	657	842	1057	1262	1542	1882	2322	2862	3512	4358
24	94	214	362	507	682	867	1082	1287	1567	1907	2347	2887	3532	4408
26	99	220	377	527	707	892	1107	1312	1592	1932	2372	2912	3552	4458
28	104	226	392	547	732	917	1132	1337	1617	1957	2397	2937	3572	4508
30	109	232	407	567	757	942	1157	1362	1642	1982	2422	2962	3592	4558
32	114	238	422	587	782	967	1182	1387	1667	2007	2447	2987	3612	4608
34	119	244	437	607	807	992	1207	1412	1692	2032	2472	3012	3632	4658
36	124	250	452	627	832	1017	1232	1437	1717	2057	2497	3037	3652	4708
38	129	256	467	647	857	1042	1257	1462	1742	2082	2522	3062	3672	4758
40	134	262	482	667	882	1067	1282	1487	1767	2107	2547	3087	3692	4808
42	139	268	497	687	907	1092	1307	1512	1792	2132	2572	3112	3712	4858
44	144	274	512	707	932	1117	1332	1537	1817	2157	2597	3137	3732	4908
46	149	280	527	727	957	1142	1357	1562	1842	2182	2622	3162	3752	4958
48	154	286	542	747	982	1167	1382	1587	1867	2207	2647	3187	3772	5008
50	159	292	557	767	1007	1192	1407	1612	1892	2232	2672	3212	3792	5058
52	164	298	572	787	1032	1217	1432	1637	1917	2257	2697	3237	3812	5108
54	169	304	587	807	1057	1242	1457	1662	1942	2282	2722	3262	3832	5158
56	174	310	602	827	1082	1267	1482	1687	1967	2307	2747	3287	3852	5208
58	179	316	617	847	1107	1292	1507	1712	1992	2332	2772	3312	3872	5258
60	184	322	632	867	1132	1317	1532	1737	2017	2357	2797	3337	3892	5308
62	189	328	647	887	1157	1342	1557	1762	2042	2382	2822	3362	3912	5358
64	194	334	662	907	1182	1367	1582	1787	2067	2407	2847	3387	3932	5408
66	199	340	677	927	1207	1392	1607	1812	2092	2432	2872	3412	3952	5458
68	204	346	692	947	1232	1417	1632	1837	2117	2457	2897	3437	3972	5508
70	209	352	707	967	1257	1442	1657	1862	2142	2482	2922	3462	3992	5558
72	214	358	722	987	1282	1467	1682	1887	2167	2507	2947	3487	4012	5608
74	219	364	742	1007	1307	1492	1707	1912	2192	2532	2972	3512	4032	5658
76	224	370	757	1027	1332	1517	1732	1937	2217	2557	2997	3537	4052	5708
78	229	376	772	1047	1357	1542	1757	1962	2242	2582	3022	3562	4072	5758
80	234	382	787	1067	1382	1567	1782	1987	2267	2607	3047	3587	4092	5808
82	239	388	802	1087	1407	1592	1807	2012	2292	2632	3072	3612	4112	5858
84	244	394	817	1107	1432	1617	1832	2037	2317	2657	3097	3637	4132	5908
86	249	400	832	1127	1457	1642	1857	2062	2342	2682	3122	3662	4152	5958
88	254	406	847	1147	1482	1667	1882	2087	2367	2707	3147	3687	4172	6008
90	259	412	862	1167	1507	1692	1907	2112	2392	2732	3172	3712	4192	6058
92	264	418	877	1187	1532	1717	1932	2137	2417	2757	3197	3737	4212	6108
94	269	424	892	1207	1557	1742	1957	2162	2442	2782	3222	3762	4232	6158
96	274	430	907	1227	1582	1767	1982	2187	2467	2807	3247	3787	4252	6208
98	279	436	922	1247	1607	1792	2007	2212	2492	2832	3272	3812	4272	6258
100	284	442	937	1267	1632	1817	2032	2237	2517	2857	3297	3837	4292	6308

VALVULAS DE SEGURIDAD RELEVO BOQUILLA COMPLETA

TABLA 7

ESTILO JO y JB

TAMAÑOS LIMITES DE PRESION-TEMPERATURA

orificio N 4.315 in. cuad.	RANGOS DE PRESION (PSIG)												
	ESTILO		conec. vel. uso brides cono. inlets		entrada				salida				
									100° F		300° F		
	sin fuelle	con fuelle	entrada	salida	100° F	450° F	800° F	1000° F	JO	JB	JO	JB	
cuerpo de acero al carbon max. temp. 450° F	4N6	JO-25	JB-25	150	150	275	165			230	80	190	80
	4N6	JO-25-3	JB-25-3	300	150	275	275			230	80	190	80
	4N6	JO-35	JB-35	300	150	720	650			230	160	190	160
	4N6	JO-45	JB-45	600	150	1000	1000			230	160	190	160
cuerpo de acero al carbon max. temp. 450° F	4N6	JO-26	JB-26	150	150		165	92		230	80	190	80
	4N6	JO-26-3	JB-26-3	300	150		275	275		230	80	190	80
	4N6	JO-36	JB-36	300	150		650	365		230	160	190	160
	4N6	JO-56	JB-56	600	150		1000	730		230	160	190	160
	4N6	JO-66	JB-66	900	150		1000	1000		230	160	190	160
cuerpo de acero al C. max. temp. 450° F	4N6	JO-37	JB-37	300	150			410	215	230	160	190	160
	4N6	JO-47	JB-47	600	150			815	430	230	160	190	160
	4N6	JO-57	JB-57	900	150			1000	645	230	160	190	160

ob

VALVULAS DE SEGURIDAD RELEVO EQUILLA COMPLETA

TABLA 10

ESTILO JO y JB

TAMAÑOS LIMITES DE PRESION-TEMPERATURA

tamaño valvula	ESTILO		conec. std. asa bridas carga real		RANGOS DE PRESION (PSIG)								
	sin fuella	con fuella	entrada	salida	entrada				salida				
									100° F		300° F		
					100° F	450° F	800° F	1000° F	JO	JB	JO	JB	
orificio K a r e o 1.84 in. cuad.													
cuerpo de acero al carbon max. temp. 450° F													
3K4	JO-25	JB-25	150	150	275	165				230	150	190	150
3K4	JO-25-3	JB-25-3	300	150	275	275				230	150	190	150
3K4	JO-35	JB-35	300	150	720	650				230	150	190	150
3K4	JO-55	JB-55	600	150	1440	1305				230	200	190	190
3K6	JO-55	JB-55	900	150	2160	1955				230	200	190	190
3K6	JO-75	JB-75	1500	300	2160	2160				600	200	560	200
cuerpo de acero al carbon max. temp. 600° F													
3K4	JO-26	JB-26	150	150		165	92			230	150	190	150
3K4	JO-26-3	JB-26-3	300	150		275	275			230	150	190	150
3K4	JO-36	JB-36	300	150		650	365			230	150	190	150
3K4	JO-46	JB-46	600	150		1305	730			230	200	190	190
3K6	JO-66-9	JB-66-9	900	150		1955	1100			230	200	190	190
3K6	JO-66	JB-66	1500	300		2160	1830			600	200	560	200
cuerpo de acero o. t. max. temp. 1000													
3K4	JO-67	JB-67	300	150			410	215		230	150	190	150
3K4	JO-67	JB-67	600	150			815	430		230	200	190	190
3K4	JO-67	JB-67	900	150			1225	645		230	200	190	190
3K6	JO-67	JB-67	1500	300			2040	1070		600	200	560	200

VALVULAS DE SEGURIDAD RELEVO BOQUILLA COMPLETA

TABLA 11

ESTILO JO y JB

TAMAÑOS LÍMITES DE PRESIÓN-TEMPERATURA

cuerpo de acero al carbon mas. Acero A509F	orificio L 3/8" dia 2.853 in. cubd.		RANGOS DE PRESION (PSIG)									
	Flanqueo valvula	ESTILO		conec. std. con brides con reals		salida						
		sin fuelle	con fuelle	entrada	salida	entre Jo			100° F		300° F	
						100° F	450° F	800° & 1000° F	JO	JB	JO	JB
cuerpo de acero al carbon mas. Acero A509F	3L4	JO-25	JB-25	150	150	275	165		230	100	190	100
	3L4	JO-25-3	JB-25-3	300	150	275	275		230	100	190	100
	4L6	JO-35	JB-35	300	150	720	650		230	170	190	170
	4L6	JO-45	JB-45	600	150	1000	1000		230	170	190	170
	4L6	JO-55	JB-55	900	150	1500	1500		230	170	190	170
cuerpo de acero al carbon mas. Acero A509F	3L4	JO-26	JB-26	150	150		165	92	230	100	190	100
	3L4	JO-26-3	JB-26-3	300	150		275	275	230	100	190	100
	4L6	JO-36	JB-36	300	150		650	365	230	170	190	170
	4L6	JO-46	JB-46	600	150		1000	730	230	170	190	170
	4L6	JO-66	JB-66	900	150		1500	1100	230	170	190	170
4L6	JO-76	JB-76	1500	150		1500	1500	230	170	190	170	
cuerpo de acero A. S. mas. Acero A509F	4L6	JO-37	JB-37	300	150		410	215	230	170	190	170
	4L6	JO-47	JB-47	600	150		615	330	230	170	190	170
	4L6	JO-57	JB-57	900	150		1225	645	230	170	190	170
	4L6	JO-67	JB-67	1500	150		1500	1070	230	170	190	170

VALVULAS DE SEGURIDAD RELEVO BOQUILLA COMPLETA

TABLA 12

ESTILO JO y JB

TAMAÑOS LÍMITES DE PRESIÓN-TEMPERATURA

cuerpo de acero al carbon max. temp. 450°F	orificio J 1.207 in. cuad.		RANGOS DE PRESIÓN (PSIG)										
	formato valvula	ESTILO		connc. 1/4" asa bridas para vuelta		entrada				salida			
				entrada	salida	300° F		300° F					
		sin fuelle	con fuelle	100° F	450° F	800° F	1000° F	JO	JB	JO	JB		
cuerpo de acero al carbon max. temp. 500°F	2 1/2	JO-25	JB-25	150	150	275	155			230	230	190	190
	3	JO-25-3	JB-25-3	300	150	275	275			230	230	190	190
	4	JO-35	JB-35	300	150	725	650			230	230	190	190
	4	JO-55	JB-55	600	150	1440	1305			230	230	190	190
	4	JO-65	JB-65	900	150	2160	1955			230	230	190	190
cuerpo de acero al carbon max. temp. 500°F	3 1/2	JO-25	JB-25	150	150		145	92		230	230	190	190
	4	JO-25-3	JB-25-3	300	150		275	275		230	230	190	190
	4	JO-35	JB-35	300	150		650	355		230	230	190	190
	4	JO-55	JB-55	600	150		1305	730		230	230	190	190
	4	JO-65-9	JB-65-9	900	150		1855	1100		230	230	190	190
cuerpo de acero n. c. max. temp. 500°F	3 1/2	JO-37	JB-37	500	150			410	215	230	230	190	190
	4	JO-47	JB-47	600	150			615	430	230	230	190	190
	4	JO-57	JB-57	500	150			1225	645	230	230	190	190
	4	JO-67	JB-67	1500	300			2040	1070	600	230	560	230