



**PDHonline Course M112 (3 PDH)**

---

## **Selección y dimensionamiento de Válvulas de Alivio de Presión**

*Instructor: Randall W. Whitesides, PE*

2012

**PDH Online | PDH Center**

5272 Meadow Estates Drive  
Fairfax, VA 22030-6658  
Phone & Fax: 703-988-0088  
[www.PDHonline.org](http://www.PDHonline.org)  
[www.PDHcenter.com](http://www.PDHcenter.com)

An Approved Continuing Education Provider

# SELECCION Y TAMAÑO DE VALVULAS DE ALIVIO DE PRESION

Randall W. Whitesides, P.E.

## GENERAL/ALCANCE/INTRODUCCION

### Introducción

*La función de una válvula de alivio de presión es proteger los recipientes a presión, los sistemas de tuberías y otros equipos de presiones que excedan su presión de diseño en más de una cantidad predeterminada fija. La cantidad permitida de sobrepresión está cubierta por varios códigos y es una función del tipo de equipo y las condiciones que causan la sobrepresión.*

Nota: Para facilitar el aprendizaje, se alienta al alumno a imprimir el glosario y consultar las definiciones de palabras o frases tal como aparecen por primera vez mientras estudia el material del curso.

No es el propósito de una válvula de alivio de presión controlar o regular la presión en el recipiente o sistema que protege la válvula, y no reemplaza a una válvula de control o regulación.

El objetivo de los sistemas de seguridad en las plantas de procesamiento es evitar daños al equipo, evitar lesiones al personal y eliminar cualquier riesgo de comprometer el bienestar de la comunidad en general y el medio ambiente. El dimensionamiento, selección, fabricación, montaje, prueba, instalación y mantenimiento adecuados de una válvula de alivio de presión son críticos para obtener la máxima protección.

Tipos, diseño y construcción Una válvula de alivio de presión debe ser capaz de funcionar en todo momento, especialmente durante un período de falla de energía; por lo tanto, la única fuente de energía para la válvula de alivio de presión es el fluido del proceso.

La válvula de alivio de presión debe abrirse a una presión predeterminada, fluir a una capacidad nominal a una sobrepresión especificada y cerrarse cuando la presión del sistema haya regresado a un nivel seguro. Las válvulas de alivio de presión deben estar diseñadas con materiales compatibles con muchos fluidos de proceso, desde aire y agua simples hasta los medios más corrosivos. También deben estar diseñados para funcionar de manera uniforme y uniforme en una variedad de fluidos y fases de fluidos. Estos parámetros de diseño conducen a la amplia gama de productos de válvulas de alivio de presión disponibles en el mercado hoy en día.

## STANDARD DESIGN

## BALANCED-BELLOWS DESIGN

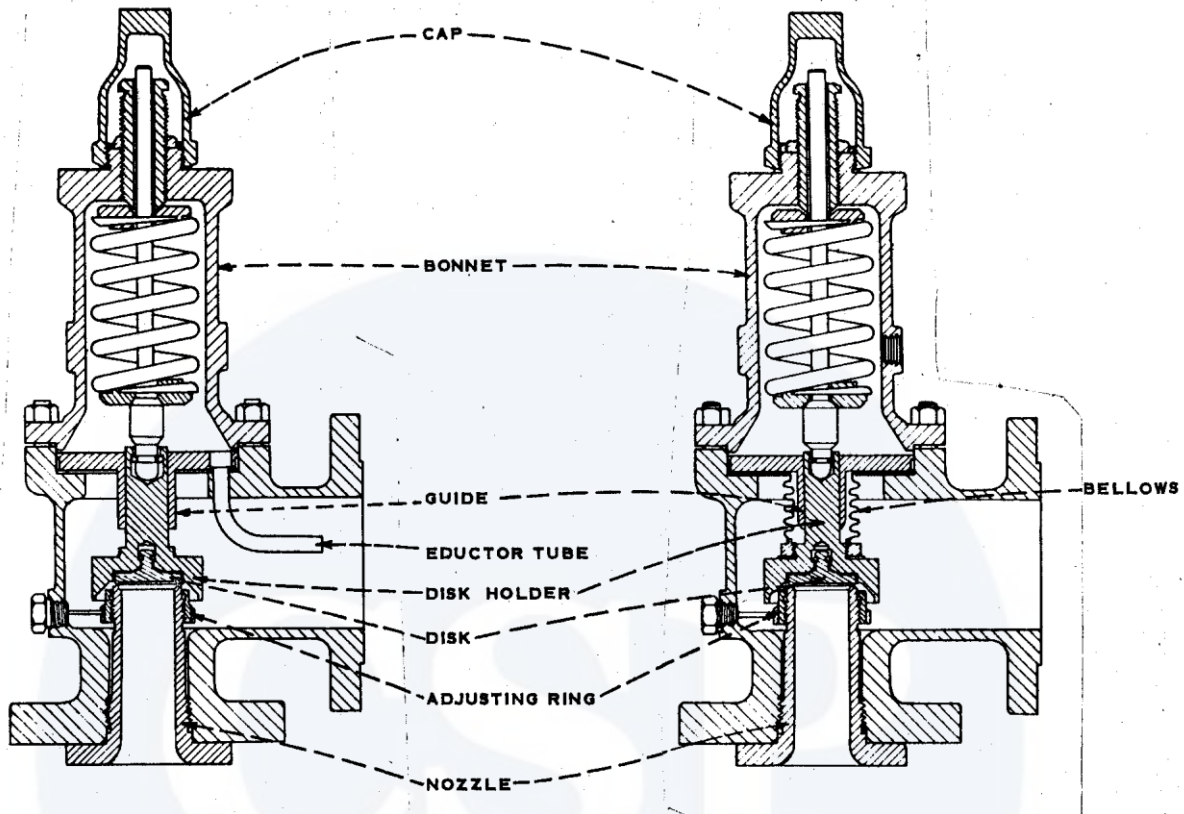


FIGURA 1 - DOS TIPOS O VÁLVULAS DE ALIVIO

La válvula de alivio de seguridad de diseño estándar está cargada por resorte con un anillo de ajuste para obtener la purga adecuada y está disponible con muchos accesorios opcionales y características de diseño. Consulte la Figura 1 para obtener vistas en sección transversal de válvulas típicas. El diseño de fuelle y fuelle equilibrado aísla el fluido del proceso del bonete, el resorte, el vástago y el buje del vástago con un elemento de fuelle. Los cuerpos de válvula con camisa están disponibles para aplicaciones que requieren medios de transferencia de vapor o calor para mantener la viscosidad o evitar el congelamiento. Las válvulas operadas por piloto están disponibles con el control de presión y purga ubicado en un piloto de control separado. Este tipo de válvula utiliza la presión de la línea a través del piloto de control hacia el pistón en la válvula de alivio principal y, por lo tanto, mantiene un alto grado de estanqueidad, especialmente a medida que se acerca la presión establecida. Otra característica de la válvula operada por piloto es que permitirá una purga tan baja como 2%. La desventaja de este tipo de válvula es su vulnerabilidad a la contaminación por materias extrañas en la corriente de fluido.

## CODIGOS Y ESTANDARES

### Introducción

Dado que las válvulas de alivio de presión son dispositivos de seguridad, existen muchos códigos y estándares para controlar su diseño y aplicación. El propósito de esta sección del curso es familiarizar al estudiante y proporcionar una breve introducción a algunos de los Códigos y Normas que rigen el diseño y uso de las válvulas de alivio de presión. Si bien el alcance de este curso se limita a ASME Sección VIII, División 1, las otras Secciones del Código que tienen requisitos específicos de válvula de alivio de presión se enumeran a continuación. Las partes del Código que están dentro del alcance de este curso se indican en rojo:

## Lista de secciones de código relativas a las válvulas de alivio de presión

Sección I	Calderas de energía
Sección III, División 1	Componentes de centrales nucleares
Sección IV	Calderas de calefacción
Sección VI	Reglas recomendadas para el cuidado y operación de calderas de calefacción
Sección VII Recomendada	Reglas para el cuidado de calderas eléctricas
<b>Sección VIII, División 1</b>	<b>Recipientes a presión</b>
<b>Apéndice 11</b>	<b>Conversiones de capacidad para válvulas de seguridad</b>
<b>Apéndice M</b>	<b>Instalación y Operación</b>
Sección VIII, División 2	Recipientes a presión - Reglas alternativas
B31.3, Capítulo II, Parte 3	Tubería de energía - Válvulas de seguridad y alivio
B31.3, Capítulo II, Parte 6	Tubería de alimentación - Tubería de alivio de presión

ASME establece específicamente en la Sección VIII, División 1, párrafo UG-125 (a) "Todos los recipientes a presión dentro del alcance de esta división, independientemente de su tamaño o presión, deberán estar provistos de dispositivos de alivio de presión de acuerdo con los requisitos de UG-125 a través de UG-137".

Se hace referencia al Código de calderas y recipientes a presión de ASME, Sección VIII, División 1. La información en este curso NO se debe utilizar para la aplicación de protección contra sobrepresión a calderas de potencia y componentes de plantas de energía nuclear que se abordan en el Código en la Sección I y Sección III, respectivamente. El estudiante debe comprender que los estándares enumerados aquí no son exhaustivos y que existen estándares específicos para el almacenamiento de cloro, amoníaco, cilindros de gas comprimido y la operación de unidades de refrigeración, entre otros.

### Una breve historia del código ASME

Muchos estados comenzaron a promulgar reglas y regulaciones con respecto a la construcción de calderas de vapor y recipientes a presión después de varios accidentes catastróficos que ocurrieron a principios del siglo XX y que resultaron en una gran pérdida de vidas. Para 1911, era evidente para los fabricantes y usuarios de calderas y recipientes a presión que la falta de uniformidad en estas regulaciones entre los estados dificultaba la construcción de recipientes para el comercio interestatal. Un grupo de estas partes interesadas hizo un llamamiento al Consejo de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos para ayudar en la formulación de especificaciones estándar para calderas de vapor y recipientes a presión. (La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos se organizó en 1880 como una sociedad educativa y técnica de Ingenieros Mecánicos). Después de años de desarrollo y comentarios públicos, la primera edición del código, Reglas de construcción de calderas fijas de ASME y Presiones de trabajo permitidas, se publicó en 1914 y se adoptó formalmente en la primavera de 1915. Desde este simple comienzo, el código ha evolucionado hasta convertirse en el presente documento de once secciones, con múltiples subdivisiones, partes, subsecciones y apéndices obligatorios y no obligatorios.

El sello del símbolo de código ASME y las letras "UV" en una válvula de alivio de presión indican que la válvula ha sido fabricada de acuerdo con un programa de control de calidad controlado y que la capacidad de alivio ha sido certificada por una agencia designada, como la Junta Nacional de inspectores de calderas y recipientes a presión.



### Adopción del Código ASME por los Estados

Al escribir estas líneas, todos los estados de los Estados Unidos, con la excepción de Carolina del Sur, han adoptado el Código ASME como ley jurisdiccional. El estudiante debe consultar con las autoridades reguladoras locales, p. agencias estatales, para determinar cualquier requisito jurisdiccional especializado para válvulas de alivio de presión que pueda ser aplicable.

### NOMENCLATURA DE ECUACIÓN

A menos que se indique lo contrario, todos los símbolos utilizados en este curso se definen de la siguiente manera:

$A$  = Área efectiva del orificio de la válvula, in<sup>2</sup>.

$C$  = Constante de flujo determinada por la relación de calores específicos, consulte la Tabla 2 (use  $C = 315$  si se desconoce  $k$ )

$G$  = Gravedad específica referida al agua = 1.0 a 70 ° F

$K$  = Coeficiente de descarga obtenible de la fabricación de válvulas ( $K = 0.975$  para muchas válvulas de tipo boquilla)

$K_b$  = Factor de corrección debido a la contrapresión. Esto es específico de la válvula; consulte la literatura del fabricante.

$K_n$  = Factor de corrección para vapor saturado a presiones establecidas > 1,500 psia, ver Ecuación 6

$K_p$  = Factor de corrección para la capacidad de alivio vs. la elevación de las válvulas de alivio en servicio líquido, ver Ecuaciones 1 & 2

$K_{sh}$  = Factor de corrección debido al grado de sobrecalentamiento en vapor ( $K_{sh} = 1.0$  para vapor saturado)

$K_v$  = Factor de corrección para la viscosidad, vea las ecuaciones 8 y 9 (use  $K_v = 1.0$  para todos los líquidos, excepto los muy viscosos)

$K_w$  = Factor de corrección debido a la contrapresión para usar con válvulas de fuelle equilibradas

$M$  = Peso molecular, ver Tabla 2 para valores de algunos gases comunes

$P_1$  = Presión aguas arriba, psia (presión de ajuste + sobrepresión + presión atmosférica)

$\Delta P$  = Presión diferencial (presión de ajuste, psig! Contrapresión, psig)

$Q$  = Flujo, gpm

$T$  = Temperatura de vapor de entrada, ° R

$R_{ne}$  = Números de Reynolds,

$W$  = Flujo, lb/hr

$Z$  = Factor de compresibilidad (use  $Z = 1$  ideal para gas)

$\mu$  = Viscosidad dinámica (absoluta) líquida, centipoise

# TAMAÑO Y SELECCIÓN

## Introducción

Las válvulas de alivio de presión deben ser seleccionadas por aquellos que tengan un conocimiento completo de los requisitos de alivio de presión del sistema a proteger y las condiciones ambientales particulares de esa instalación. Con demasiada frecuencia, los tamaños de las válvulas de alivio de

presión se determinan simplemente haciendo coincidir el tamaño de una boquilla de recipiente disponible existente o el tamaño de una conexión de tubería existente.

El dimensionamiento correcto y completo de la válvula de alivio de presión es un proceso complejo de varios pasos que debe seguir el siguiente enfoque gradual:

1. Cada pieza del equipo en un proceso debe evaluarse para posibles escenarios de sobrepresión.
2. Se debe establecer una base de diseño apropiada para cada embarcación. Elegir una base de diseño requiere evaluar escenarios alternativos para encontrar el peor escenario creíble.
3. La base de diseño se utiliza para calcular el tamaño de la válvula de alivio de presión requerida. Si es posible,  
los cálculos para el tamaño deben utilizar las metodologías más actuales que incorporan consideraciones tales como el flujo de dos fases y las fuentes de calor de reacción.

Este curso aborda las válvulas de alivio de presión como componentes individuales. Por lo tanto, los aspectos de diseño detallados pertenecientes a los sistemas de tuberías auxiliares no están cubiertos. Estos se notan claramente en el curso. Estos problemas de diseño pueden abordarse mediante análisis de tuberías utilizando principios de ingeniería estándar aceptados; estos no están dentro del alcance de este curso. Cuando las tuberías de entrada y salida del dispositivo de alivio están sujetas a una guía importante por parte del Código ASME, así se indica.

Para seleccionar y dimensionar adecuadamente una válvula de alivio de presión, se debe determinar la siguiente

información para cada recipiente o grupo de recipientes que pueden aislarse mediante control u otras válvulas. Los datos requeridos para realizar cálculos de dimensionamiento de válvulas de alivio de presión son bastante extensos. Primero, se deben ensamblar las dimensiones del equipo y las propiedades físicas. El modelado del flujo de calor a través de la superficie del equipo requiere conocer la capacidad de calor, la conductividad térmica y la densidad del material del recipiente (si la masa del recipiente se determina indirectamente a partir de las dimensiones del recipiente y el grosor de la pared).

La geometría del recipiente (cilindro vertical u horizontal, esférico, etc.) es un parámetro necesario para calcular el área de superficie mojada, donde el contenido del recipiente entra en contacto con las paredes del recipiente. En segundo lugar, las propiedades del contenido del recipiente deben cuantificarse. Esto incluye densidad, capacidad calorífica, viscosidad y conductividad térmica. Se requieren valores de cada parámetro para las fases líquida y de vapor. También se requieren valores de punto de ebullición, presión de vapor y coeficiente de expansión térmica. Idealmente, las propiedades se expresarán como funciones de temperatura, presión y composiciones del fluido.

## Determinación del peor de los escenarios de control

A medida que las plantas de proceso se hacen más grandes y se operan más cerca de los límites de seguridad, se hace necesario un enfoque sistemático de la seguridad.

El aspecto más difícil del diseño y dimensionamiento de las válvulas de alivio de presión es determinar la causa de control de la sobrepresión. Esto a veces se conoce como el peor de los casos. La sobrepresión en el equipo puede ser el resultado de varias causas o una combinación de causas. Cada causa debe investigarse por su magnitud y por la probabilidad de que ocurra con otros eventos. El objetivo podría ser documentar por qué la base de diseño particular es la opción correcta. La pregunta que siempre queda: ¿Cuál es el peor caso creíble? Entre las técnicas disponibles para resolver este problema está el análisis del árbol de fallas. Un árbol de fallas es una representación gráfica de las conexiones lógicas entre eventos básicos (como la ruptura de una tubería o la falla de una bomba o válvula) y los eventos resultantes (como una explosión, la liberación de productos químicos tóxicos o la sobrepresurización en un tanque de proceso). Un tratamiento completo de la teoría y el análisis del árbol de fallas está más allá del alcance de este curso.

Las causas habituales de sobrepresión y las formas de traducir sus efectos en requisitos de válvula de alivio de presión se dan en la siguiente lista. En la mayoría de los casos, la sobrepresión de control será la resultante del fuego externo.

1. Calor por fuego externo
2. Falla del equipo
3. Falla del sistema del condensador
4. Falla del medio de enfriamiento
5. Falla del sistema de control
6. Reacciones químicas
7. Entrada de fluido volátil
8. Salidas cerradas
9. Expansión térmica de líquidos
10. Error de operación

Las válvulas de alivio de presión deben tener capacidad suficiente cuando están completamente abiertas para limitar la presión máxima dentro del recipiente al 110% de la presión de trabajo máxima permitida (MAWP). Este aumento de presión incremental se llama acumulación de presión. Sin embargo, si la sobrepresión es causada por el fuego de otro calor externo, la acumulación no debe exceder el 21% del MAWP.

La Sección VIII no describe un método detallado para determinar la capacidad de alivio requerida en caso de incendio externo. El Apéndice M-14 del Código recomienda que se empleen los métodos descritos en la Referencia 3. Se dirige al estudiante a la Referencia 7 para un tratamiento excelente, incluidos ejemplos, de la metodología de la Práctica recomendada 520 de API (Referencia 3).

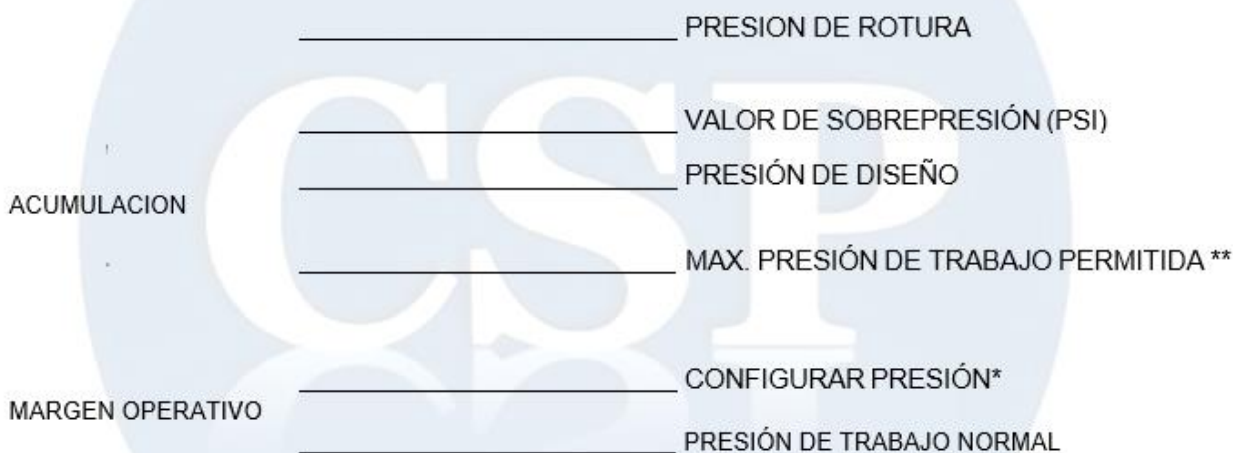
#### Determinación de la presión del punto de ajuste

El equipo de proceso debe diseñarse para presiones suficientemente más altas que la presión de trabajo real para permitir fluctuaciones de presión y picos de presión de operación normales. Para que el equipo de proceso no se dañe ni se rompa por presiones superiores a la presión de diseño, se instalan válvulas de alivio de presión para proteger el equipo. La presión de diseño de un recipiente a presión es el valor obtenido después de agregar un margen a la presión más severa esperada durante la operación normal a una temperatura coincidente. Dependiendo de la situación, este margen podría ser típicamente el máximo de 25 psig o 10%.

El punto de ajuste de una válvula de alivio de presión generalmente lo determina el MAWP. El punto de ajuste del dispositivo de alivio debe establecerse en o debajo de este punto. Cuando la válvula de alivio de presión que se utilizará tiene una presión establecida por debajo de 30 psig, el Código ASME especifica una sobrepresión máxima permitida de 3 psi.

Las válvulas de alivio de presión deben comenzar a abrirse a la presión de trabajo máxima permitida del equipo o por debajo de ella. Cuando se usan varias válvulas de alivio de presión en paralelo, una válvula debe establecerse en el MAWP o por debajo y las válvulas restantes pueden configurarse hasta un 5% sobre el MAWP. Al dimensionar para aplicaciones de válvulas múltiples, el área de alivio total requerida se calcula con una sobrepresión de 16% o 4 psi, lo que sea mayor.

A menudo prevalece mucha confusión porque hay tantos valores de presión posibles que existen simultáneamente para un proceso dado y una aplicación de válvula de alivio de presión. Puede ser útil ver estos valores gráficamente. Mire el diagrama en la Figura 2 a continuación. Las presiones se organizan en valor ascendente de abajo hacia arriba:



\* El código no permite que la PRESIÓN DE CONFIGURACIÓN supere el MAWP.

\*\* Dependiendo de la aplicación, este valor de presión puede ser simultáneamente la PRESIÓN DE CONFIGURACIÓN y / o la PRESIÓN DE DISEÑO

**FIGURA 2 – JERARQUÍA DE VALORES DE PRESIÓN**

### Consideraciones de contrapresión

La presión de retorno en la tubería aguas abajo afecta el tipo estándar de válvula de alivio de presión. No se debe permitir que la contrapresión acumulada variable exceda el 10% de la presión de ajuste de la válvula. Esta contrapresión variable ejerce su fuerza en la parte superior del soporte del disco sobre un

área aproximadamente igual al área del asiento. Esta fuerza más la fuerza del resorte de la válvula, cuando es mayor que la fuerza cinética del flujo de descarga, hará que la válvula se cierre. La válvula se abre a medida que aumenta la presión estática, solo para cerrarse nuevamente. A medida que se repite este ciclo, pueden producirse fuertes vibraciones, con el consiguiente daño a la válvula.



La presión estática en la línea de descarga de la válvula de alivio debe tenerse en cuenta al determinar la presión establecida. Si una contrapresión estática constante es mayor que la atmosférica, la presión de ajuste de la válvula de alivio de presión debe ser igual a la presión de ajuste teórica del proceso menos la presión estática en la tubería de descarga.

Las válvulas de alivio de presión convencionales se utilizan cuando la contrapresión es inferior al 10%. Cuando se sabe que la contrapresión superpuesta será constante, se puede usar una válvula convencional. Si el porcentaje de contrapresión está entre 10 y 40, se usa una válvula de seguridad de fuelle equilibrada. Las válvulas de alivio de presión operadas por piloto se usan normalmente cuando la contrapresión es más del 40% de la presión establecida o la presión de operación está cerca de la presión establecida de la válvula de alivio.

Si la contrapresión en las válvulas en servicio de gas y vapor excede la presión crítica (generalmente tomada como el 55% de la presión de entrada acumulada, absoluta), se debe aplicar el factor de corrección de flujo  $K_b$ . Si la contrapresión es menor que la presión crítica, generalmente no se requiere un factor de corrección.

#### Consideraciones de sobrepresión

Los factores de corrección de contrapresión no deben confundirse con el factor de corrección  $K_p$  que explica la variación en la capacidad de alivio de las válvulas de alivio en el servicio líquido que ocurre con el cambio en la cantidad de sobrepresión o acumulación. Los valores típicos de  $K_p$  varían de 0.3 para una sobrepresión de 0%, 1.0 para 25% y hasta 1.1 para una sobrepresión del 50%. Un análisis de regresión en los datos de rendimiento de un fabricante típico produjo las siguientes ecuaciones de correlación para  $K_p$ :

Para % de sobrepresión < 25,

$$K_p = 0.0014 (\% \text{ sobrepresión})^2 + 0.073 (\% \text{ sobrepresión}) + 0.016 \quad (1)$$

Para 25 " % sobrepresión < 50,

$$K_p = 0.00335 (\% \text{ sobrepresión}) + 0.918 \quad (2)$$

#### Determinación del área efectiva del orificio

Una vez que se ha establecido la presión y la tasa de alivio para un recipiente o tubería en particular, se puede determinar el tamaño requerido del orificio de la válvula de alivio de presión o el área efectiva. Las fórmulas de dimensionamiento en este curso se pueden usar para calcular el área efectiva requerida de una válvula de alivio de presión que fluirá el volumen requerido de fluido del sistema en condiciones de alivio anticipadas. El tamaño y el estilo de válvula apropiados pueden seleccionarse luego con un área de descarga real igual o mayor que el área efectiva requerida calculada. La industria ha estandarizado el tamaño de los orificios de las válvulas y los ha identificado con letras de D a T que tienen áreas de 0.110 in<sup>2</sup> a 26.0 in<sup>2</sup> respectivamente. Las designaciones de orificio de boquilla estándar y sus áreas de descarga correspondientes se dan en la Tabla 1.

ÁREAS DE ORIFICIO DE	
Designación de tamaño	Área del orificio, in <sup>2</sup>
D	0.1
E	0.1
F	0.3
G	0.5
H	0.7
J	1.2
K	1.8
L	2.8
M	3.6
N	4.3
P	6.3
Q	11.0
R	16.0
T	26.0

**TABLA 1 - DATOS DE ORIFICIO DE BOQUILLA ESTÁNDAR**

Existen varios métodos alternativos para llegar al tamaño adecuado. Si la aplicación del fluido del proceso es vapor, aire o agua y la válvula de alivio de presión se descarga a la atmósfera, se puede consultar la literatura del fabricante. Estas publicaciones contienen tablas de capacidad para las diversas válvulas del fabricante para los fluidos que se acaban de mencionar a las presiones establecidas más varios valores de sobrepresión. Dada la gran cantidad de tablas que generalmente se presentan, se debe tener precaución para usar la tabla adecuada. Con una consideración cuidadosa, la utilidad de las tablas se puede ampliar haciendo los ajustes adecuados a través de factores de corrección para la relación de calor específica, temperatura, peso molecular, gravedad específica, pérdidas por presión de fricción de las tuberías de entrada y salida y viscosidad del fluido. Este escritor no recomienda esta extrapolación de las tablas estándar.

**EJEMPLO 1 (Aplicación de vapor)**

Dado :

Fluido: Vapor saturado requerido Capacidad:  
40,000 lb/hr  
Configurar presión: 140 psig  
Sobrepresión: 10% (o 14 psig)  
Contrapresión: Atmosférica  
Temperatura de alivio de entrada: Temperatura de saturación  
Peso Molecular: 18

Encuentre: el orificio estándar de XYZ Valve Company para esta aplicación.

Solución: Consulte la Figura 3 y descubra que se requiere un orificio "P", que tendrá una capacidad de 53,820 lb / h.

**LA COMPAÑÍA DE VÁLVULAS XYZ**

**Aprobado: API-ASME y ASME**  
**Códigos de recipientes a presión**

**Certified: National Board of Boiler**  
**and Pressure Vessel Inspectors**

Capacidad en libras por hora de vapor saturado a presión establecida más 10% de sobrepresión

Set Press (psig)	DESIGNACIÓN DE ORIFICIO													
	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	T
10	141	252	395	646	1009	165	10	3666	4626	5577	8198	14200	20550	33410
20	202	360	563	923	1440	2362	3373	5235	6606	7964	11710	20280	29350	47710
30	262	467	732	1200	1872	3069	4384	6804	8586	10350	15220	26350	38200	62010
40	323	575	901	1476	2304	3777	5395	8374	10570	12740	18730	32430	47000	76310
50	383	683	1070	1753	2736	4485	6405	9943	12550	15120	22230	38510	55800	90610
60	444	791	1939	9030	3167	5193	7416	11510	14530	17510	25740	44590	64550	104900
70	504	899	1408	2306	3599	5901	8427	13080	16510	19900	29250	50660	73400	119200
80	565	1005	1576	2583	4031	6609	9438	14650	18490	22290	32760	56740	82100	133500
90	625	1115	1745	2860	4463	7317	10450	16220	20470	24670	36270	69890	90900	147800
100	686	1220	1914	3136	4894	8024	11460	17790	22450	27060	39780	68900	99700	162110
120	807	1440	2252	2690	5758	9440	13480	20930	26410	318300	46800	81050	117000	190710
140	998	1655	2590	4943	6621	10860	15550	24070	30370	36610	53290	93210	135000	
160	1050	1870	2927	4796	7485	12270	17530	27200	34330	41380	60830	105400	152500	
180	1170	2085	3265	5349	8348	136900	19550	30340	38290	46160	67850	117500	170000	
200	1290	2300	36030	5903	9212	15100	21570	33480	42250	50930	74870	129700	188000	
220	1410	2515	3940	6456	10080	16520	23590	36620	46210	55700	81890	141800	205500	
240	1535	2730	4278	7009	10940	17930	25610	39760	50170	60480	88910	154000	223000	
260	1655	2945	4616	7563	11800	19350	27630	49890	54130	65250	95920	166100	240500	
280	1775	3160	4953	8116	12670	20770	29660	46030	58090	70030	102900	178300	258000	
300	1895	3380	5291	8669	13530	22180	31680	49170	62050	74800	110000	190400	276000	
320	2015	3595	5629	9223	14390	23600	33700	52310	66010	79570	117000	202600		
340	2140	3810	5967	9776	15260	25010	35720	55450	69970	84350	124000	214800		
360	2260	4025	6304	10330	16120	26430	37740	58590	73930	89120	131000	226900		
380	2380	4240	6642	10880	16980	27840	39770	61720	77890	93900	138000	239100		
400	2500	4455	6980	1440	17850	29260	41790	64860	81850	98670	145100	251200		
420	2620	4670	7317	11990	18710	30680	43810	68000	85810	103400	152100	263400		
440	2745	4885	7655	12400	19570	32090	45830	71140	89770	108200	159100	275500		
460	2865	5105	7993	13100	20440	33510	47850	74280	93730	113000	166100	287700		
480	2985	5320	8330	13650	21300	34920	49870	77420	97690	117800	173100	299800		
500	3105	5535	8668	14200	22160	36340	51900	80550	101600	122500	180100	312000		
550	3410	6075	9512	15590	24390	39880	56950	88400	111500	134500	197700	343400		
600	3710	6610	103600	169700	26480	43490	62000	96250	121400	146400	215200	372800		
650	4015	7150	11200	18350	28640	46960	67060	104100	131300	158300	232800			
700	4315	7690	12050	19740	30800	50500	72110	111900	141200	170300	250300			
750	4620	8230	128900	21120	32960	54030	77170	119800	151100	182200	267900			

**FIGURA 3 - TABLA DE CAPACIDAD TÍPICA HIPOTÉTICA**

La mayoría de los principales fabricantes de válvulas de alivio de presión también ofrecen software de dimensionamiento. Aunque no es un respaldo, dos de estos productos son SizeMaster Mark IV de Farris Engineering y Crosby-Size comercializado por The Crosby Valve Company. El software de dimensionamiento de válvulas de alivio de presión es ilimitado en su capacidad de aceptar una gran variabilidad en las propiedades del fluido y, por lo tanto, es extremadamente versátil.

Cuando las tablas estándar no son aplicables o el software no está disponible, el ingeniero queda relegado al cálculo manual para determinar el tamaño. El tamaño de orificio requerido (área efectiva) se puede calcular con las siguientes fórmulas:

Vapores o gases,

$$A = \frac{W \sqrt{TZ}}{CKP_1 K_b \sqrt{M}} \quad (3)$$

Vapor,

$$A = \frac{W}{51.5 P_1 K_n K_{sh}} \quad (4)$$

Líquidos,

$$A = \frac{Q \sqrt{G}}{27.2 K_p K_w K_v \sqrt{P}} \quad (5)$$

Se deben usar versiones personalizadas del fabricante de la Ecuación 5 cuando estén disponibles. Por lo general, modifican la ecuación presentada para reflejar los coeficientes reales de descarga (Kd) según las pruebas de certificación de capacidad ASME requeridas. En algunos casos, la variable Kp puede estar ausente. La fórmula presentada para gases y vapores se basa en leyes de gases perfectas. Sin embargo, muchos gases y vapores reales se desvían de un gas perfecto. El factor de compresibilidad Z se utiliza para compensar las desviaciones de gases reales del gas ideal. En el caso de que no se pueda determinar el factor de compresibilidad para un gas o vapor, se usa comúnmente un valor conservador de  $Z = 1$ . Los valores de Z basados en consideraciones de temperatura y presión están disponibles en la literatura abierta.

Las ecuaciones estándar enumeradas anteriormente pueden no tener plenamente en cuenta el efecto de la contrapresión en la capacidad de la válvula. La capacidad de las válvulas de alivio de presión de diseño convencional se reducirá notablemente si la contrapresión es superior al 10% de la presión establecida. Por ejemplo, una contrapresión del 15% de la presión establecida puede reducir la capacidad hasta en un 40%. Las capacidades de las válvulas de fuelle con discos equilibrados no se ven afectadas por la contrapresión hasta que alcanza del 40 al 50% de la presión establecida.

La ecuación 4 se basa en la fórmula empírica de Napier para el flujo de vapor. Los factores de corrección se incluyen para tener en cuenta los efectos del sobrecalentamiento, la contrapresión y el flujo subcrítico. ASME requiere un factor de corrección adicional Kn cuando la presión de alivio (P1) es superior a 1,500 psia:

$$K_n = \frac{0.1906 P_1}{0.2292 P_1} = \frac{1000}{1061} \quad (6)$$

EJEMPLO 2 (Verificación de cálculo manual del Ejemplo 1)

Dado: Las mismas condiciones y propiedades de fluido que en el Ejemplo 1

Buscar: el orificio estándar del tamaño correcto para cumplir con los requisitos dados.

Solución:

(1) Debido a que el vapor está saturado y la presión establecida <1,500 psia,  $K_{sh} = 1.0$  y  $K_n = 1.0$

(2) Calcule un área efectiva de orificio usando la Ecuación 4:

$$A = \frac{W}{51.5 P_1 K_n K_{sh}} = \frac{40000}{(51.5)(140)(14)(14.7)(0.975)(1)(1)} = 4.72 \text{ in}^2$$

(3) En la Tabla 1, encuentre la designación de orificio estándar más pequeña que tenga un área igual o mayor que A.

(4) Seleccione un orificio "P" con un área real igual a 6.38 in<sup>2</sup>.

EJEMPLO 3 (Aplicación de gas / vapor) (consulte la Tabla 2 en la página siguiente)

Dado :

<u>Líquido:</u>	Vapor saturado de amoníaco
Capacidad requerida:	15,000 lb/hr
Presión establecida:	325 psig (contrapresión constante de 15psig deducida)
Sobrepresión:	10%
Contrapresión:	15 psig (constante)
Temp de alivio de entrada:	NH <sub>3</sub> temperatura de saturación @ P <sub>1</sub> (138°F)
Peso molecular:	17

Buscar: el orificio estándar del tamaño correcto para cumplir con los requisitos dados.

Solución:

(1) Determine de la Tabla 2 que NH<sub>3</sub> tiene una constante de boquilla de  $C = 347$ .

(2) Debido a que la contrapresión es <40% de la presión establecida, suponga  $K_b = 1.0$

(3) Asumir que NH<sub>3</sub> es un gas ideal,  $Z = 1.0$

(4) Calcule un área efectiva de orificio usando la Ecuación 3:

$$A = \frac{W \sqrt{TZ}}{CKP_1 K_b \sqrt{M}} = \frac{15000 \sqrt{(138 + 460)(1)}}{(347)(0.975)(325 - 32.5)(14.7)(1) \sqrt{17}} = 0.707 \text{ in}^2$$

(5) (5) En la Tabla 1, encuentre la designación de orificio estándar más pequeña que sea igual o mayor que A.

(6) Seleccione un orificio "H" con un área real igual a 0.785 in<sup>2</sup>.

Gas or Vapor	Molecular Weight M	Ratio of Specific Heats k (14.7 psia)	Coefficient C'	Specific Gravity	Critical Pressure psia	Critical Temp. (°R) (°F+460)
Acetylene	26.04	1.25	342	0.899	890	555
Air	28.97	1.40	356	1.000	547	240
Ammonia	17.03	1.30	347	0.588	1638	730
Argon	39.94	1.66	377	1.379	706	272
Benzene	78.11	1.12	329	2.696	700	1011
N-Butane	58.12	1.18	335	2.006	551	766
Iso-Butane	58.12	1.19	336	2.006	529	735
Carbon Dioxide	44.01	1.29	346	1.519	1072	548
Carbon Disulphide	76.13	1.21	338	2.628	1147	994
Carbon Monoxide	28.01	1.40	356	0.967	507	240
Chlorine	70.90	1.35	352	2.447	1118	751
Cyclohexane	84.16	1.08	325	2.905	591	997
Ethane	30.07	1.19	336	1.038	708	550
Ethyl Alcohol	46.07	1.13	330	1.590	926	925
Ethyl Chloride	64.52	1.19	336	2.227	766	829
Ethylene	28.03	1.24	341	0.968	731	509
Freon 11	137.37	1.14	331	4.742	654	848
Freon 12	120.92	1.14	331	4.174	612	694
Freon 22	86.48	1.18	335	2.985	737	665
Freon 114	170.93	1.09	326	5.900	495	754
Helium	4.02	1.66	377	0.139	33	10
N-Heptane	100.20	1.05	321	3.459	397	973
Hexane	86.17	1.06	322	2.974	437	914
Hydrochloric Acid	36.47	1.41	357	1.259	1198	584
Hydrogen	2.02	1.41	357	0.070	188	60
Hydrogen Chloride	36.47	1.41	357	1.259	1205	585
Hydrogen Sulphide	34.08	1.32	349	1.176	1306	672
Methane	16.04	1.31	348	0.554	673	344
Methyl Alcohol	32.04	1.20	337	1.106	1154	924
Methyl Butane	72.15	1.08	325	2.491	490	829
Methyl Chloride	50.49	1.20	337	1.743	968	749
Natural Gas (Typical)	19.00	1.27	344	0.656	671	375
Nitric Oxide	30.00	1.40	356	1.036	956	323
Nitrogen	28.02	1.40	356	0.967	493	227
Nitrous Oxide	44.02	1.31	348	1.520	1054	557
N-Octane	114.22	1.05	321	3.943	362	1025
Oxygen	32.00	1.40	356	1.105	737	279
N-Pentane	72.15	1.08	325	2.491	490	846
Iso-Pentane	72.15	1.08	325	2.491	490	829
Propane	44.09	1.13	330	1.522	617	666
Sulfur Dioxide	64.04	1.27	344	2.211	1141	775
Toluene	92.13	1.09	326	3.180	611	1069

CUADRO 2 - PROPIEDADES TÍPICAS DE LOS GASES

### Consideraciones de tuberías de entrada y salida

Si bien el diseño detallado o el análisis de tensiones de las tuberías de entrada y salida de las válvulas de alivio de presión no están dentro del alcance de este curso, vale la pena mencionar algunas consideraciones importantes:

La operación satisfactoria de una válvula de alivio de presión requiere que se monte verticalmente, preferiblemente en una boquilla en la parte superior de un recipiente o en una conexión en T en la parte superior de una tubería. El tamaño mínimo de la tubería de entrada debe ser igual en tamaño a la válvula de alivio de presión; la longitud debe minimizarse para reducir la caída de presión y los momentos de flexión resultantes del empuje de reacción desarrollado a partir del fluido de descarga. Una regla general es diseñar la tubería de entrada de modo que la caída de presión total en la tubería de entrada no exceda el 3% de la presión de ajuste de la válvula. Cuando se instala una única válvula de alivio de presión para proteger varios recipientes, la tubería de conexión entre estos recipientes debe tener un tamaño adecuado para mantener la caída de presión dentro de estos límites.

El tipo de tubería de descarga seleccionada dependerá en gran medida de la naturaleza peligrosa del servicio y del valor del material que podría perderse en un evento de descarga. Para el servicio de aire o gas no peligroso, la tubería de descarga normalmente se dirige verticalmente y se extiende de tal manera que no presente un problema de seguridad. Los codos de descarga equipados con líneas de drenaje se usan normalmente en servicios de vapor y vapor. La descarga de vapor de estos codos se dirige a un tubo ascendente de mayor diámetro que está soportado independientemente.

La tubería de descarga debe extenderse verticalmente hacia abajo hasta un drenaje adecuado para el servicio de líquidos no peligrosos. Se requiere un sistema de tuberías de descarga cerrado para servicios peligrosos o para servicios que involucran productos químicos costosos. Los sistemas de recolección para estas categorías de fluidos pueden consistir en una cantidad considerable de tuberías con numerosas válvulas de alivio de presión que se descargan en un colector común. La caída de presión a través de este tipo de sistema de tuberías debe calcularse con precisión, teniendo en cuenta el hecho de que pueden ocurrir eventos de descarga simultáneos. Los métodos clásicos para la determinación de la caída de presión pueden emplearse tanto para la disposición de tuberías de entrada como de salida. Los valores para la densidad, velocidad y viscosidad del fluido de descarga deben basarse en la presión y temperatura promedio del componente de tubería respectivo.

La formación de hidratos, polimerización y solidificación de fluidos en las tuberías de la válvula de alivio de presión podría ser una preocupación adicional. Una regla general es diseñar la tubería de descarga de manera que la caída de presión total en la tubería de salida no exceda el 10% de la presión de ajuste de la válvula.

Los soportes para la tubería de la válvula de alivio de presión deben diseñarse para minimizar la transferencia de cargas de tubería al cuerpo de la válvula. Se debe tener en cuenta la expansión de la tubería en casos de servicio a alta temperatura; El desplazamiento de la válvula debido a la expansión térmica puede causar fugas en la válvula o un funcionamiento defectuoso.

La presión interna, las cargas muertas, las expansiones térmicas, el empuje de reacción, las fuerzas dinámicas resultantes y las tensiones de flexión resultantes debido a la descarga de fluido se ejercerán en las curvas y codos de entrada y salida de la válvula de alivio de presión.

#### Consideraciones Adicionales:

1. Diseñe la tubería de descarga con limpiezas para evitar obstrucciones internas.
2. Pruebe la tubería hidrostáticamente al 150% de la presión máxima anticipada del sistema de descarga.
3. Proporcione cubiertas o gorras para evitar la intrusión y acumulación de lluvia o la entrada de pájaros o roedores
4. Diseñe la tubería para que sea autodrenante.

### Consideraciones sobre fluidos viscosos

Un fluido viscoso, es decir, un fluido cuya viscosidad es mayor de 150 centipoise (cP) es: 1. Determine un tamaño de orificio de válvula de alivio de presión requerido preliminar (área efectiva) descontando los efectos de la viscosidad. Esto se realiza utilizando la fórmula estándar de dimensionamiento de líquidos y configurando el factor de corrección de viscosidad  $K_v = 1.0$ . Seleccione la designación de letra de tamaño de orificio estándar que tenga un área real igual o mayor que esta área efectiva. Siguiendo la fórmula:

2. Use el área real del orificio viscoso de tamaño de prueba para calcular un número de Reynolds ( $R_{NE}$ ) usando el

$$R_{NE} = \frac{2800 G Q}{A}$$

3. Use el número de Reynolds calculado en el Paso 2 para calcular un factor de corrección de viscosidad  $K_v$  de las siguientes ecuaciones:

Para  $R_{NE} < 200$ ,

$$K_v = 0.27 \ln R_{NE} + 0.65 \quad (8)$$

Para  $200 < R_{NE} < 10,000$ ,

$$K_v = 0.00777 (\ln R_{NE})^2 + 0.165 \ln R_{NE} + 0.128 \quad (9)$$

4. Determine un área efectiva requerida corregida del orificio de la válvula de alivio de presión utilizando la fórmula estándar de dimensionamiento de líquidos y el valor de  $K_v$  determinado en el paso 3.
5. Compare el área efectiva corregida determinada en el Paso 4 con el área de orificio real elegida en el Paso 1. Si el área efectiva corregida es menor que el área de prueba real asumida en el Paso 1, entonces el tamaño de prueba viscoso inicial asumido en el Paso 1 es aceptable. Repita este proceso iterativo hasta encontrar un tamaño aceptable.

### EJEMPLO 4 (Aplicación de líquido viscoso)

#### Dado :

Fluido:	No. 6 Fuel Oil
Capacidad requerida:	1,200 gal/min
Config. Presión:	150 psig
Sobrepresión:	10%
Contrapresión:	Atmosferica relativa
Temperatura:	60°F
Viscosidad dinámica:	850 cP
Gravedad específica:	0.993

Buscar: el orificio estándar del tamaño correcto para cumplir con los requisitos dados.

#### Solución:

- (1) Como la sobrepresión es  $< 25\%$ , determine el factor de corrección  $K_p$  de la ecuación 1:



$$K_p \quad 0.0014(\% \text{ sobrepresión})^2 \quad 0.073(\% \text{ sobrepresión}) \quad 0.016$$

$$0.0014(10)^2 \quad 0.073(10) \quad 0.016 \quad 0.61$$

(2) Seleccione un tamaño de prueba de orificio configurando  $K_v = 1.0$  y usando la ecuación 5. Desde la contrapresión = 0, entonces  $K_w = 1.0$ :

$$\frac{Q\sqrt{G}}{A} = \frac{1,200\sqrt{0.993}}{(27.2)(0.61)(1.0)(1.0)\sqrt{1500}} \quad 5.89 \text{ in}^2$$

(3) De la Tabla 1 se puede ver que una designación de tamaño de orificio "P" con un área real de 6.38 in<sup>2</sup> debe ser usado.

(4) Usando el área del orificio "P", calcule el número de Reynolds usando la Ecuación 7:

$$R_{NE} = \frac{2800 G Q}{A} = \frac{(2800)(0.993)(1200)}{(850)(6.38)} \quad 615$$

(5) Ya que  $R_{NE} > 200$ , use la ecuación 9 y calcule un factor de corrección de viscosidad

$$K_v; K = 0.00777(\ln R_{NE}^2 - 0.165 \ln R_{NE} - 0.128)$$

$$(0.00777)(6.422)^2 - (0.165)(6.422) - 0.128 \quad 0.87$$

(6) Calcule un área efectiva de orificio corregido en función del valor ahora conocido de  $K_v$ :

$$\frac{Q\sqrt{G}}{A} = \frac{1,200\sqrt{0.993}}{(27.2)(0.61)(1.0)(0.87)\sqrt{1500}} \quad 6.76 \text{ in}^2$$

(7) Desde el área efectiva del orificio corregido (6.76 in<sup>2</sup>) es mayor que el área de orificio de prueba seleccionada (6.38 in<sup>2</sup>), El orificio "P" es inaceptable. Seleccione el siguiente orificio de mayor tamaño (Q) con un área de 11.05 in<sup>2</sup> para esta aplicación viscosa.

### Consideración de flujo de dos fases

En los últimos años, las metodologías utilizadas originalmente para determinar las áreas de orificio de la válvula de alivio de presión han sido objeto de un escrutinio creciente. La investigación sobre los códigos y prácticas de diseño actuales para válvulas de alivio de presión ha demostrado que los métodos de cálculo comúnmente aplicados pueden subestimar la capacidad de alivio. Se están desarrollando modelos más nuevos, teóricamente más sólidos. Debido a que el flujo de líquido intermitente (dos fases) es tan común en las industrias de procesos químicos, este tema está a la vanguardia del esfuerzo de desarrollo.

El flujo que ocurre en una válvula de alivio de presión es complejo. Para seleccionar un modelo apropiado, se deben considerar una serie de factores, tales como patrones de flujo, distribución de fase, condiciones de flujo y propiedades del fluido con respecto a la naturaleza del fluido. Hay una amplia variedad de modelos teóricos que se aplican al flujo de dos fases. Cada modelo tiene limitaciones y, si bien un modelo en particular puede funcionar bien bajo ciertas condiciones, puede no ser aplicable en otros. En algunos procesos especiales, incluso se ha determinado que un flujo bifásico es en realidad trifásico, es decir, flujo sólido, líquido y gaseoso.

Debido a que el flujo bifásico generalmente tiene una capacidad de flujo disminuida en comparación con el flujo monofásico, a menudo se requiere un área de orificio de alivio mayor para el flujo bifásico. La tecnología de dimensionamiento que ya no se considera adecuada o apropiada puede ser problemática. El sobredimensionamiento puede ser tan perjudicial como el sobredimensionado. El sobredimensionamiento de una válvula de alivio de presión con flujo bifásico puede tener consecuencias peligrosas. El exceso de líquido que parpadea en el lado aguas abajo de una válvula de alivio de presión de gran tamaño puede causar la acumulación de contrapresión hasta el punto en que la función del dispositivo de alivio se ve afectada. El resultado podría ser una falla catastrófica de la vasija.

Una investigación reciente realizada por el Instituto de Diseño de Sistemas de Alivio de Emergencia (DIERS) de AIChE ha indicado que el método API de dimensionar las válvulas de alivio de presión para flujo de dos fases conduce a válvulas de menor tamaño en comparación con los modelos de equilibrio homogéneo (HEM) bajo ciertas condiciones. El HEM trata la mezcla de flujo intermitente de dos fases de forma muy parecida a un gas compresible clásico mientras experimenta una expansión adiabática con equilibrio termodinámico en ambas fases. El HEM produce estimaciones conservadoras de la capacidad de flujo en una válvula de alivio de presión.

## RESUMEN

La adecuación de cualquier sistema de alivio de seguridad está sujeta a ciertas condiciones que son la base principal del diseño. La determinación de la capacidad de alivio requerida correcta es a menudo el paso más obtuso en el proceso de diseño. Por esta razón, el conocimiento de la sofisticada probabilidad de falla y las técnicas de evaluación, como el análisis del árbol de fallas, son importantes para tomar decisiones correctas con respecto a la severidad del trastorno del proceso. Si bien los métodos cansados y verdaderos para el dimensionamiento de la válvula de alivio de presión son probablemente adecuados y, en general, producen resultados conservadores, se debe considerar un mayor conocimiento en el campo de la hidráulica de dos fases, resaltado por el trabajo de prueba y la información publicada por grupos como los DIERS de AIChE. Diseño de un sistema de alivio de presión.

Las válvulas de alivio de presión deben diseñarse para proteger pasivamente contra un conjunto predeterminado de condiciones de "peor caso" y deben instalarse para reaccionar a estas condiciones independientemente de las actividades de operación diarias.

Para cada equipo que requiera protección contra sobrepresión, se debe definir un peor escenario creíble. Para una embarcación determinada, pueden existir varios escenarios plausibles, desde incendios externos hasta diversas contingencias operativas, como condiciones de sobrellenado o hinchamiento de la embarcación. Se supone que la sobrepresión del sistema es causada por el escenario de control. La mayoría de los escenarios de control están cargados de supuestos conservadores que nunca se logran en condiciones de funcionamiento reales. Es la tasa de alivio del escenario de control que dicta el tamaño de la válvula de alivio de presión. Si se dimensiona correctamente, la válvula de alivio de presión debe tener suficiente capacidad de descarga para evitar que la presión en el recipiente a presión aumente un 10% por encima de su presión de trabajo máxima permitida.

Además de los líquidos, el alcance de este curso se ha limitado a todo el flujo de vapor. Es aplicable cuando se sabe que solo habrá vapor presente o cuando se supone que la porción líquida se evapora completamente. Cuando hay flujo mixto y se conoce la cantidad de masa total (tasa de flujo), un modelo de todo vapor debería producir resultados conservadores. Puede ser prudente ser conservador dada la incertidumbre de los modelos de predicción de dos fases.

## RECURSOS ADICIONALES

El estudiante debe leer / revisar los párrafos de referencia 2 UG-125 a UG-137 al diseñar sistemas de alivio de presión y selección y dimensionamiento de válvulas de alivio de presión.

The American Society of Mechanical Engineers  
United Engineering Center  
345 East 47<sup>th</sup> Street  
New York, NY 10017  
www.asme.org

American Petroleum Institute  
2101 L Street Northwest  
Washington, DC 20037  
www.api.org

## GLOSARIO

Esta sección contiene definiciones comunes y estándar relacionadas con las válvulas de alivio de presión. Está de acuerdo con la terminología generalmente aceptada.

**acumulación:** un aumento de presión sobre la presión de trabajo máxima permitida (MAWP) del equipo que se protege, durante la descarga a través de la válvula de alivio de presión, generalmente expresada como un porcentaje de MAWP. Comparar con sobrepresión.

**área de descarga real:** el área neta de un orificio seleccionado que dicta la capacidad de alivio de la válvula de alivio de presión.

**contrapresión:** la presión estática existente en la salida de una válvula de alivio de presión debido a la presión en el sistema de descarga.

**válvula de alivio de seguridad equilibrada:** una válvula de alivio de presión que incorpora medios para minimizar el efecto de la contrapresión en las características operativas (presión de apertura, presión de cierre y capacidad de alivio).

**purga:** la diferencia entre la presión de elevación real de una válvula de alivio de presión y la presión de reposo real expresada como un porcentaje de la presión establecida.

**presión de purga:** el valor de disminuir la presión estática de entrada a la que no se detecta más descarga en la salida de una válvula de alivio de presión después de que la válvula haya sido sometida a una presión igual o superior a la presión de elevación.

**contrapresión acumulada:** presión existente en la salida de una válvula de alivio de presión causada por el flujo a través de esa válvula en particular hacia un sistema de descarga.

**parloteo:** movimiento alternativo rápido y anormal de las partes móviles de una válvula de alivio de presión en la que el disco entra en contacto con el asiento.

**presión de cierre:** el valor de la disminución de la presión estática de entrada a la que el disco de la válvula restablece el contacto con el asiento o en el que la elevación se vuelve cero.

**coeficiente de descarga:** la relación entre la capacidad de alivio medida y la capacidad de alivio teórica.

**contrapresión constante:** una contrapresión superpuesta que es constante con el tiempo.

**válvula de alivio de seguridad convencional:** una válvula de alivio de presión que tiene su carcasa de resorte ventilada del lado de descarga de la válvula.

Las características operativas (presión de apertura, presión de cierre y capacidad de alivio) se ven directamente afectadas por los cambios en la contrapresión en la válvula.

**presión de diseño:** el valor seleccionado para el diseño del equipo para la condición más severa de presión y temperatura coincidentes esperadas en la operación normal, con un margen adecuado por encima de estas condiciones de operación para permitir la operación de la válvula de alivio de presión. La presión de diseño generalmente se convierte en la presión de trabajo máxima permitida.

**área de descarga:** *vea el área de descarga real.*

**Área de descarga efectiva:** un área de flujo nominal o calculada a través de una válvula de alivio de presión, en contraste con el área de descarga real. Para uso en fórmulas de flujo reconocidas para determinar la capacidad requerida de una válvula de alivio de presión.

**capacidad de flujo:** *consulte la capacidad de alivio nominal.*

**presión de caudal:** la presión estática de entrada a la que se mide la capacidad de alivio de una válvula de alivio de presión.

**tamaño de entrada :** el tamaño nominal de la tubería de entrada de una válvula de alivio de presión, a menos que se indique lo contrario.

**elevación:** el recorrido real del disco lejos de la posición cerrada cuando una válvula se está liberando.

**presión de trabajo máxima permitida:** (1) la presión determinada al emplear los valores de tensión permitidos de los materiales utilizados en la construcción del equipo. Es el valor mínimo de valor de presión permisible encontrado para cualquier componente de una pieza de equipo para una temperatura dada. Es posible que el equipo no funcione por encima de esta presión y, en consecuencia, es la presión más alta a la que la válvula de alivio de presión primaria está configurada para abrirse. (2) la presión manométrica máxima permitida en la parte superior de un recipiente a presión en su posición de funcionamiento normal a la temperatura coincidente designada especificada para esa presión.

**constante de la boquilla, coeficiente de la boquilla:** una variable en la fórmula estándar de dimensionamiento de gases y vapores que depende de la relación de calor específica del fluido. Ver ecuación 6, Figura 2, o Tabla 8.

**presión de funcionamiento:** la presión de servicio a la que generalmente se somete un equipo.

**área del orificio:** *vea el área de descarga real.*

**tamaño de salida:** el tamaño nominal de la tubería de salida de una válvula de alivio de presión, a menos que se indique lo contrario.

**sobrepresión:** un aumento de presión sobre la presión establecida de una válvula de alivio de presión, que generalmente expresa un porcentaje de la presión establecida. Comparar con la acumulación.

**Válvula de alivio de presión operada por piloto:** una válvula de alivio de presión en la que el dispositivo de alivio principal se combina con una válvula de alivio de presión autoactivada y se controla con ella.

**Válvula de alivio de presión:** un término genérico para un dispositivo de alivio de presión con resorte de cierre que está diseñado para abrirse para aliviar el exceso de presión hasta que se hayan restablecido las condiciones normales.

**capacidad de alivio nominal:** la parte de la capacidad de alivio medida permitida por el código de regulación aplicable que se utilizará como base para la aplicación de una válvula de alivio de presión.

**Válvula de alivio:** una válvula de alivio de presión accionada por presión estática de entrada y que tiene una elevación gradual generalmente proporcional al aumento de presión sobre la presión de apertura. Se utiliza principalmente para servicio líquido.

**Alivio de la presión:** ajuste la presión más la sobrepresión.

**Válvula de seguridad:** una válvula de alivio de presión accionada por presión estática de entrada y caracterizada por una apertura rápida o acción de apertura. Normalmente se usa para servicio de vapor y aire.

**Válvula de alivio de seguridad:** una válvula de alivio de presión caracterizada por una apertura rápida o acción de apertura, o por apertura proporcional al aumento de presión sobre la presión de apertura, según la aplicación. Se puede usar en aplicaciones de líquido o fluido compresible según la configuración.

**presión establecida:** el valor de aumentar la presión estática de entrada a la que una válvula de alivio de presión comienza a abrirse.

**contrapresión superpuesta:** la presión estática existente en la salida de una válvula de alivio de presión en el momento en que se requiere que la válvula funcione. Es el resultado de la presión en el sistema de descarga de otras fuentes.

## REFERENCIAS

1. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, *Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals*, 29 CFR 1910.119, February 24, 1992.
2. American Society of Mechanical Engineers, *ASME Boiler and Pressure Vessel Code*, Section VIII, *Pressure Vessels*, Division 1, ASME, New York, 2001 plus addenda.
3. American Petroleum Institute, *API Recommended Practice 520, Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries*, Part I, *Sizing and Selection*, API, Washington D.C., 2000.
4. Fisher, H.G., *et al.*, *Emergency Relief System Design Using DIERS Technology*, AIChE's Design Institute for Emergency Relief Systems, DIERS, AIChE, New York, 1992.
5. Quoc-Khanh, Tran and Reynolds, Melissa, *Sizing of Relief Valves for Two-Phase Flow in the Bayer Process*, Kaiser Engineers PTY Limited, Perth, Western Australia, 2002.
6. Hauptmanns, Ulrich and Yllera, Javier, *Fault-tree Evaluation by Monte Carlo Simulation*, *Chemical Engineering magazine*, January 10, 1983.
7. Crosby® Engineering Handbook Technical Publication No. TP-V300, *Pressure Relief Valve Engineering Handbook*, Crosby Valve Company, Somewhere, somedate.
8. The Crane Company Technical Paper No. 410, *Flow of Fluids through Valves, Fittings, and Pipe*, 25<sup>th</sup> printing, 1991.
9. Blackwell, Wayne W., *Calculating Two-phase Pressure Drop*, *Chemical Engineering magazine*, September 7, 1981, pp. 121-125.