



Manual de instalación y mantenimiento

Válvulas de seguridad y alivio

API 520 Parte II · API 527 · API 576 · NBIC Parte 4



Modelo 1200



Modelo 1400



Modelo 1500



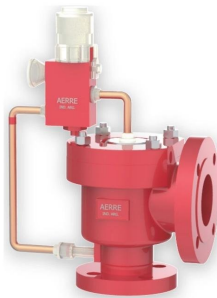
Modelo 1600



Modelo 1700



Modelo 1800



Modelo 2100
Pilotada



Modelo 2400
Con palanca



Modelo 2600
Balanceada



Modelo 2800
Convencional

Contenido

01	Instalación, mantenimiento e inspección	2
----	---	---

Instalación, mantenimiento e inspección

Una válvula bien dimensionada puede fallar si se instala en forma incorrecta. Las reglas siguientes resumen API 520 Parte II, API 527, API 576 y NBIC Parte 4.

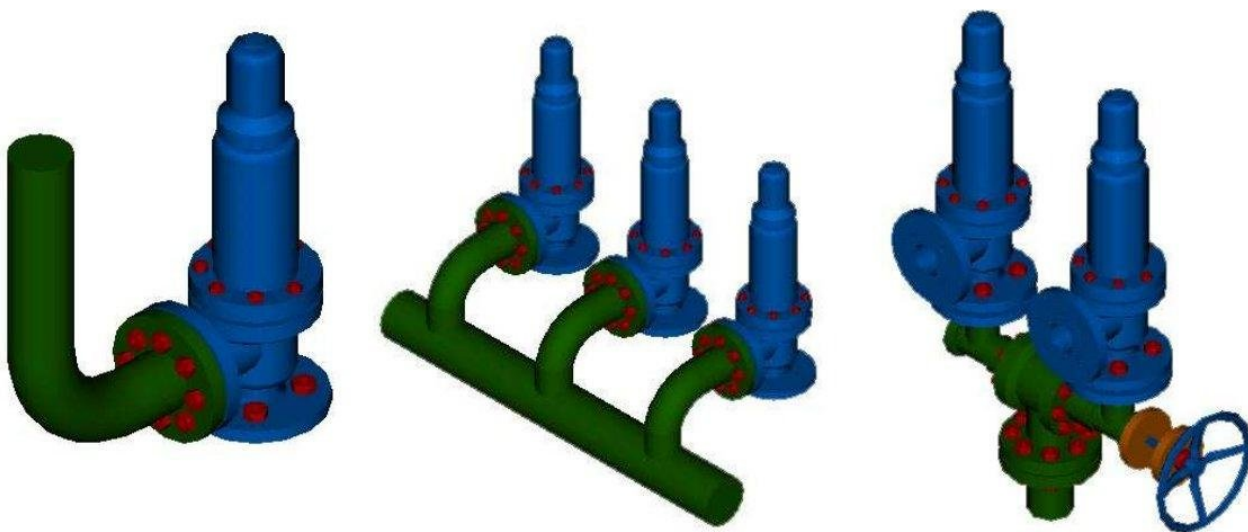
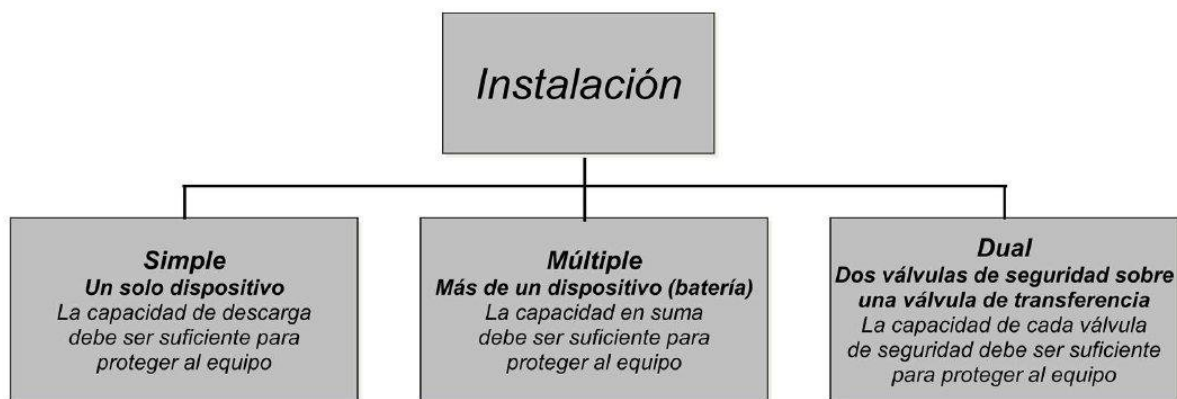
Instalación

Tema	Requisito
Posición	Vertical, con la entrada hacia abajo. Invertida solo con presiones muy bajas e indicación de AERRE.
Ubicación	En la fase vapor, lejos del nivel de líquido. Fuera de zonas muertas, de vibraciones y de flujo inestable; si hay pulsaciones, usar amortiguador o una válvula pilotada.
Cañería de entrada	Diámetro nunca menor que la entrada de la válvula. Pérdida de carga no mayor al 3 % de la presión de calibración, para evitar trepidación. Soportar las fuerzas de reacción.
Cañería de salida	Contrapresión acumulada hasta 10 % de la calibración en convencionales y hasta 40–45 % en balanceadas con fuelle. Soportes independientes; prever dilatación térmica y drenaje.
Válvulas de bloqueo	Solo de paso total y con bloqueo administrativo en posición abierta.
Acceso	Espacio para inspección, ajuste de anillos y accionamiento de la palanca.
Puesta en marcha	Soplar la cañería antes de montar la válvula para eliminar escoria y partículas.
Operación	Mantener la presión de operación por debajo del 90 % de la presión de calibración.

Muchas fallas que se atribuyen a la válvula se deben en realidad a una instalación incorrecta: la mejor válvula funciona mal si se instala mal. Una buena instalación asegura la capacidad de descarga máxima y mantiene dentro de lo normalizado la presión de regulación, la repetitividad, la estabilidad mecánica, el recierre y la hermeticidad.

Sistemas de instalación

Sistema	Descripción
Simple	Un solo dispositivo con capacidad suficiente para proteger el equipo.
Múltiple	Varios dispositivos; ninguno alcanza por sí solo la capacidad requerida.
Dual	Dos válvulas montadas sobre una válvula de transferencia (9100–9300); cada una tiene la capacidad total y una queda en servicio mientras la otra se mantiene.



Sistemas de instalación simple, múltiple y dual

Ubicación

La válvula se ubica en la fase vapor, nunca donde pueda recibir líquido o vapor húmedo, y en una zona con flujo estable.

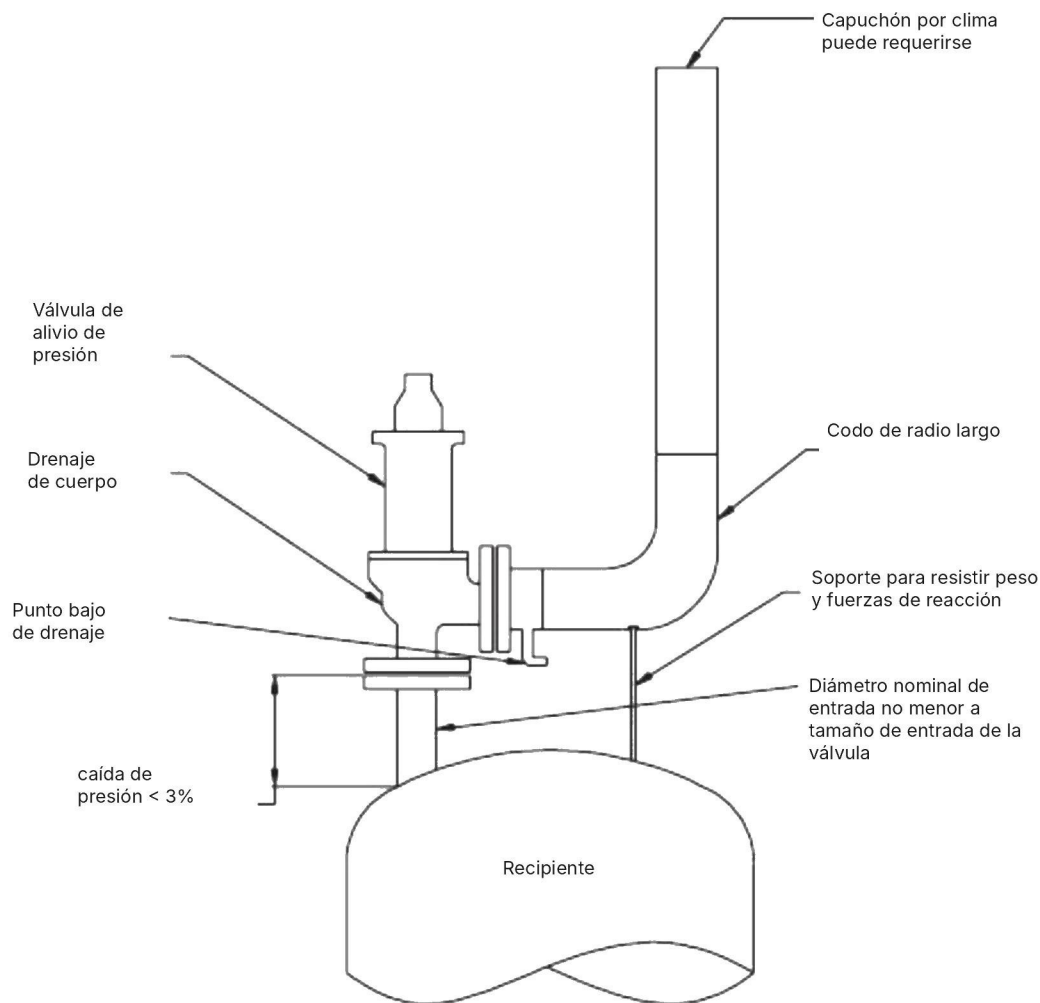


Ubicación correcta e incorrecta respecto del nivel de líquido

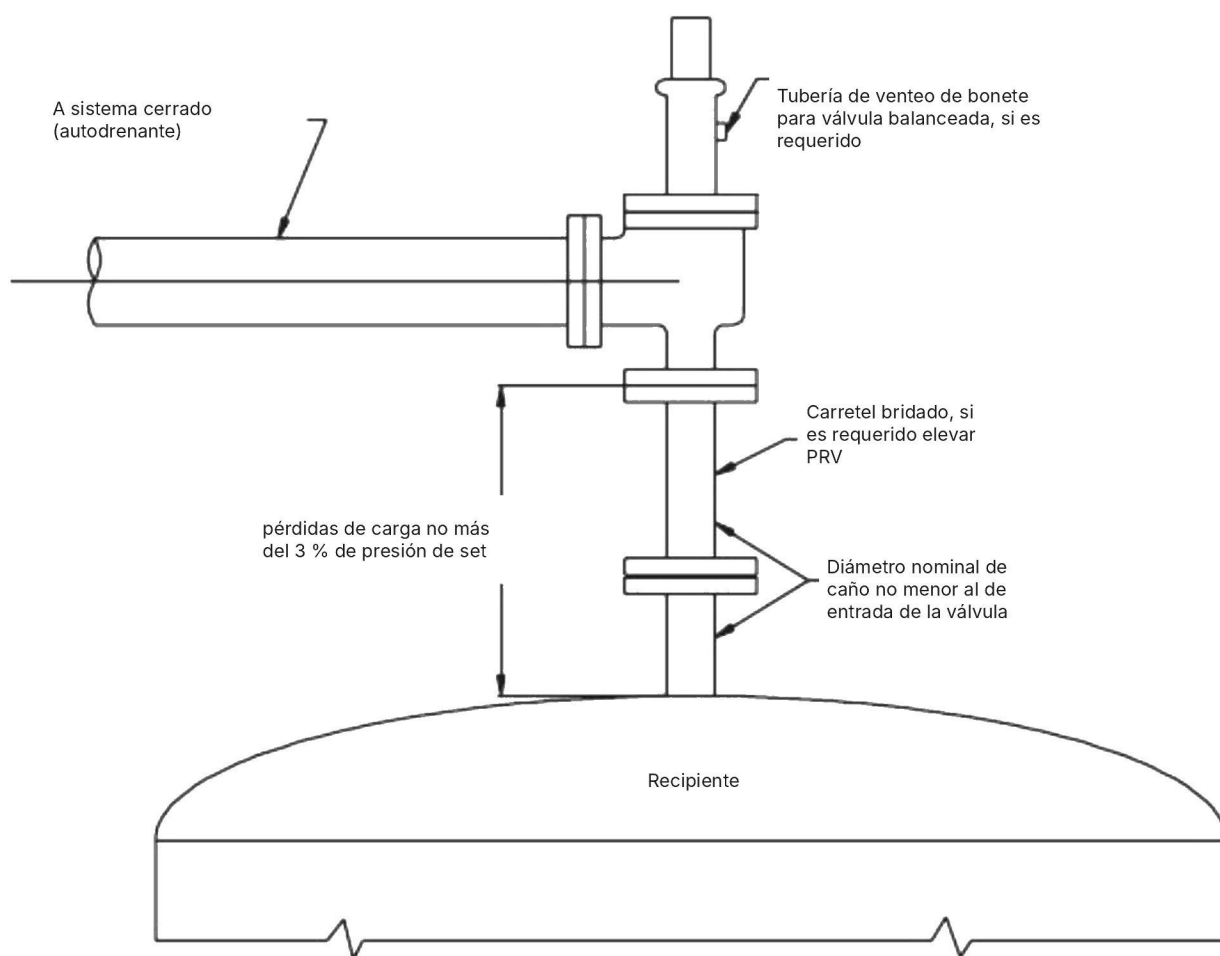
Cañería de entrada

Debe satisfacer la capacidad del sistema, soportar las fuerzas de reacción de la descarga y tener la menor caída de presión posible (longitud, codos, accesorios). Nunca debe tener un diámetro menor que la entrada de la válvula.

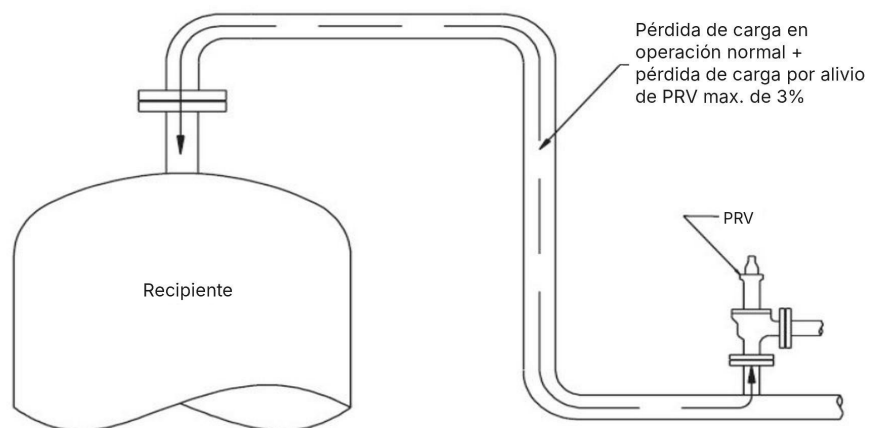
Una caída de presión excesiva en la entrada provoca trepidación: ciclos rápidos de apertura y cierre que dañan los asientos y reducen la capacidad. El límite usual es el 3 % de la presión de calibración. Conviene usar entradas redondeadas y dejar más de 10 diámetros de distancia a cualquier accesorio que perturbe el flujo.



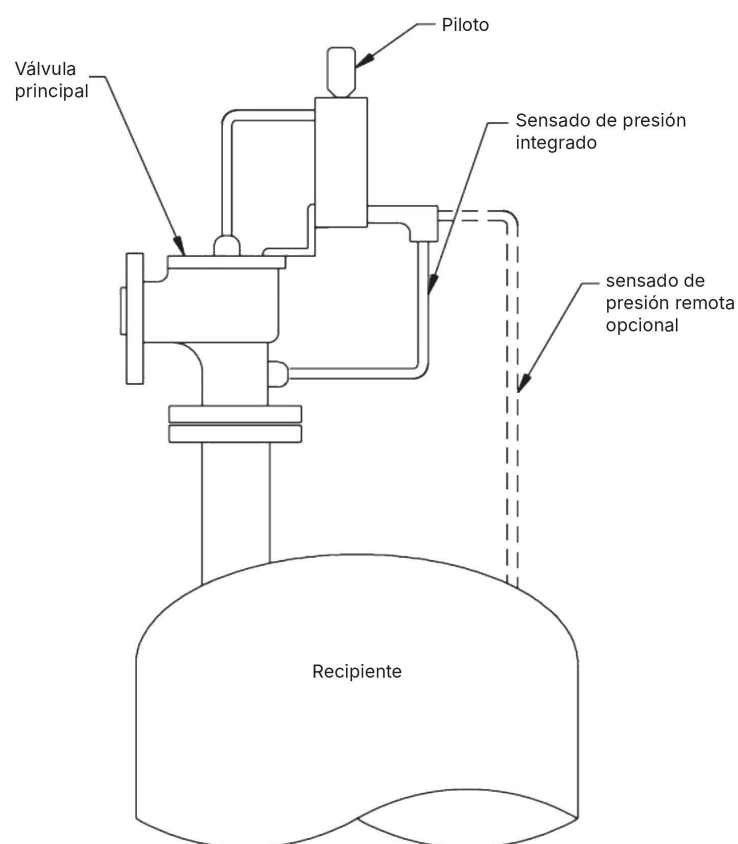
Instalación típica con drenaje, codo de radio largo y soportes



Instalación con descarga a sistema cerrado y venteo de bonete en balanceadas



Instalación de Válvula Pilotada

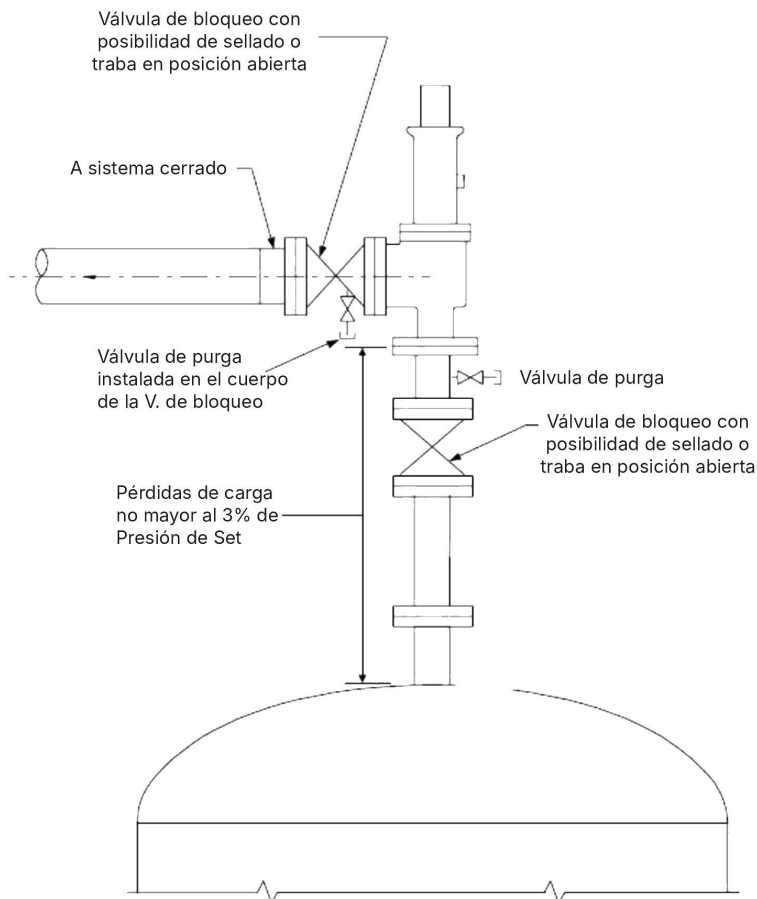


Instalación de válvula pilotada con toma de presión remota

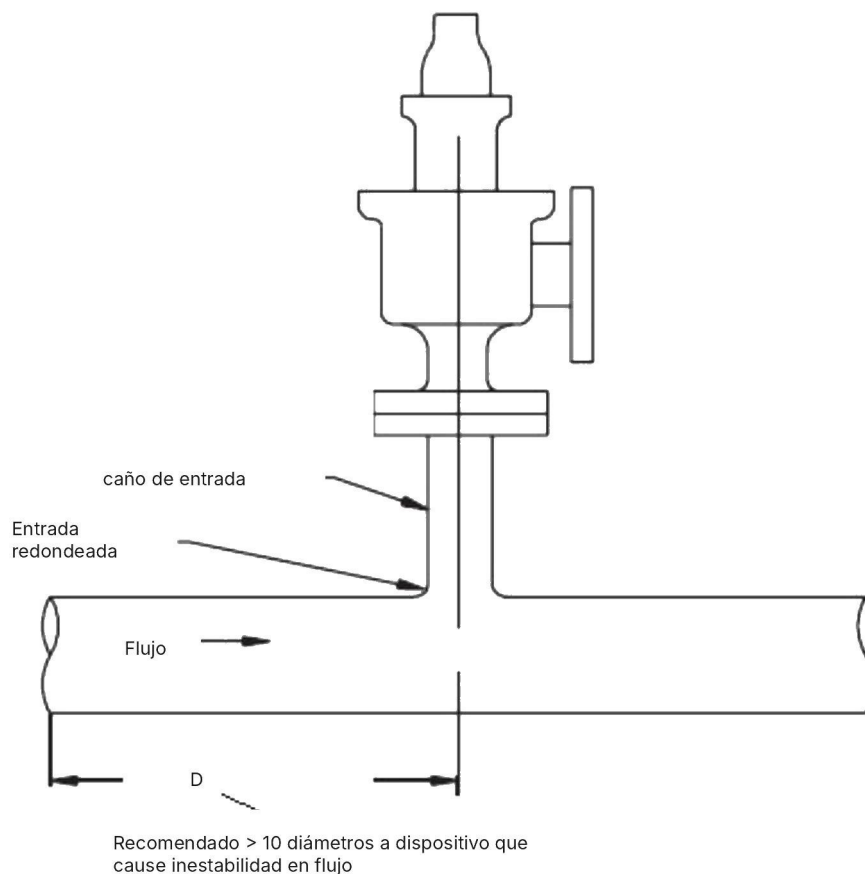
Casos específicos con propósito de mantenimiento, en válvula con historial de pérdidas o taponamientos que afecten su performance

ASME Sección XIII (antes VIII Apéndice M):
→ Área de paso $\geq$ a la de entrada de la PRV
→ Válvulas con bloqueo o sello en posición abierta
→ Procedimientos, responsables y controles para operarlas

Primero se cierra válvula de entrada, se abre venteo en tramo de entrada y luego se opera la de salida



Válvulas de bloqueo bajo la válvula de seguridad, con bloqueo administrativo



Entrada redondeada y distancia mínima a accesorios

Cañería de salida

Al diseñarla hay que considerar la contrapresión, las fuerzas de reacción, las tensiones térmicas y el peso propio. La descarga genera contrapresión acumulada que tiende a cerrar la válvula y provocar trepidación: debe verificarse que no supere el 10 % de la presión de regulación en convencionales ni el 40-45 % en balanceadas con fuelle, combinando superpuesta y acumulada si existen ambas.

Fuerzas de reacción

Para fluido compresible, flujo crítico y descarga atmosférica, la fuerza en el punto de descarga (efecto dinámico más estático) es:

$$F = 129 W \sqrt{\frac{kT}{(k+1)M}} + 0,1 A P$$

F: fuerza [N]; W: caudal [kg/s]; k: relación de calores específicos; T: temperatura absoluta de entrada [K]; M: masa molecular; A: área de salida en el punto de descarga [mm²]; P: presión estática en la salida [bar man.].

Estas fuerzas, junto con la dilatación térmica y el peso propio, tensionan la válvula y pueden desalinear sus partes móviles, con pérdidas, mal recierre o atascamiento. Los soportes, sujeciones y puntos fijos son fundamentales; las cargas y momentos admisibles se consultan con AERRE.

Para un sistema abierto sin
venteo en la válvula

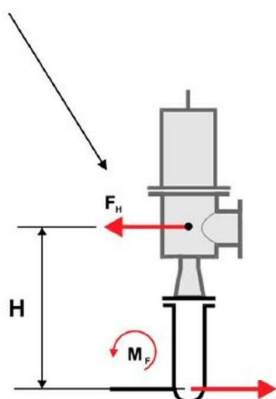


fig.3-2 A

Para un sistema abierto
con venteo vertical

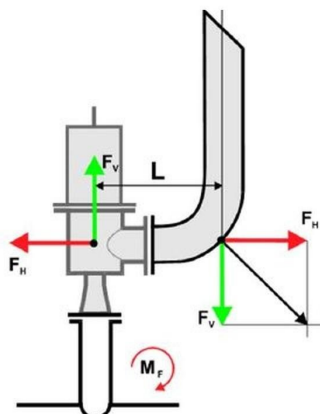


fig.3-2 B

Para un sistema dual sin venteo.

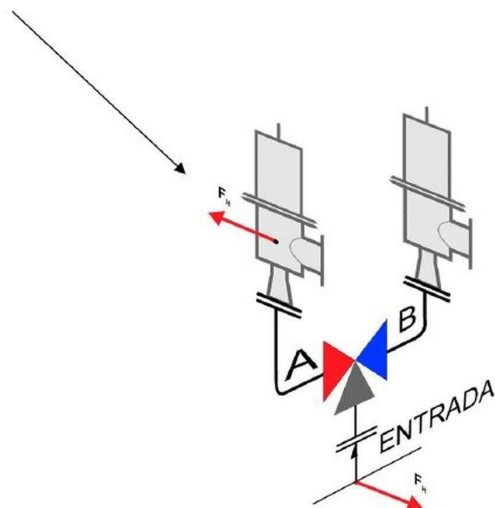


fig.3-2 C

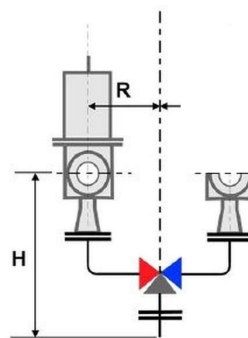


fig.3-2 D

Fuerzas de reacción en sistemas abiertos con y sin venteo y en sistemas duales

Dilatación térmica y peso propio

El calor del fluido, el sol o los equipos cercanos cambian la longitud de la cañería y transmiten tensiones a la válvula. El diseño también debe considerar el peso de cada elemento.

Recalibración

- Según ASME, una válvula puede recalibrarse $\pm 10\%$ hasta 17 bar y $\pm 5\%$ por encima sin cambiar piezas; fuera de ese rango, consultar a AERRE.
- Si se baja la presión, hay que recalcular la capacidad.
- Si se sube, hay que verificar el régimen presión-temperatura y que la nueva calibración no supere la MPTA del equipo.

Tolerancias de calibración

Presión de calibración	Tolerancia
Hasta 5 bar (70 psig)	$\pm 0,15$ bar (± 2 psi)
Más de 5 bar (70 psig)	± 3 %

Estanqueidad de asientos (API 527)

Parámetro	Valor
Medio de prueba	Aire o nitrógeno a temperatura ambiente
Presión de prueba	90 % de la calibración; si la calibración es $\leq 3,5$ kg/cm ² , 0,35 kg/cm ² por debajo de ella
Estabilización antes de contar	1 min hasta 2"; 2 min de 2 1/2" a 4"; 5 min desde 6"
Observación	1 minuto
Aceptación asiento blando	0 burbujas por minuto
Aceptación metal-metal	Según la tabla de burbujas por minuto de API 527, por orificio y presión

Procedimiento de mantenimiento en taller

1. Inspección visual y registro de datos de placa.
2. Ensayo como se recibe: presión de apertura y estanqueidad.
3. Desarme, limpieza y verificación de componentes.
4. Reparación o reemplazo de piezas con repuestos originales.
5. Mecanizado y lapidado de tobera y disco.
6. Armado, calibración en banco y verificación de estanqueidad.
7. Verificación del manómetro usado.
8. Informe escrito, actualización de la placa y del legajo de la válvula.

La reparación de válvulas con estampa ASME o NB requiere un taller con sello VR del National Board, según NBIC Parte 4.

Frecuencias recomendadas de inspección (NBIC Parte 4)

Equipo	Aplicación	Ensayo	Frecuencia
Calderas de potencia	Menos de 27,6 bar (400 psig)	Prueba manual	6 meses
Calderas de potencia	Menos de 27,6 bar	Verificación de presión de calibración	Anual
Calderas de potencia	27,6 bar o más	Verificación de presión de calibración	3 años
Calderas de agua caliente de alta temperatura	Todas	Retiro y prueba en banco	Anual
Vaporizadores de fluido orgánico	Todos	Desmontaje, inspección, prueba y reparación	Anual
Calderas de vapor de baja presión	Todas	Prueba manual / verificación de calibración	3 meses / anual

Equipo	Aplicación	Ensayo	Frecuencia
Calderas de calentamiento de agua	Todas	Prueba manual / verificación de calibración	3 meses / anual
Calentadores de agua	Todos	Prueba manual / desmontaje e inspección	2 meses / anual
Recipientes y cañerías	Vapor	Verificación de calibración	Anual
Recipientes y cañerías	Aire y gases secos limpios	Verificación de calibración	3 años
Recipientes y cañerías	Válvula con disco de ruptura aguas arriba	Verificación de calibración	5 años

La frecuencia real se ajusta con el historial de cada válvula: se acorta si hay corrosión, ensuciamiento, vibración o resultados erráticos, y se puede alargar si los ensayos como se recibe coinciden con la placa. La regulación local puede fijar plazos propios. Para plantas de proceso, la inspección basada en riesgo (API 580/581) permite fijar intervalos por válvula.

Fuente: NBIC Parte 4, sección 2.5.8 "Recommended inspection and test frequencies for pressure relief devices". El NBIC presenta estas frecuencias como recomendaciones: el usuario o la autoridad local fija los intervalos reales.

Tasa máxima de pérdida en asientos metal-metal (API 527)

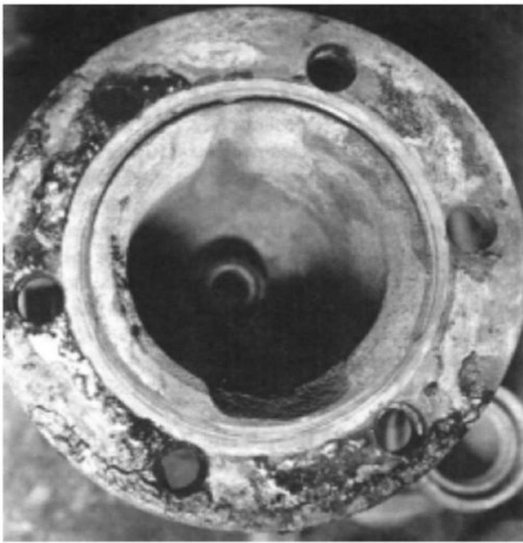
Calibración (kPa man.)	Calibración (psig)	Orificio ≤ 18 mm (F o menor): burbujas/min	Orificio ≤ 18 mm: m ³ en 24 h	Orificio > 18 mm: burbujas/min	Orificio > 18 mm: m ³ en 24 h
103 a 6.895	15 a 1.000	40	0,017	20	0,0085
10.300	1.500	60	0,026	30	0,013
13.800	2.000	80	0,034	40	0,017
17.200	2.500	100	0,043	50	0,021
20.700	3.000	100	0,043	60	0,026
27.600	4.000	100	0,043	80	0,034
34.400	5.000	100	0,043	100	0,043
41.400	6.000	100	0,043	100	0,043

Pérdida aproximada con aire a 15,6 °C; 1 m³ equivale a 35,3 ft³.

Fallas típicas en servicio

- Corrosión.
- Superficies de asiento dañadas.
- Resortes fallados.
- Calibración y ajuste incorrectos.
- Taponamientos y componentes pegados (asientos, guías).
- Materiales inapropiados.
- Ubicación, historial o identificación incorrectos.
- Manejo inadecuado en traslado, mantenimiento o instalación.
- Pruebas de la cañería de descarga mal hechas.

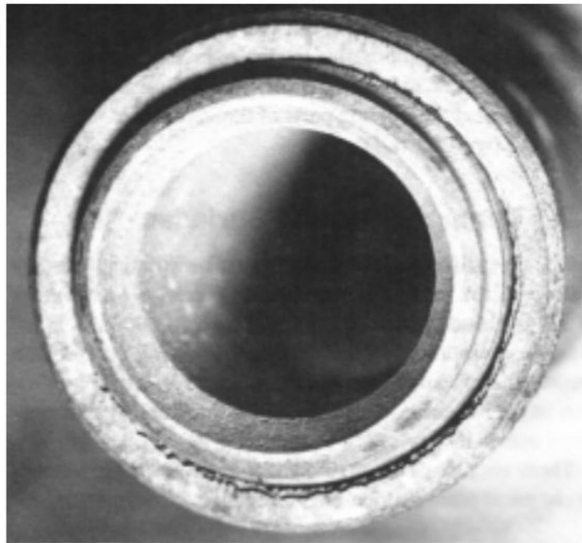
- Poca diferencia entre la presión de operación y la de calibración, con trepidación, aleteo o fuga.



Corrosión ácida en el bonete de acero al carbono causada por escapes de las superficies del asiento



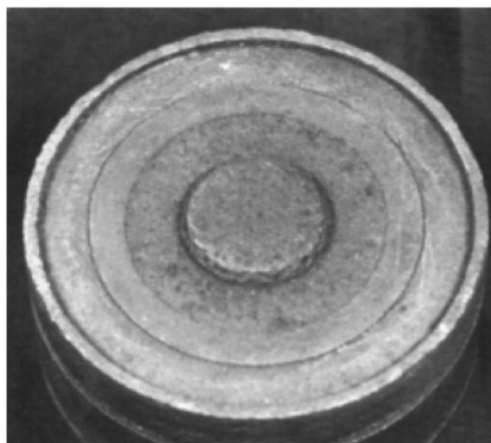
Corrosión debida a una atmósfera inapropiada para el tipo de material



Corrosión ácida en bonete, disco oxidado, corrosión por atmósfera inapropiada y corrosión ácida en tobera



Corrosión de cloruro en la tobera de acero inoxidable 18Cr-8Ni (con la superficie de asiento maquinada)



Corrosión de sulfuro en disco de acero al carbono en unidad de destilación de petróleo crudo.



Ataque de cloruro en disco de acero inoxidable 18Cr-8Ni



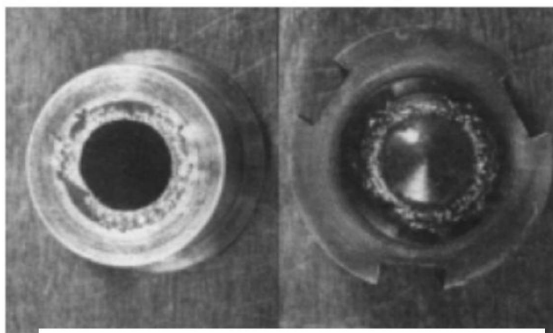
Tipo de corrosión en fuelle de acero inoxidable 18Cr-8Ni (tipo 316)



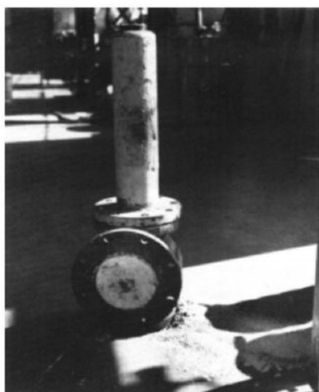
Disco y partes móviles dañadas por depósitos de óxido ferroso
Corrosión por cloruros y sulfuros en toberas, discos y fuelles



Superficie del asiento del disco deformada por chattering



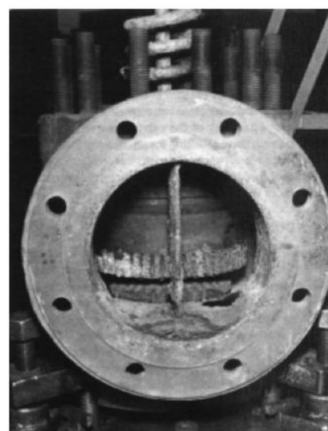
El asiento y el disco se dañaron por la apertura frecuente, siendo la presión de set de la válvula cercana de la presión de operación.



Salida de la válvula tapada con los depósitos de otras válvulas con colector de descarga



Piezas móviles de la válvula sucias con sulfuro de hierro (FeS_2)



La válvula se pegó por los depósitos del sulfuro de hierro (FeS_2)



Asientos dañados por trepidación y aperturas frecuentes, salidas tapadas y partes trabadas por depósitos

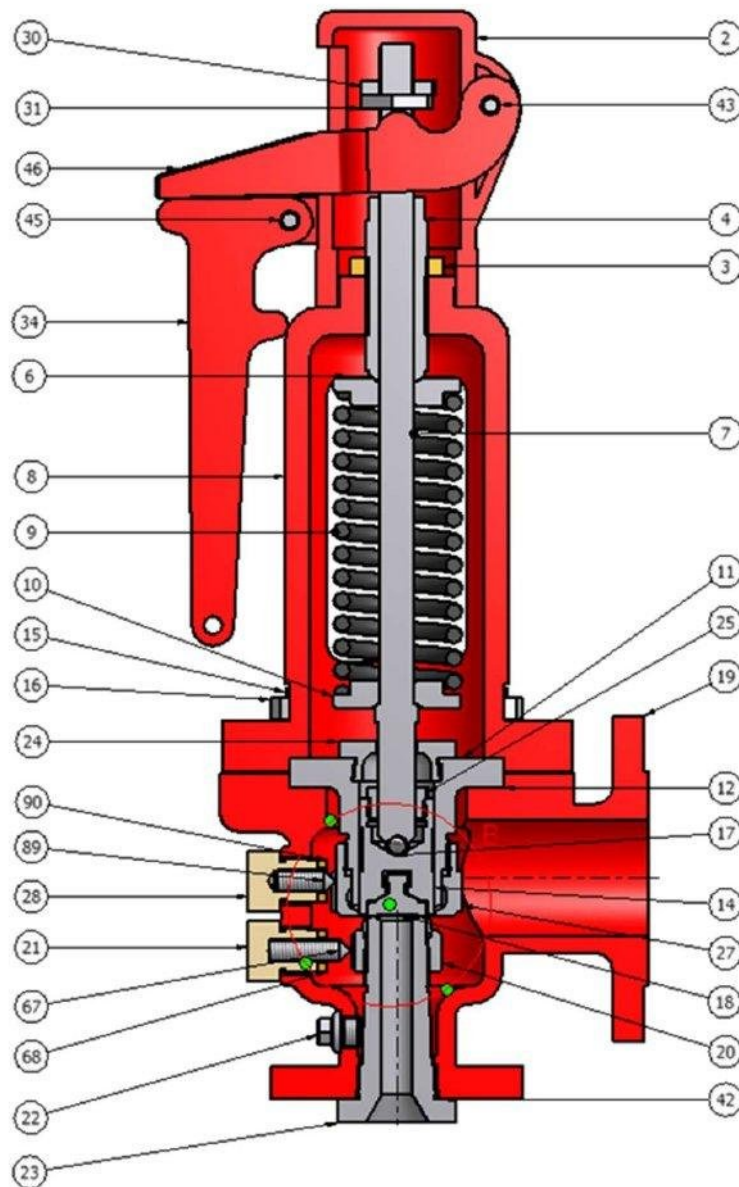
Manejo y almacenaje

- Mantener las válvulas libres de materias extrañas y con las bridas de entrada y salida protegidas.
- Almacenarlas en lugar cerrado, preferentemente en posición vertical.
- Evitar golpes que puedan dañarlas o desalinearlas.
- Mantener la placa de identificación en buen estado.

Desarme de las válvulas 2400, 2600 y 2800

1. Quitar el tornillo de bloqueo del anillo de tobera.

2. Girar el anillo de tobera hacia arriba contando las marcas hasta que toque el disco, y registrar el número para el armado.
3. En la 2400, repetir los pasos 1 y 2 con el anillo superior, contando hasta que toque la guía.
4. Quitar los ejes de palanca y las palancas, si tiene.
5. Aflojar los tornillos del capuchón y retirarlo.
6. Medir la distancia desde la punta del tornillo de regulación hasta la contratuerca y registrarla para restaurar la compresión del resorte.
7. Aflojar la contratuerca y retirar el tornillo de regulación.
8. Quitar las tuercas del bonete y retirarlo por sobre el vástago.
9. Retirar el resorte y los apoyos, identificando el superior y el inferior.
10. Sacar la guía portadisco con los internos, verticalmente para no rayar los asientos.
11. Desenroscar el disco, ayudándose con la gravedad para que enganche la rosca del portadisco.
12. Desenroscar la tobera.



Corte de referencia para el desarme

Mecanizado de asientos

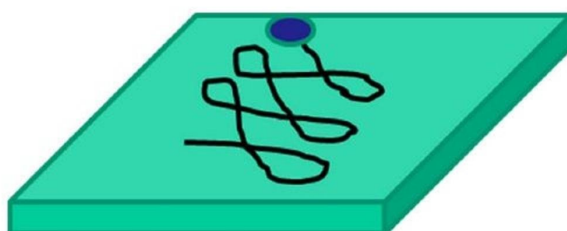
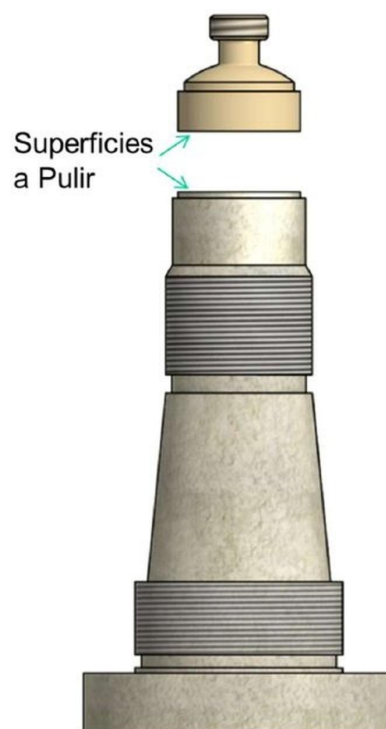
- Solo si las melladuras o picaduras no superan 0,5 mm de profundidad.
- Torno de precisión con plato de tres mordazas autocentrantes y blandas. La tobera se toma por la brida y el disco por su diámetro exterior.
- Centrar ambas piezas con comparador a 0,005 mm.
- Herramienta rígida, cortes livianos hasta quitar toda la superficie dañada, y rectificar con el mejor acabado posible.
- Si desapareció la superficie anular elevada del disco, reemplazarlo.
- Conviene tener con cada válvula una tobera y un disco de repuesto.



Tobera y disco mecanizados

Lapidado

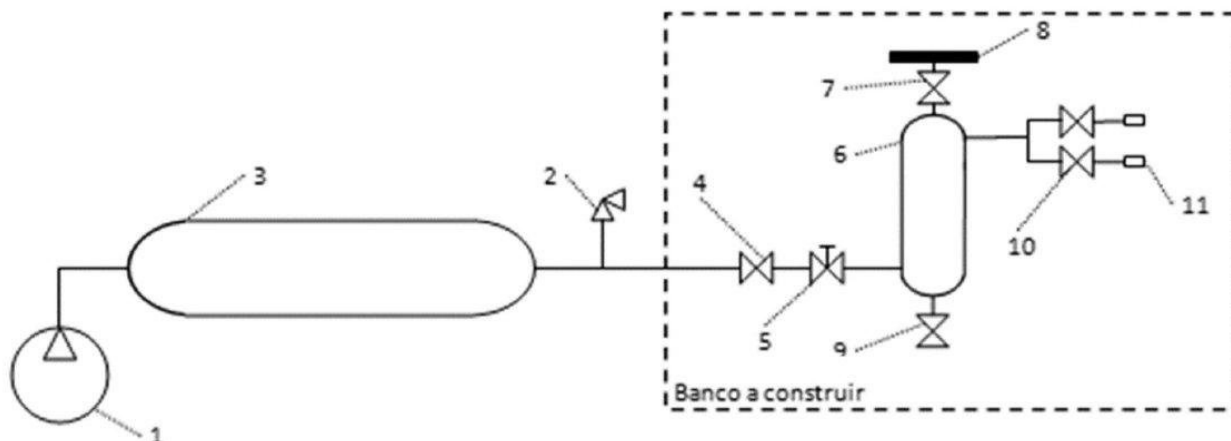
- Usar los compuestos de lapidado AERRE en tres etapas: W4 (sin pulido), W7 (semipulido) y W9 (pulido superior).
- Trabajar sobre un bloque de fundición o un cristal grueso, plano y pulido, de al menos 200 × 200 mm.
- Con el compuesto sobre el bloque, mover la pieza trazando un 8 hasta que la superficie quede a espejo, retirándola seguido para renovar el compuesto.
- Limpieza absoluta. Manipular las piezas pulidas con cuidado, siempre verticales, sin producir la mínima melladura al armar.
- Si el asiento o el disco están muy dañados, reemplazarlos.



Superficies a lapidar y movimiento en ocho sobre el bloque

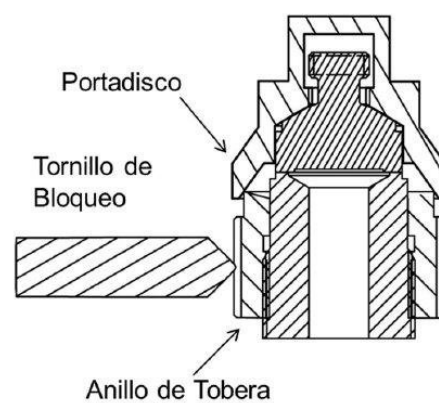
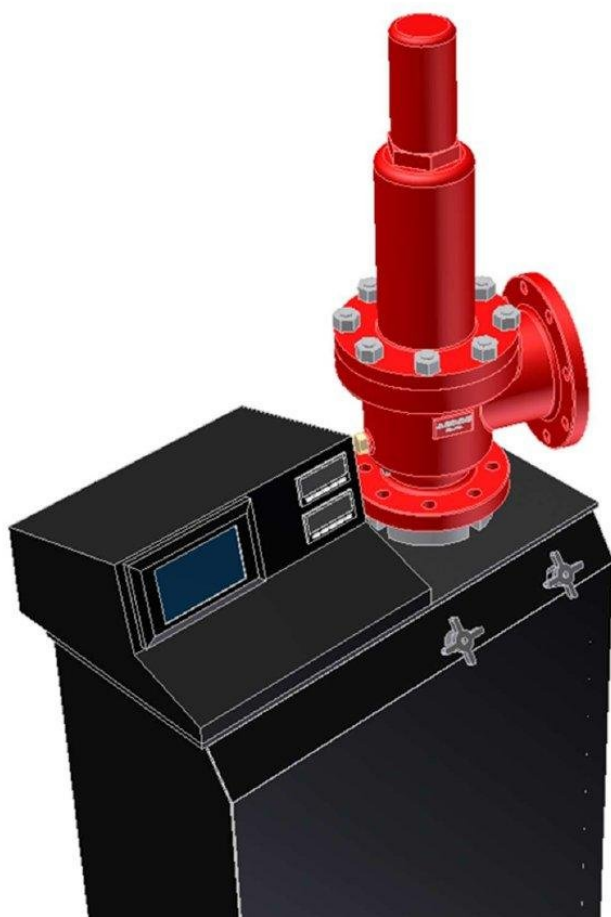
Calibración en banco

El banco consta de compresor, acumulador de aire, válvula de control para subir la presión lentamente, pulmón de aire, válvula de aislación, plato de conexión, drenaje y transductores de presión.

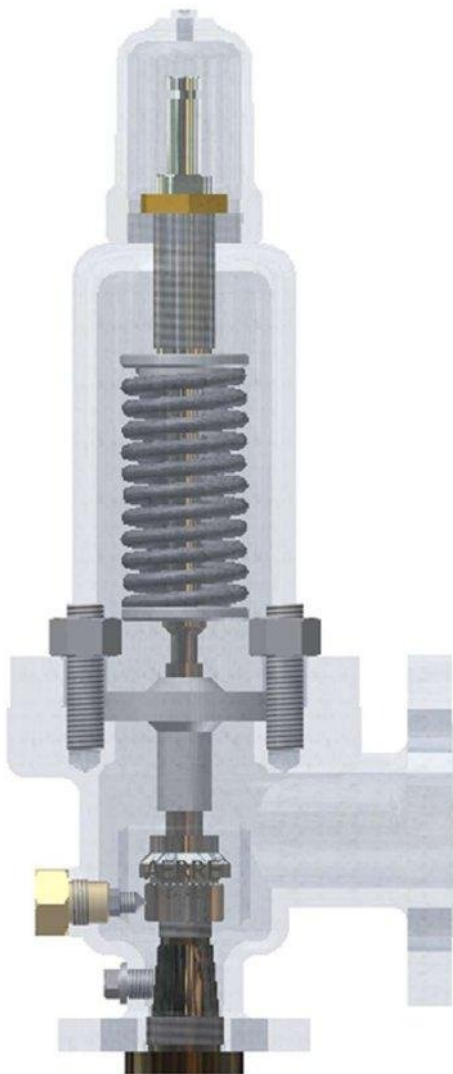


Esquema del banco de calibración

1. Montar la válvula en el banco y anotar la presión de apertura y la de prueba en frío. La válvula se calibra a la presión de prueba en frío.
2. En válvulas con anillo de recierre, ubicar el anillo dos marcas debajo del contacto con el portadisco. El ajuste final debe hacerse en condiciones reales de servicio.
3. Sostener firmemente el vástago y ajustar el tornillo de regulación, sin dejar que el vástago gire para no dañar los asientos.
4. Subir lentamente la presión y observar la apertura. En gases, es el punto en que se oye el soplido previo al disparo.
5. Para corregir, bajar la presión un 25 % por debajo de la de apertura y ajustar el resorte. Repetir hasta lograr la presión de prueba en frío, con una tolerancia de ± 3 %.
6. Aumentar el caudal hasta el disparo franco.
7. Ajustar la contratuerca del tornillo de regulación y el tornillo de bloqueo del anillo, y hacer tres disparos para comprobar la repetitividad.
8. Verificar que las pérdidas no superen lo admitido por API 527.



Banco de calibración y ajuste del anillo de tobera



Válvula montada en el banco

Inspección basada en riesgo (API 580 y 581)

La inspección basada en riesgo (RBI) fija estrategias para operar con seguridad, confiabilidad y rentabilidad, detectando el deterioro antes de que se produzca la falla. $\text{Riesgo} = \text{probabilidad} \times \text{consecuencia}$. El enfoque puede ser cualitativo (rápido, basado en criterio y experiencia), cuantitativo (riguroso, con datos de diseño, operación y confiabilidad) o semicuantitativo.

El proceso tiene once etapas:

1. Planificación.
2. Recolección de datos.
3. Mecanismos de deterioro y modos de falla.
4. Probabilidad de falla.
5. Consecuencia.
6. Determinación y gestión del riesgo.
7. Gestión mediante inspecciones.
8. Otras mitigaciones.

- 9. Reevaluación.
- 10. Roles y capacitación.
- 11. Documentación y registros.

Su resultado es un ranking de riesgo de todos los equipos, un plan de inspección detallado para cada uno y el nivel de riesgo esperado una vez aplicado el plan. También identifica los equipos que no necesitan inspección. Aplicado a los dispositivos de alivio según API 576, incorpora el historial operativo y de inspecciones y concentra el esfuerzo en las tareas que más reducen el riesgo.

En síntesis

La selección e instalación correctas, junto con un mantenimiento adecuado, reducen los riesgos propios de la actividad y protegen a las personas, el medio ambiente y las instalaciones.



ARBROS S.A. · Válvulas de seguridad y alivio AERRE desde 1943

Planta industrial: Ruta 24 N° 5801, Parque Industrial Desarrollo Productivo, Cuartel V, Moreno (B1744), Buenos Aires, Argentina.

Oficina comercial: Sánchez de Loria 1366 (C1241), Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tel. +54 11 4932 3123 · ventas@aerre.com.ar · www.aerre.com.ar

Calidad

Sistema de gestión certificado ISO 9001 (Lloyd's Register).

Diseño y ensayo según API 520, API 526, API 527 y ASME Sección XIII.



Portal de clientes y
Configurador de Válvulas