

# CONSIDERACIONES PARA UN ADECUADO DIMENSIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD DE UN RECIPIENTE SOMETIDO A PRESIÓN.

**CONSIDERACIONES PARA UN ADECUADO DIMENSIONAMIENTO**  
DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD DE UN RECIPIENTE SOMETIDO A PRESIÓN.

Ing. Miguel Camus Bustos.  
Sección Tecnologías del Trabajo.  
Subdepartamento Seguridad y Tecnologías en el Trabajo.  
Departamento Salud Ocupacional.  
Instituto de Salud Pública de Chile.  
Agosto 2016.

---

# CONSIDERACIONES PARA UN ADECUADO DIMENSIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD DE UN RECIPIENTE SOMETIDO A PRESIÓN.

---

## 1. INTRODUCCIÓN.

Un recipiente sometido a presión debe ser diseñado y construido bajo estrictas normas de fabricación considerando aspectos tales como: espesor del material, tipo de material para su fabricación, tipo de soldadura, calificación del soldador, tipo de fluido a contener, configuración geométrica, etc.

Todo recipiente **sometido** a presión debe contar con algún dispositivo de seguridad que permita proteger al (o los) operadores y al equipo mismo, de una eventual sobre presión que sea superior a la capacidad estructural del recipiente.

A menudo se tiende a confundir los elementos de seguridad con los elementos o accesorios de control automático. Un elemento o accesorio de control automático es aquel dispositivo que permite controlar alguna variable del proceso tal como la temperatura, la presión, flujo, etc. incluso establecer límites máximos para cada parámetro a controlar, (temperatura máxima, presión máxima, flujo máximo).

Sin embargo, un dispositivo de seguridad (válvula de seguridad) es aquel elemento que se pondrá en funcionamiento bajo una situación extrema de sobrepresión, en el momento en que todos elementos de control automáticos, por alguna causa, no actúen o fallen.

Cuando una situación como la descrita anteriormente se presenta, cobra vital relevancia el adecuado dimensionamiento de la válvula de seguridad.

## 2. OBJETIVOS.

Dar a conocer los principales parámetros de diseño, para un adecuado dimensionamiento de una válvula de seguridad, considerando que ésta, en algunos casos, es el único elemento que otorgará protección a los equipos y a las personas.

## 3. DEFINICIONES.

**Válvula de seguridad:** Dispositivo empleado para evacuar el caudal de fluido necesario de tal forma que no se sobrepase la presión máxima de trabajo del elemento protegido. También llamada presión de “timbre”.

**Presión de tarado:** Es la presión a la cual la válvula inicia su proceso de evacuación.

**Sobrepresión:** Es el incremento de presión que se produce por encima de la presión de tarado estando la válvula completamente abierta. Normalmente se expresa como un porcentaje de la presión máxima de trabajo (o de “timbre”).

**Presión de cierre:** Es aquella presión a la cual se cierra la válvula una vez desaparecida la causa que motivó su apertura.

**Escape:** Es la diferencia existente entre la presión de tarado y la de cierre.

**Presión de precinto:** Es la presión a la que están tarados los elementos de seguridad que protegen el aparato o sistema. También se denomina "timbre" cuando se refiere a la presión máxima de trabajo y es la que limita el propio sistema de seguridad.

**Presión máxima de trabajo:** Es la presión más alta que se puede dar en el aparato o sistema en condiciones extremas de funcionamiento del proceso. También llamada presión máxima de servicio.

**Presión de Alivio:** Corresponde a la presión utilizada para el dimensionamiento de una válvula de seguridad y que es mayor o igual a la presión máxima de trabajo más la sobrepresión correspondiente.

**Temperatura de servicio:** Es el valor de la temperatura alcanzada en el interior del aparato o sistema en condiciones normales de funcionamiento a la presión de servicio.

**Temperatura máxima de servicio:** Es el máximo valor de la temperatura que se estima puede producirse en el interior del aparato o sistema en condiciones extremas de funcionamiento.

#### 4. DESARROLLO.

Una válvula de seguridad debe satisfacer principalmente los siguientes requisitos:

1. Ésta debe ser capaz de iniciar su proceso de evacuación (se debe abrir) a una presión determinada.
2. Ésta debe ser capaz de evacuar todo el exceso del fluido que se genera (o ingresa al recipiente), de tal forma que este no sobrepase una presión previamente determinada.

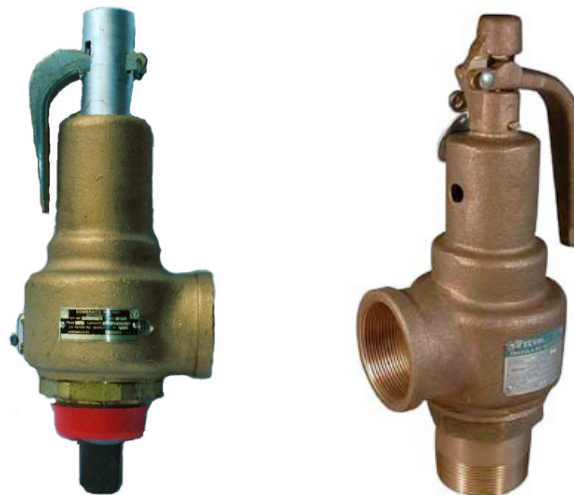
Con el objeto de satisfacer los requisitos indicados anteriormente, las válvulas de seguridad deben ser diseñadas y construidas bajo estrictas normas, tales como:

- Normas ISO-4126: Parte 1 a Parte 7: Dispositivos de seguridad para la protección contra la presión excesiva.
- Código ASME (American Society of Mechanical Engineers) - USA
- Normas API (American Petroleum Institute) - USA
- O alguna norma, otra equivalente

Una válvula de seguridad que no cumpla los requerimientos establecidos en algunas de estas normas, permitirá que el recipiente de presión sea expuesto a un peligro inminente de explosión, con las consiguientes graves consecuencias y eventuales pérdidas materiales y humanas, considerando además que una parte importante de estos recipientes contienen gases que son compresibles. Luego entonces, es fundamental que las válvulas de seguridad posean un área de descarga ( $\text{mm}^2$ ,  $\text{pulg}^2$ ) y su correspondiente capacidad de descarga ( $\text{Kg/hr}$ ,  $\text{lb/hr}$ ) que permitan mantener bajo control la presión para la cual el recipiente fue diseñado y construido. Estas dos variables (área de descarga y capacidad de descarga), son variables dependientes, o sea, cuando el área de descarga aumenta la capacidad de descarga también aumenta y viceversa.

Una válvula de seguridad es un dispositivo mecánico que permite la evacuación de un fluido cuando la presión interna de un recipiente sobrepasa la presión límite a la que esta puede trabajar con seguridad. Éstas, básicamente están constituidas por dos discos (uno fijo y otro móvil) que se encuentran normalmen-

te cerrados mediante la acción de un resorte que presiona hacia abajo al disco móvil. Cuando la presión interna del recipiente ejerce una fuerza (energía cinética) superior a la fuerza de resistencia que ejerce el resorte, estos discos se separan en forma instantánea permitiendo la evacuación del fluido.



A continuación se explicará la aplicación de cada una de las normas mencionadas para la determinación del área de descarga y de la capacidad de descarga de una válvula de seguridad:

**Norma ISO 4126-1:2004:** Dispositivos de seguridad para la protección contra la presión excesiva, la capacidad de evacuación ( $Q_m$ ) para vapor saturado (o sobrecalentado), está dada por la siguiente ecuación:

$$Q_m = 0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{P_o}{v}}$$

Donde :

- C: función del exponente isoentrópico
- A: Área de descarga ( $\text{mm}^2$ )
- $K_{dr}$ : Coeficiente de descarga reducido certificado
- $P_o$ : Presión de alivio (BAR absolutos)
- $v$ : Volúmen específico a la presión de alivio y  $T^\circ$  real ( $\text{m}^3/\text{Kg}$ )

Además:

$$K_{dr} = 0,9 K_d$$

Donde:

- $K_d$ : Corresponde al coeficiente de descarga determinado según pruebas realizadas por el fabricante.

Por otro lado:

$$C = 3,948 \sqrt{k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

Donde:

*k*: Corresponde al exponente isoentrópico (determinado según tabla N°1 de la Norma ISO 4126, Parte 7)

Análogamente, según las normas API (American Petroleum Institute) el área de descarga de una válvula de seguridad está dada por la siguiente ecuación:

$$A = \frac{W}{51,5 P Kd Kb Kc Kn Ksh}$$

Donde:

A: Área de descarga requerida efectiva (pulg<sup>2</sup>)

W: Velocidad de flujo requerida (lb/hr)

Kd: Coeficiente de descarga efectiva (0.975)

P: Es la presión máxima, más la sobrepresión permitida, además de la presión atmosférica.

Kb: Factor de corrección de la capacidad de evacuación, debido a la contrapresión. Por convención este valor es igual a 1

Kc: Factor de corrección de combinación para instalaciones con un disco de ruptura aguas arriba de la válvula de alivio de presión. Es igual a 1 cuando el disco de ruptura no está instalado.

Kn: Factor de corrección igual a 1 cuando la presión es menor o igual a 1500 PSia.

Ksh: Factor de corrección para vapor sobrecalentado. Para vapor saturado Ksh = 1

En consecuencia, cuando se trata de determinación o de dimensionar una válvula de seguridad bajo esta norma, para vapor saturado y presiones inferiores a 1500 PSia, la ecuación se reduce a:

$$A = \frac{W}{51,5 \times 0,975 \times P}$$

De la misma manera, según el código ASME (American Society of Mechanical Engineers) la capacidad de descarga de una válvula de seguridad se determina mediante la siguiente ecuación:

$$W = 51,5 A P$$

Donde:

A: Área de descarga requerida efectiva (pulg<sup>2</sup>)

W: Velocidad de flujo requerida (lb/hr)

P: Es la presión máxima, más la sobrepresión permitida, además de la presión atmosférica

Tanto las Norma API como el Código ASME establece como sobrepresión al 10% de la presión máxima de trabajo.

## 5. CONCLUSIONES.

De las ecuaciones formuladas se desprende que tanto la capacidad de evacuación de una válvula de seguridad así como también, su área de descarga se debe determinar bajo estrictas normas de diseño con el objeto de que éstas cumplan su objetivo que es el de proteger el recipiente de presión y a las personas.

Finalmente, toda válvula de seguridad deberá llevar una placa de identificación o grabada en su cuerpo que indique al menos el nombre del fabricante, tamaño, presión de apertura y su capacidad de evacuación.

## 6. BIBLIOGRAFIA.

1. Norma ISO 4126-1:2004: Safety devices for protection against excessive pressure – Part 1: Safety Valve.
2. Technical Bulletin 3-1: Pressure Safety Relief Valves de PARCOL S.P.A. – Italy
3. Norma ISO 4126-7:2013: Dispositivos de Seguridad para la Protección contra la Presión Excesiva.
4. Norma Técnica NTP 342: Válvulas de Seguridad- Características Técnicas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales – España.
5. Decreto N° 10/12 que Aprueba Reglamento de Calderas, Autoclaves y Equipos que Utilizan Vapor de Agua del Ministerio de Salud – Chile.
6. Norma API 520-1: Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries; Part I - Sizing and Selection.