



Reproducción de artículos publicados en la revista

TECNOLOGÍA DEL AGUA

Sobre temas relacionados con el agua, las
conducciones y sus válvulas

Escritos por Manuel Mateos de Vicente



INDICE de los artículos publicados en la Revista

"TECNOLOGIA DEL AGUA"

- 1- "Seguridad en las válvulas reductoras de presión", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Nº 7, Pág. 200 a 204, Diciembre 1982.
- 2- "Mejora de las impulsiones de aguas negras", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Nº 8, Pág. 101 a 103, 1983.
- 3- "Válvulas mantenedoras de presión: Funcionamiento y aplicaciones prácticas", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Nº 11, Pág. 71 a 74, Noviembre 1983.
- 4- "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Septiembre 1984.
- 5- "Válvulas de seguridad para eliminar inundaciones por roturas en tuberías - Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico", por M. Mateos, Nº 18, Pág. 87 a 89, Enero 1985.
- 6- "Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas por válvulas de alivio", por E. Cabrera, V. Expert, M. Mateos y B. López-Boado, TECNOLOGIA DEL AGUA, Nº 26, Pág. 89 a 95, Abril 1986.
- 7- "La interrupción repentina en el suministro de energía eléctrica en las electrobombas y su solución", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Nº 26, Pág. 129 a 132, Abril 1986.
- 8- "Ventosas trifuncionales", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Nº 34, Pág. 109 a 112, 1987.
- 9- "Inconvenientes del accionamiento eléctrico de las válvulas para llenado de depósitos". Tec. Del Agua nº 34, Pág. 119 a 121. 1987. (no está presente en esta recopilación)

- 10- "Mejora de la explotación por adquisición directa de válvulas", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 45, Pág. 89 a 90, 1988.
- 11- "Impulsiones largas – Valvulería de seguridad normal y para un corte brusco del fluido eléctrico", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Pág. 75 a 78, 1989.
- 12- "Resonancia de fluido en tuberías", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 66, Pág. 59 a 61, Febrero 1990.
- 13- "Ventosas para Aguas Sucias", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 68. Pág. 52 a 58, Abril 1990.
- 14- "La señalización de obras de abastecimiento y saneamiento de aguas", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 72, Pág. 73 a 75, Agosto 1990.
- 15- "Limpieza de filtros y coladores en redes de distribución de agua sin cortar el flujo", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 81, Pág. 69 y 70, Mayo 1991.
- 16- "Fallo en Ventosas", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 97, Pág. 42 y 44, Junio 1992.
- 17- "Válvulas automáticas para evitar el descebamiento de sifones con presiones negativas en conducciones forzadas", por Manuel Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 84, Pág. 54 t 55, Julio 1991.
- 18- "Fallos en válvulas reductoras de presión", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 111, Pág. 58 a 61, Junio 1993.
- 19- "Válvulas mantenedoras de presión", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 125, Pág. 54 a 57, Junio 1994.
- 20- "Válvulas de retención para aguas no potables", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 139, Pág. 41 a 45, Junio 1995
- 21- "Valvulería para conducciones forzadas". Tec. del Agua n° 145, pág. 43 a 45, Julio 1996. (no está presente en esta recopilación).
- 22- "Las válvulas de retención", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 166, Pág. 54 a 56, Julio 1997.
- 23- "Advertencias, errores, fallos y remedios en válvulas reductoras de presión", TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 226, Pág. 66 a 69, Julio 2002.
- 24- "Valvulería para bombeos", M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 236, Pág. 52 a 57, Mayo 2003.
- 25- "Válvulas de final de línea: las del tipo "manga" o "pico de espátula"", TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 244, Pág. 108 y 109, Enero del 2004.
- 26- "Auditoría a las normas ISO 9000: su aplicación en las válvulas de conducciones", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 270, Pág. 116 a 117, Marzo 2006.

27- "Las válvulas automáticas de control y apagones", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N° 276, Septiembre 2006.

28- "Fallos en válvulas para conducciones", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, N°274, Julio 2006

SEGURIDAD EN LAS VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

Por **Manuel Mateos**. Ing. C.C. y P. - A.O.P.- Master of Science
Profesor de Servicios Urbanos, Escuela U. de Ingeniería T. de Obras Públicas de Madrid.

En el año 1.970 el Canal de Isabel II me encomendó la búsqueda de una válvula reductora de presión de producción nacional o extranjera que tuviera una alta fiabilidad de funcionamiento. Desde ese momento desarrollé una amplia labor de estudio en busca de lo que sería la válvula idónea. En España el mercado ofrecía una gama reducida de estos productos y los resultados que se obtenían eran poco alentadores; ésto me obligó a investigar válvulas extranjeras. Centré el estudio en productos fabricados en Europa y Estados Unidos. Entré en contacto con algunas fábricas de estos países y realicé visitas a las que iba considerando más interesantes. Tomé datos relativos a los años de experiencia en el sector, diferentes tecnologías que usaban, capacidad de resolución de los problemas técnicos que tenía cada una de estas casas, pruebas a que se sometían las válvulas, control de calidad que se mantenía sobre ellas, etc. Esta serie de datos me restringió el campo de acción a unas pocas casas. Las diversas instalaciones realizadas con estas válvulas me darían el conocimiento suficiente para saber a cual acudir en cada momento.

TIPOS DE VALVULAS

La válvula reductora de presión es un elemento mecánico que, instalado en línea en una conducción, provoca un salto de presiones entre el agua que está antes y después de ella. Es una solución comunmente adoptada hoy en día para reducir las altas presiones que se pueden producir en diferentes zonas de redes de abastecimiento y regadío, para poder utilizar el agua en condiciones de presión adecuadas.

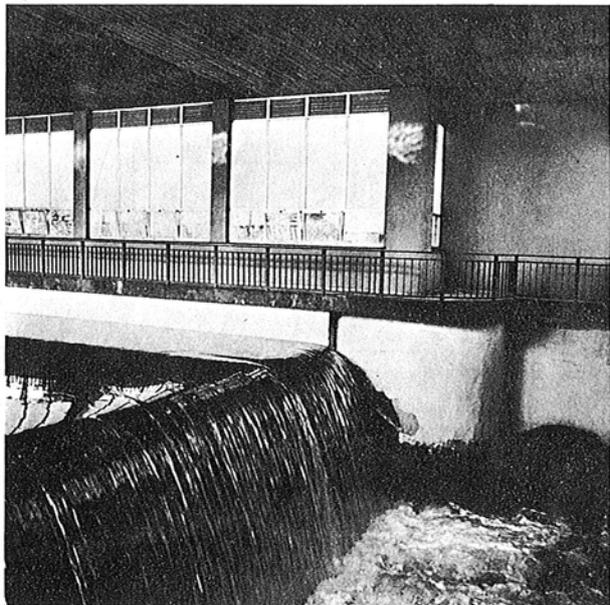
La forma de lograr la reducción de presión depende fundamentalmente del desarrollo tecno-

lógico de la válvula y de las necesidades particulares de cada caso. La más elemental es una reducción proporcional a la presión de entrada; dada ésta, se obtiene agua abajo una parte proporcional. Un estado más avanzado y a la vez más útil, es la reducción de presión a un valor constante, con independencia de la presión de entrada y del caudal que circula por la tubería. Este valor constante de la presión de salida puede, dependiendo de la calidad de la válvula, cubrir toda la gama de presiones de hasta el 85 % de la de entrada o, en algunos casos, permitir escalonadamente ciertos valores determinados.

Hay formas bien diferenciadas de lograr el funcionamiento de una válvula; las distinguiré llamándolas de acción directa y de acción separada o por piloto externo. La válvula de acción directa, la más comunmente utilizada, actúa por un diafragma que detecta la presión del agua. Unos muelles, movidos por el diafragma, permitirán la apertura e la válvula cuando la presión que sienta éste sea menor que la máxima permitida, y se vencerán cuando se sobrepase éste valor, provocándose el cierre de la válvula.

La válvula de acción separada diferencia claramente dos funciones: la primera es la de detectar cual es la presión del agua tras la válvula y la segunda, la de provocar la apertura y cierre. (Sobre su funcionamiento ver "Cimbra", Abril 80, N° 171, Págs. 11-14).

Estas formas de funcionamiento se complementan de acuerdo con la gama de caudales en los que puede querer instalarse una válvula reductora de presión. Hasta 20 l/sg aproximadamente, se pueden emplear válvulas de diafragma de acción directa; para caudales mayores conviene instalar

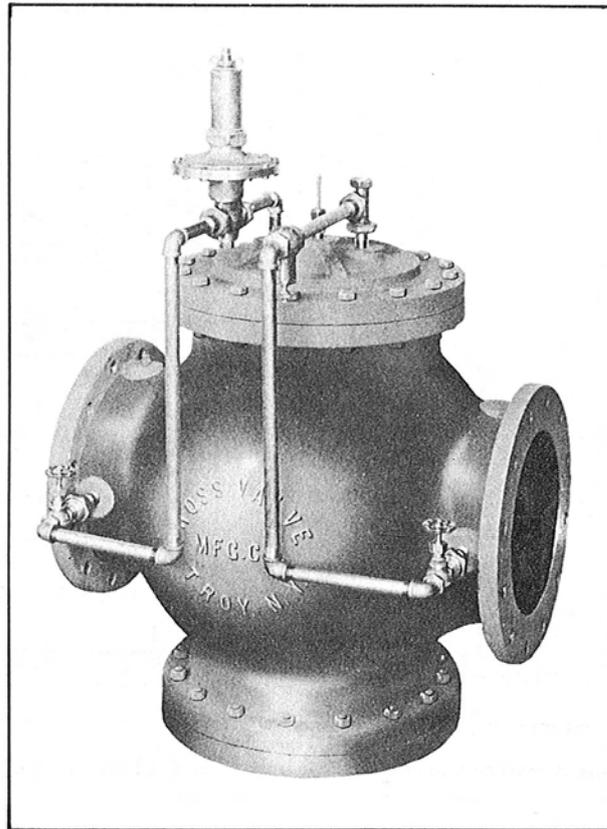


Cámara de rotura de carga. En estas cámaras se rebajaba la presión a cero. Dentro de redes de abastecimiento no se puede rebajar la presión a cero por lo que las válvulas reductoras se hacen imprescindibles.

válvulas de acción separada, o sea por piloto externo. Encomendar a unos mismos muelles la función de abrir y cerrar la válvula y la de detectar permanentemente la presión agua abajo, cuando estos muelles han de ser de gran diámetro y dimensión, y probablemente sin un mantenimiento adecuado, es dar una fiabilidad de funcionamiento a unos elementos que por esencia no la pueden conseguir. Sin embargo, la superposición del efecto de varios muelles sobre un diafragma puede llevar a cabo esta misión, cuando los caudales son lo suficientemente pequeños. En este supuesto se basa el funcionamiento de las válvulas de acción separada.

LIMITACIONES TECNICAS

Un dato esencialmente importante, a la hora de tomar la decisión sobre cual es la válvula adecuada, es la velocidad de paso que permite. Los fenómenos de cavitación que se pueden producir no impiden el funcionamiento de la válvula, pero si exigen un mantenimiento más cuidadoso. El permitir, sin provocar cavitaciones, altas velocidades de paso dentro de la válvula, supone un importante ahorro económico al poder acudir a diámetros menores. Se pueden tomar, como base aproximada de

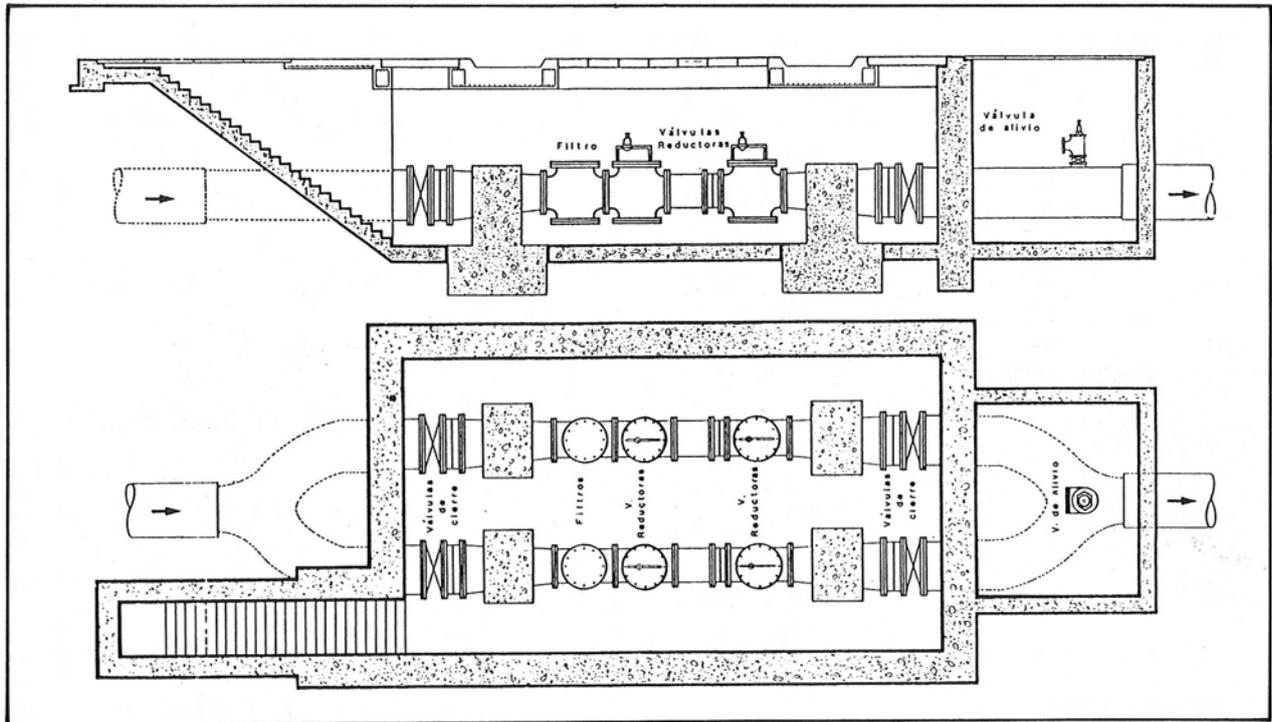


Modelo de válvula reductora de presión, automática, de mando externo por piloto.

dimensionamiento, las velocidades máximas permisibles de 2,5 m/sg, en válvulas de diafragma, y de 5 m/sg en válvulas de acción separada.

También se pueden producir fenómenos de cavitación en una válvula reductora de presión cuando el salto que se busca es brusco. Es decir, no se puede, mediante una sola válvula, disminuir bruscamente una alta presión de entrada. Para eliminar la cavitación, en este caso, es necesario acudir a la instalación de dos válvulas en serie.

El enemigo más común de cualquier tipo de válvulas son los transportados del agua. Su tratamiento depende del diámetro de las partículas. En transportados de diámetro apreciable la solución consiste en la instalación de un filtro revisable antes de la válvula. Los elementos de diámetro inapreciable son difíciles de separar por medios físicos, económicamente accesibles; sólo queda como solución un adecuado régimen de vigilancia. En aguas con alto contenido de suciedad, la



Instalación de máxima seguridad, que puede aplicarse a instalaciones en centrales nucleares.

revisión de las partes móviles y limpieza de la válvula se debe realizar como mínimo una vez al año. Cuando haya seguridad de una baja proporción de sólidos en el agua, se puede retrasar la revisión a un plazo no mayor de dos años.

FILTRO

Como se ha dicho anteriormente el filtro es un elemento necesario cuando existe el temor de que discurran sólidos por la tubería. Las paradas de las válvulas reductoras de presión se deben, en su mayor parte, a piedras o maderas que impiden su correcto funcionamiento.

Los filtros deben colocarse de acuerdo con las características de las válvulas. Generalmente un filtro con abertura de malla de 4 mm es suficiente; sin embargo, hay válvulas que necesitan filtros mucho más tupidos, produciéndose tales pérdidas de carga que en muchos casos hacen innecesario el funcionamiento de la válvula, sobremanera en caudales elevados. Los filtros colocados delante o dentro del cuerpo de la válvula y por tanto excesivamente próximos a las partes internas de la misma, pueden al disminuir la sección, dar lugar a

altas velocidades en filetes de agua que discurren por partes vitales de la válvula y pueden causar su corrosión, al actuar los sólidos como un chorreado de arena, o bien producir cavitaciones graves.

En general, las piedras y otros elementos extraños que pueden estar presentes en toda tubería recién construida, se pueden eliminar mediante un lavado previo de la misma. Los materiales sólidos se introducen también en los puntos en donde ha habido roturas, bien por descuido de los operarios o bien conscientemente por los chiquillos que juegan en las zanjas. Se debe tomar siempre en cuidado especial si no se desean inconvenientes posteriores.

SEGURIDAD

Es distinta la seguridad de funcionamiento de una válvula considerada como elemento aislado que como integrante de una instalación determinada. Cuando la seguridad de funcionamiento de una instalación es completamente necesaria, los elementos móviles que van a tomar parte en ella deben poder competir con la seguridad que ofrece

una tubería bien diseñada. Dada una adecuada selección de la válvula a instalar, diferentes formas de instalación dan los mayores o menores grados de seguridad que se pretendan conseguir.

a) **Válvula Única.** Presenta el inconveniente de la pérdida de funcionamiento por causas propias o ajenas. Impide el servicio en el momento de realizar una revisión.

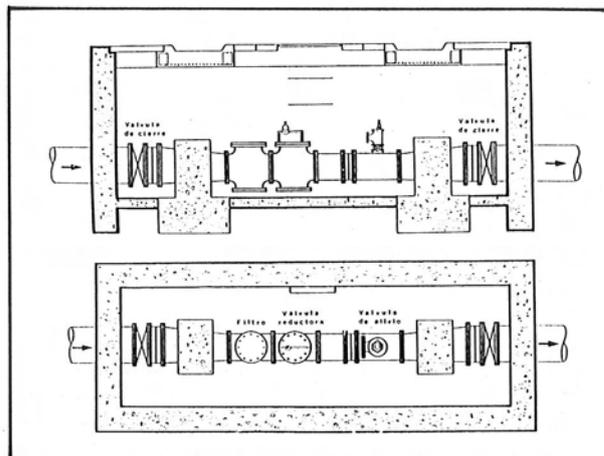
b) **Válvula con Filtro Anterior.** Es recomendable este tipo de instalación como protección a los inevitables transportados del agua. Elimina los peligros más comunes de las válvulas, al evitar que se depositen en su cuerpo sólidos extraños que impidan su funcionamiento.

c) **Válvula con válvula de Alivio Posterior.** Es una solución ahorradora cuando cualquier incremento en la presión aguas abajo puede perjudicar de forma más o menos grave a la instalación. La válvula elimina, al exterior o a una conducción de menor presión de trabajo, la cantidad de agua necesaria para eliminar la sobrepresión. La conducción de parte del agua expulsada a un lugar visible, puede servir para avisar de un mal funcionamiento de la válvula reductora de presión.

d) **Dos Válvulas en Serie.** Esta solución puede ser imprescindible cuando se desea un cambio brusco de presiones sin que se produzca cavitación. Aún cuando una única válvula sea capaz de asumir el salto brusco de presiones deseado, puede ser conveniente recurrir a este tipo de instalación. Se regula la primera de las válvulas para dar una salida ligeramente superior a la deseada en la instalación. La segunda válvula se encarga de afinar la presión al valor deseado. De esta forma se asegura siempre una baja presión a la salida, pues en el caso de que se produzca la avería de alguna de las válvulas, la otra efectúa eficientemente la labor de ambas durante un largo período de tiempo.

e) **Válvulas Reductoras en Paralelo de Diferente Tamaño.** La válvula de tamaño inferior deberá encargarse de reducir la presión cuando las demandas que se produzcan sean pequeñas. La válvula grande actuará cuando la demanda aumente. En condiciones con gran variación de caudal se logra que la regulación sea adecuada a los caudales consumidos, evitando que una válvula de grandes dimensiones tenga que funcionar con caudales que, por diseño, pueden ser inadecuados para ella.

Esta solución asegura que en el caso de avería de alguna de las válvulas no se corta por completo el suministro de agua.



Instalación de válvula reductora de presión de gran seguridad, con filtro anterior y válvula de alivio estabilizada posterior. La válvula de alivio puede ser de alivio total o solamente de aviso.

f) **Dos válvulas en Paralelo Iguales.** Duplican la solución a). Asegura el suministro completo en el caso de producirse la avería de una de las válvulas, al poder cumplir la otra idénticas misiones.

g) **Duplicación de la Solución e).** A una las ventajas de la solución e) con las de la solución f).

h) **Cuatro válvulas Iguales Colocadas Dos a Dos en Ramales Paralelos.** Esta solución, con filtros colocados anteriormente, es la adoptada por el Canal de Isabel II en algunas de sus instalaciones. Ofrece una seguridad de funcionamiento casi completa.

i) **Por medio de un Solenoide.** Este es un método nuestro que se puede utilizar para que la presión no suba agua abajo por encima de un valor establecido. Esta propuesta consiste en colocar una válvula piloto de solenoide, adicional, que se energiza al aumentar la presión por encima de la máxima pre-establecida.

Este método requiere corriente continua que puede ser suministrada a través de un rectificador o por baterías. Al cerrarse la válvula de solenoide se produce el cierre en ciertas marcas de válvulas reductoras de piloto externo. Este cierre se interrumpe al bajar la presión por debajo de la producida por la válvula reductora, con lo que la válvula se volverá a abrir hasta llegar al límite establecido por la válvula de solenoide, cuando comenzará de nuevo a cerrarse. Es decir que se repetirá el ciclo hasta que se repare la avería.

j) **Con piloto Adicional de Descarga.** En esta solución colocamos un piloto especial que origine el cierre de la válvula cuando la presión agua abajo sube un 10 ó 20 por 100 por encima de la presión regulada (constante) de salida. Este método es igual que el anterior, excepto que no necesita electricidad. La válvula variará también cíclicamente entre dos valores hasta que se repare la avería.

CONCLUSION

Como conclusión se puede decir que la instalación de un filtro delante de las válvulas, en cualquiera de las soluciones aportadas anteriormente, es completamente necesaria cuando no se tiene la seguridad absoluta de que en el agua no existen transportados de diámetro apreciable.

La solución que consideramos idónea para la mayor parte de los casos en los que el servicio puede quedar interrumpido un determinado plazo de tiempo, sin gran perjuicio para los usuarios, es la compuesta por filtro, válvula reductora de presión y válvula de alivio posterior.

La seguridad que se pretenda conseguir con las soluciones que se han apuntado anteriormente o con combinaciones de ellas, dependerá de las necesidades de cada caso en particular y del acierto en la solución elegida ■

Señale 601

PROCESOS Y SISTEMAS

MEJORA DE LAS IMPULSIONES DE AGUAS NEGRAS

por **Manuel Mateos de Vicente**
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Las impulsiones de aguas sucias, también llamadas negras o residuales, se están haciendo muy comunes en pueblos costeros turísticos. Hasta hace pocos años, las aguas sucias se vertían directamente al mar, encargándose éste de diluirlas, digerirlas y hacerlas desaparecer en su inmensidad. Sin embargo, el uso de productos no desintegrables, unido al grado de saturación humana a que han llegado algunas playas y a la natural exigencia del turista de querer bañarse en aguas limpias, han obligado a no verter directamente en el mar y a tener que retirar las aguas negras del final de los colectores para llevarlas a instalaciones o plantas, donde se procede su tratamiento y limpieza. Estas aguas se bombean hasta el lugar donde se haya instalado la depuradora para, una vez realizado el tratamiento, verterlas al mar o ser aprovechadas en regadíos.

Hemos visto que existen fallos en impulsiones de aguas sucias originados por la utilización de clapetas de retención no adecuadas y por la falta de disponibilidad de ventosas fiables. También hemos observado que las válvulas de seguridad que se suelen colocar necesitan mejorarse. No cabe duda de que existen soluciones para perfeccionar las impulsiones de aguas sucias y en este breve artículo presentamos aquellas que hemos estudiado y recomendado.

VALVULAS DE RETENCION

Cuando exista la posibilidad de que se produzca un golpe de ariete en una conducción, hay que tratar de manejarlo o eliminarlo. El procedimiento más corriente es limitar los efectos del golpe de ariete, sin eliminarlo, mediante la instalación de válvulas de retención. Sin embargo, hemos de tener presente que no todas las válvulas de retención son válidas para emplearlas con aguas sucias. También hemos de considerar que una

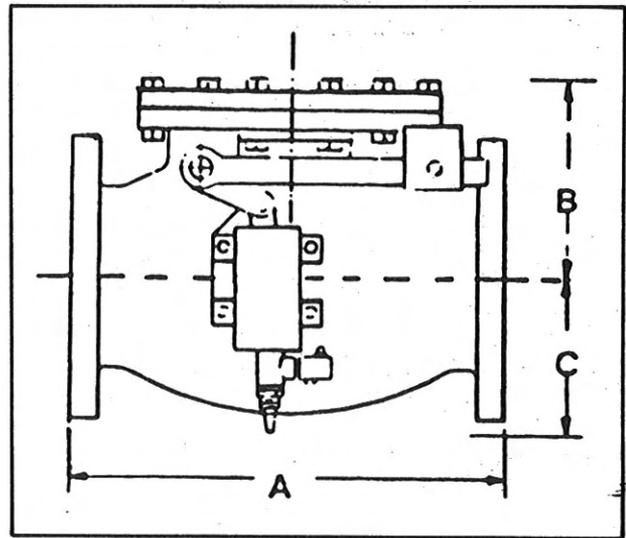


Fig. 1

válvula de retención que cierre con brusquedad puede producir un fuerte golpe cuyos efectos nocivos se transmiten a la tubería adyacente, bombas, válvulas de cierre, etc., disminuyendo su vida útil. Hemos observado que se suele colocar una válvula tipo clapeta, con bisagra en la parte superior, que consideramos poco adecuada.

Existen válvulas de retención que no se atascan, prácticamente, con aguas sucias. Entre ellas, la que consideramos más idónea es la de clapeta con contrapeso amortiguada (Fig. 1). Esta válvula cierra rápidamente en el 90% de su recorrido y el 10% restante es regulado por el amortiguador para que el cierre sea silencioso y sin golpetazos. La velocidad de cierre del primer 90% del recorrido se puede regular por medio del contrapeso incorporado a la válvula. Aunque el precio de este tipo de

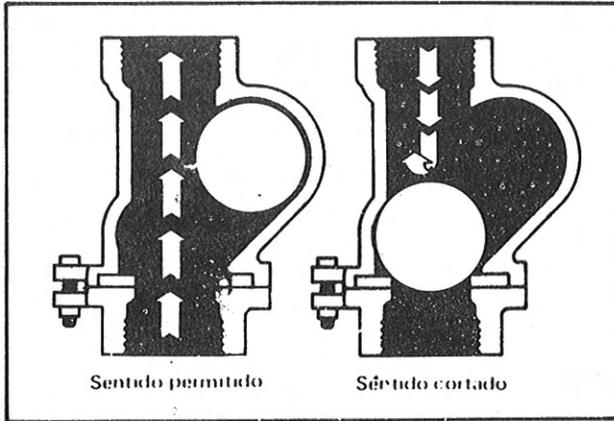


Fig. 2

válvula puede resultar caro, su grado de fiabilidad es muy alto.

Otro tipo de válvula de retención aconsejable para aguas sucias es la de bola (Fig. 2). En este tipo, la obstrucción al paso del agua es mínima, lo que produce muy poca pérdida de carga. La bola debe ser resistente, no deformable, de acero inoxidable y asentar sobre un anillo de goma especial. Este modelo de válvula se puede colocar tanto en posición horizontal como en vertical, con el flujo del agua hacia arriba. Dado que su cierre no es amortiguado, puede causar golpe de ariete al cerrar. No la recomendamos para grandes presiones y, para diámetros superiores a 200 mm, conviene cerciorarse de que funcionará perfectamente.

VENTOSAS PARA AGUAS SUCIAS

Cuando empezamos a analizar los problemas de las impulsiones de aguas residuales, varios técnicos nos indicaron que no existían ventosas fiables. Las ventosas son necesarias en impulsiones con puntos altos para evacuar el aire que se acumula después de su vaciado o también durante la impulsión. Si este aire no se evacúa, se puede originar sobrepresiones que rompan las tuberías o formarse bolas de aire que impidan el paso del agua o reduzcan su caudal. Para eliminar el aire durante el llenado y permitir su entrada en el vaciado de las tuberías, hemos recomendado ventosas como las representadas en la figura 4. Si la impulsión, debido a las características de trabajo de las bombas, introduce aire que se acumula a presión dentro de la tubería, recomendamos la instalación de ventosas del tipo

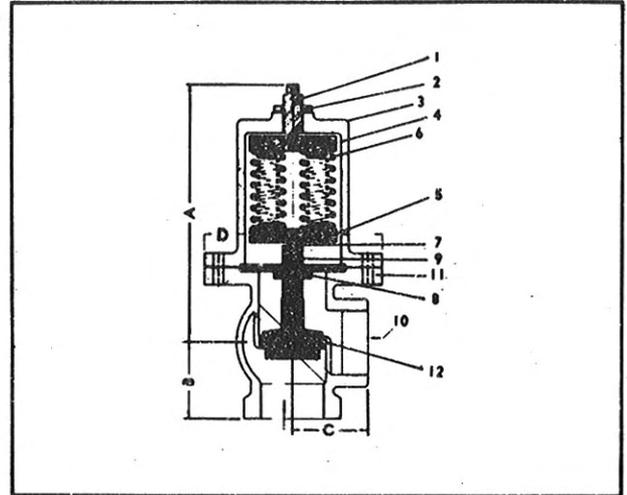


Fig. 3

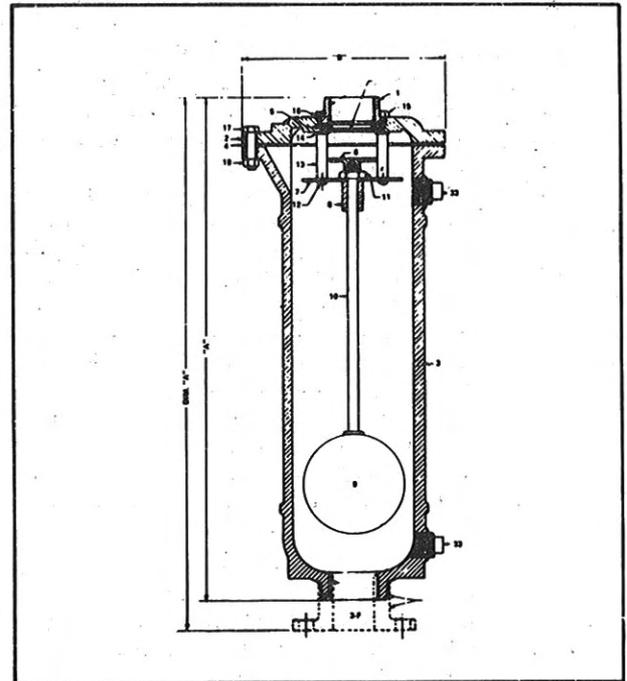


Fig. 4

representado en la figura 5. En ambos modelos los sólidos se acumulan en la parte baja y deben ser limpiados con cierta frecuencia. Para ello se utiliza una manguera como la representada en la figura 5, conectada a la ventosa para poder relizar esa labor sin desmontarla de la tubería.

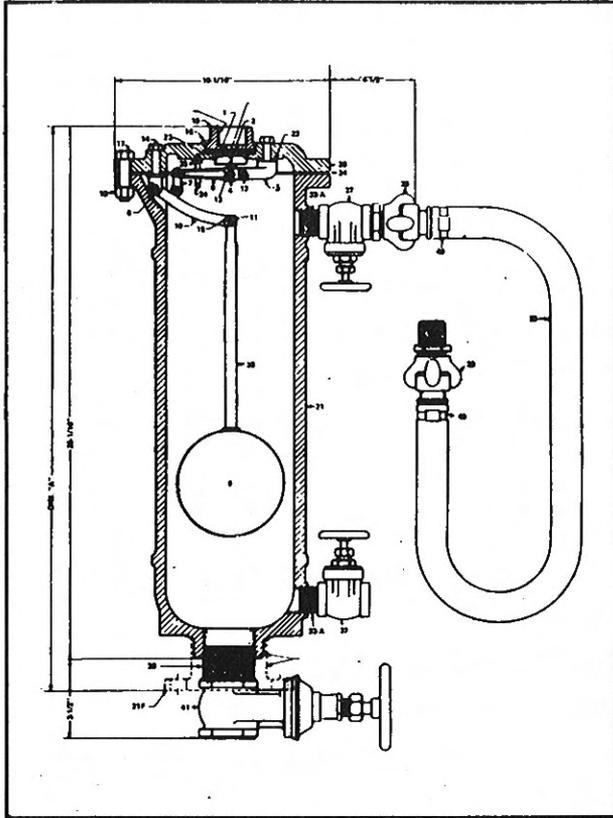


Fig. 5

VALVULAS DE ALIVIO, O DE SEGURIDAD

Una vez que se ha limitado el golpe de ariete con la válvula de retención adecuada, conviene eliminar en lo posible las sobrepresiones que puedan producirse por el mismo. Existen válvulas de alivio de alta tecnología y altos precios que, por lo general, no se justifica su instalación en una impulsión de aguas sucias; de cualquier forma, dada nuestra escasa experiencia en este tipo de válvulas, evitaremos mencionarlas. Las válvulas de alivio que se instalan normalmente son las del tipo "de seguridad". Consisten básicamente en un muelle, con posibilidad de calibrado, que oprime un tapón. Si la presión del agua en la tubería aumenta por encima de la presión a la que se calibro la válvula, ésta se abre dando lugar al alivio de sobrepresiones y a la disminución de los efectos del golpe de ariete. Se ha mejorado esta válvula al incorporarle varios muelles, tal como se ve en la **Figura 3**

RESUMEN

Se han presentado en este artículo soluciones eficaces a los problemas inherentes a las impulsiones de aguas sucias, mencionando distintos tipos de válvulas de retención de gran fiabilidad, una válvula de seguridad perfeccionada y unas ventosas de diseños especial.

VALVULAS MANTENEDORAS DE PRESION: FUNCIONAMIENTO Y APLICACIONES PRACTICAS

Por Manuel Mateos, Ing. de Caminos, Canales y Puertos

1. — INTRODUCCION

Cuando el hombre sintió necesidad de disponer de agua de manera inmediata y cómoda, amplió su actividad ingenieril para construir las captaciones y redes de abastecimiento.

A medida que las ciudades fueron incrementando su población y comenzaron a aprovecharse las corrientes de agua cercanas como desagüe de agua residuales, se hizo necesario abandonar las primitivas fuentes, insuficientes y/o contaminados, y buscar otras más distantes.

Estos cambios plantearon nuevas dificultades, tales como la necesidad de largas conducciones de transporte, la distribución a zonas de distantes cotas geométricas, etc. Todo ello provocó una nueva concepción de las diferentes partes que integran un abastecimiento de aguas en busca de una mayor operatividad. De esa manera, se generalizó la implantación del control automático de las instalaciones en el que las válvulas desempeñan una función esencial.

A continuación, describiremos someramente el principio de funcionamiento y las aplicaciones de un tipo de válvula automática: la válvula mantenedora de presión.

2. — LA VALVULA MANTENEDORA DE PRESION: PRINCIPIOS Y FUNCIONAMIENTO

La válvula, elemento respirador para conductos en presión, mantiene una determinada presión agua arriba del punto donde está instalada. Protege, pues, al tramo de conducción de descargas exageradas provocadas por incrementos de la demanda del consumo de agua, en puntos localizados agua abajo del emplazamiento de la válvula.

Empleando un símil hidráulico, es como si en el punto de ubicación de la válvula hubiese una represa que retuviera parte del caudal fluyente. La válvula

sólo deja pasar el caudal excedente, cumpliendo la misma misión que el aliviadero de la represa.

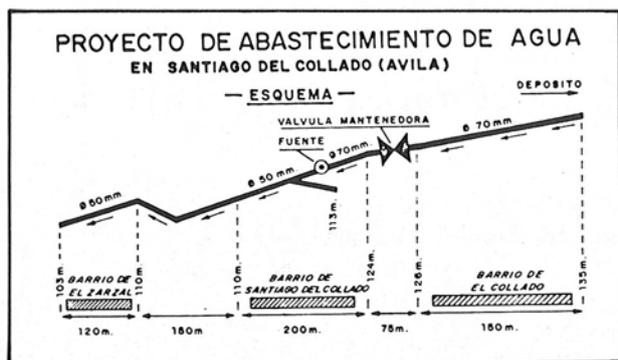
Esta válvula funciona automáticamente accionada por un piloto de tipo pistón. En el caso de que la presión agua arriba de la válvula caiga por debajo del valor conveniente de explotación, el piloto, que previamente se ha regulado para este valor, actúa sobre el pistón cerrando el orificio de paso del flujo de agua. De esta manera, el caudal que pasa a través de la válvula disminuye y se consigue que la presión agua arriba no descienda del valor mínimo que permita una explotación conveniente. (Más detalles acerca del funcionamiento, mecanismos y características del sistema válvula-piloto pueden encontrarse en nuestro artículo «Válvulas reductoras de presión de agua. Funcionamiento y aplicaciones prácticas», CIMBRA, núm. 171, abril 80).

Se colocó una válvula mantenedora en una cota intermedia que elevó, en las horas de máximo consumo, la presión en la parte alta favoreciendo, simultáneamente, las condiciones de abastecimiento de las zonas bajas que empezaron a recibir el agua a la presión óptima de explotación.

3.2. — Mejora de la explotación del abastecimiento de agua en el caso antiguo de Avila

Antiguamente, cuando las razones estratégicas eran tan decisivas en la elección del lugar más apropiado para las ciudades, se prefería situarlas en los puntos más altos favoreciendo así el dominio sobre las tierras circundantes. Muchas ciudades se fundaron pues, sobre un terreno elevado, acotado por murallas, más allá de las cuales aparecían fuertes pendientes y desniveles.

Avila es un fiel ejemplo de este tipo de ciudades que, como tantas otras, se han extendido en barrios extramuros, generalmente bajos en relación al casco histórico, para absorber el crecimiento de su población. La aparición de barrios fuera del recinto amurallado junto con una topografía de fuertes desniveles



da lugar a dificultades en el suministro de agua. Veamos, en el caso concreto de Avila, los problemas que presentaba su red de abastecimiento y las posibles soluciones.

Esta ciudad disponía de una red radial con cuatro arterias que proporcionaban agua a los barrios de reciente construcción. Como estos barrios de extramuros se encontraban más bajos que el casco antiguo el aumento del consumo en ellos incidía negativamente sobre la presión de suministro en la zona alta de la ciudad.

Para paliar es pérdida de presión en el casco antiguo se contaba con las siguientes soluciones clásicas:

- aumentar la presión en las zonas altas por medio de instalaciones de bombeo
- intercalar en cada una de las arterias una torre de unos 30 metros de altura con un aliviadero superior y un depósito con válvula de flotador
- independizar las redes del casco antiguo y de las nuevas zonas de expansión

La solución b), sin entrar en condiciones económicas, no es admisible en un conjunto histórico como el de Avila, en el que se debe evitar la construcción de depósitos elevados que darían lugar a problemas de intrusión visual.

En cuanto a las soluciones a) y c) no eran competitivas, desde un punto de vista económico, con la que se basaba en la instalación de válvulas mantenedoras.

Los inconvenientes derivados de las bajas presiones en el suministro de agua al casco antiguo se solventaron intercalando en la red 4 válvulas mantenedoras de tamaño reducido, dotadas de pilotos regula-

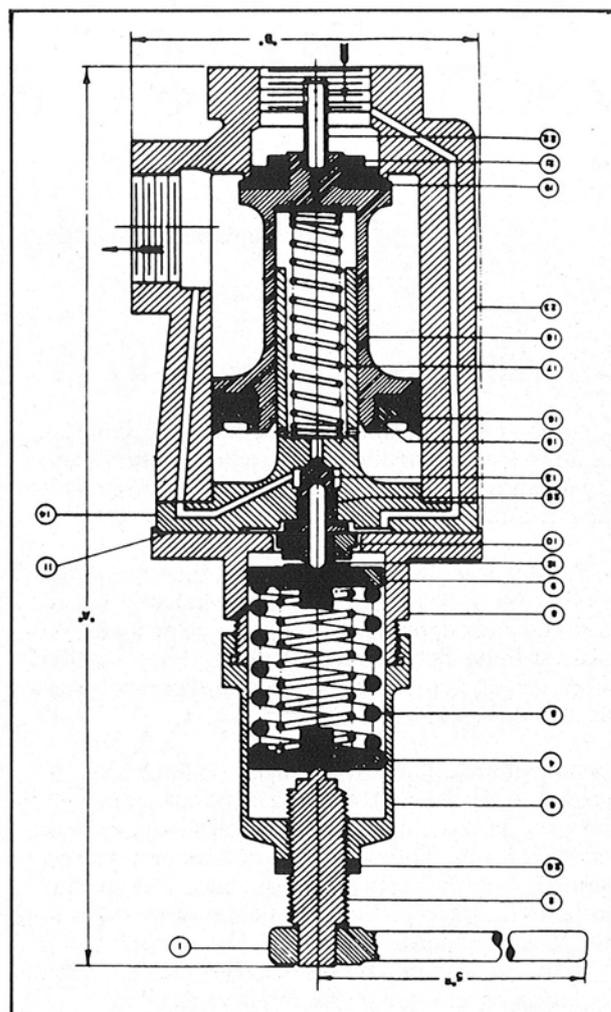


Fig. 1. Sección de válvula mantenedora de presión de pequeño diámetro. Cortesía de la casa Trojan.

bles que podían mantener la presión agua arriba entre 12 y 50 metros, según las necesidades.

3. — APLICACIONES DE LAS VALVULAS MANTENEDORAS DE PRESION

Las válvulas mantenedoras de presión, aún poco conocidas en nuestro país, son muy útiles para solucionar, por un coste reducido, problemas que se presentan constantemente en la explotación de las redes de abastecimiento de agua. Explicamos a continuación, varios casos que se han resuelto favorablemente mediante la instalación de estas válvulas.

3.1. — Solución a un problema de falta de presión en la red de abastecimiento de Santiago del Collado

La red de abastecimiento de Santiago del Collado, localidad situada al oeste de la provincia de Avila, próxima a Piedrahita, es común a la de las aldeas de El Collado y El Zarzal, pertenecientes a su término municipal. En el croquis adjunto pueden apreciarse las características geométricas de esta red de abastecimiento.

Examinado el referido croquis, se comprueba que la diferencia de cotas entre el punto más alto de la red de abastecimiento de El Collado y el más bajo de la misma en Santiago del Collado es de 25 metros. Este acusado desnivel, contribuye a que durante las horas punta la mayor parte del volumen de agua disponible sea absorbido por las demandas de El Zarzal y de Santiago del Collado. Esta circunstancia incide gravemente sobre las disponibilidades de agua para El Collado, hasta tal punto que durante el estiaje los caudales son casi nulos.

La solución tradicional a este problema se fundamenta en la construcción de un depósito elevado de regulación. Se comprende que aunque el depósito sea pequeño la obra requerirá una elevada inversión en materiales y ejecución.

Una solución alternativa a esta tradicional, consiste en instalar una válvula mantenedora inmediatamente agua abajo del barrio de El Collado, asegurando así la presión mínima requerida para el correcto suministro de agua a este barrio de mayor cota.

Se optó por la instalación de la válvula, pues ofrecía importantes ventajas con relación a la construcción del depósito de regulación, entre ellas destacan las siguientes:

- no se precisan expropiaciones, lo que supone un considerable ahorro de tiempo y dinero
- rapidez y facilidad de instalación
- cómoda y sencilla explotación con la posibilidad de cambiar la cota de la presión mantenida accionando un piloto regulable
- posibilidad de reventa de la válvula en el caso de que al modificarse las condiciones o exigencias de la explotación ya no sea necesaria.

Una situación similar a la que hemos descrito se presentó en el suministro de agua a un barrio de la ciudad de Segovia. En este caso, las diferencias de cota entre las partes alta y baja de la ciudad era de hasta 120 metros produciéndose, por ello, un exceso

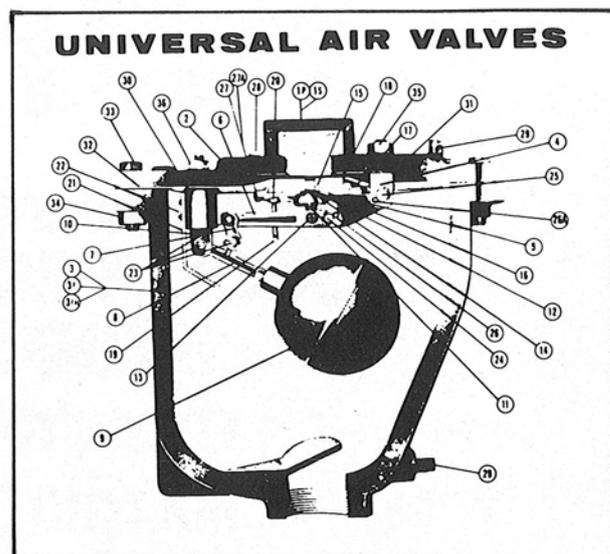


Fig. 2. Sección de ventosa Universal de triple función: permite la entrada de aire durante el vaciado, la salida de aire durante el llenado y elimina el aire cuando la tubería trabaja bajo presión. Cortesía de la casa Hy-Con.

de presión en las conducciones que discurrían por la zona baja en detrimento del consumo de la parte alta.

3.3. — Solución a problemas de descebamiento en anti-impulsiones

Es conveniente evitar que la conducción de llenado de un depósito se quede vacía, pues en ese caso se llenaría de aire y pueden presentarse situaciones peligrosas durante la evacuación de éste, si las ventosas no funcionan eficazmente.

Para impedir el vaciado de las conducciones de llenado es recomendable instalar agua arriba de la válvula de flotador del depósito una válvula mantenedora que se cerrará cuando la presión en la tubería sea inferior a un valor establecido. De esta forma, siempre quedará agua en la tubería eliminándose los problemas derivados de la evaluación de aire.

3.4. — Solución a las cavitaciones en válvulas de llenado de depósitos

Hemos estudiado en detalle los fallos que se producen en las válvulas de flotador (ver nuestra comunicación a la revista CIMBRA, Octubre 81); entre ellos, nos interesa destacar aquí los debidos a presiones elevadas en la conducción de llenado del depósito.

Nuestra experiencia nos confirma que cuando las presiones en la tubería de entrada son superiores a 25 m. de columna de agua se producen en la válvula cavitaciones y erosiones debidas al brusco descenso de la presión y a las altas velocidades de circulación del agua a través de la válvula.

Para obviar estos inconvenientes aconsejamos instalar una válvula mantenedora aguas arriba de la de flotador. Se consigue así una regulación del caudal de entrada al depósito y una disminución de la velocidad del flujo de agua en la válvula.

También se puede conseguir el mismo efecto incorporando a la válvula de llenado, ya sea de flotador o de altitud, un piloto especialmente diseñado que permite que ésta funcione además como mantenedora. Se evita así el coste de la válvula mantenedora.

3.5. — Aprovechamiento de una estación de bombeo diseñada por exceso

Un problema que se nos consultó fue el de la posibilidad de utilizar un grupo moto-bomba que impulsaba a una presión de 10 kg/cm² cuando la tubería de la impulsión sólo soportaba 7 kg/cm². En este caso se recomendó una válvula mantenedora que aliviaba la presión por encima de los 7 kg/cm² devolviendo el caudal de alivio al pozo de toma. Esta válvula estaba complementada con una válvula reductora de presión que mantenía la presión en la tubería, constante a 7 kg/cm². De esta forma se solucionó el problema con una inversión mínima.

3.6. — Solución a la falta de presión en caseríos de montaña que se abastecen por derivación de una tubería principal

En varios de estos casos los caseríos (o aldeas) no pueden disponer de agua porque no se mantiene la presión. Para ello se puede instalar una válvula mantenedora en la tubería principal agua abajo de la toma de la derivación. Esta válvula se mantiene abierta para presiones mayores de aquella de calibración. Si la presión baja de la mínima se cerraría completamente. Por ello conviene colocar agua abajo de la válvula mantenedora una ventosa del tipo universal (Fig. 2).

4. — FUNCIONES ADICIONALES DE LAS VALVULAS MANTENEDORAS

En el epígrafe anterior se han citado una serie de casos que ponen de manifiesto la utilidad de las válvulas mantenedoras de presión para resolver las dificultades que continuamente se presentan en las redes de abastecimiento de agua.

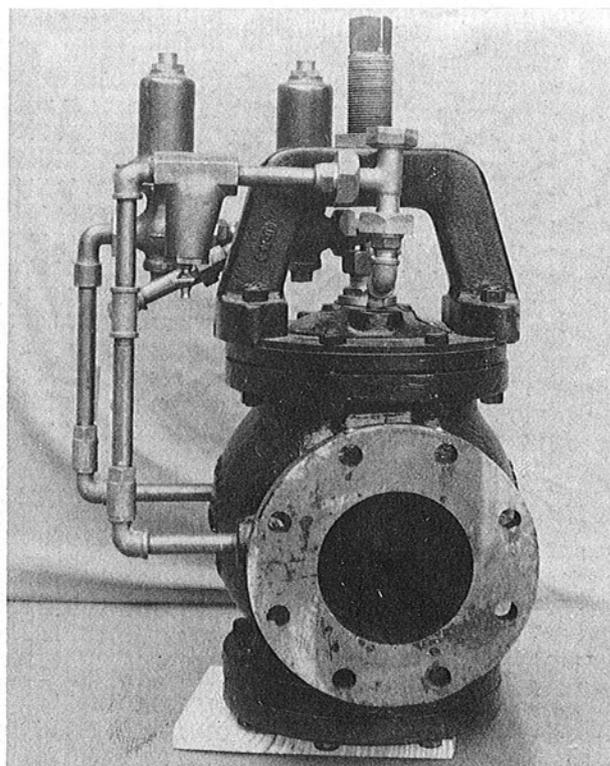


Fig. 3. Válvula mantenedora de función múltiple. Es además reductora de presión y limitadora de caudal máximo. Cortesía de la casa Ross.

Estas válvulas, además de mantener la presión, pueden realizar otras funciones adicionales si se les incorporan los pilotos convenientes; entre ellas, citaremos las siguientes:

- reductora con presión de salida constante
- válvula de retención, es decir anti-retorno
- válvula de llenado de depósitos tanto del tipo flotador como de altitud
- limitadora de caudal
- válvula que permite la circulación del agua en sentido contrario, en el caso de que la presión aguas arriba sea inferior a la de aguas abajo
- reductora y de retención simultáneamente
- limitadora de caudal y reductora.

5. — CONCLUSION

Consideramos que las amplias posibilidades ofrecidas por las válvulas mantenedoras de presión, junto a su bajo precio y facilidad de instalación y manejo pueden contribuir sensiblemente a la optimización del diseño y de la explotación de las instalaciones de suministro de agua.

FACTORES DETERMINANTES EN LA ELECCION DE UNA VALVULA PARA CONTROLAR EL LLENADO DE DEPOSITOS DE AGUA

por Manuel Mateos. Ing. C.C. y P., Ing. T. de O.P. Professional Civil Engineer.

RESUMEN

Las válvulas de flotador son utilizadas normalmente para el llenado de depósitos de agua. La selección del modelo de válvula más adecuado, depende de un conjunto de datos, características y situaciones, que deberán estudiarse antes de tomar la decisión definitiva, con el fin de optimizar el funcionamiento y rendimiento de la válvula de flotador.

INTRODUCCION

La elección de una válvula de flotador adecuada es, en general, difícil. Corrientemente se hace la elección basándose únicamente en el tamaño de la tubería que conduce el agua al depósito. Por ello hay una parte muy importante de válvulas que no cumplen adecuadamente su misión.

En general el tamaño de la tubería carece de importancia. Los datos realmente necesarios son:

- Caudal; sus variaciones, caudal máximo y mínimo.
- Presión estática, a válvula cerrada.
- Presión dinámica, cuando la válvula está abierta.
- Longitud de la tubería que abastece al depósito.
- Si se trata de una impulsión o el agua baja por gravedad.
- Características del depósito, si es elevado o no.
- En depósitos enterrados, altura máxima de la lámina de agua sobre el eje de la tubería a la entrada del depósito.
- Indicar si se desea una apertura diferida de la válvula, o solo a determinadas horas, o llenar solamente el depósito cuando haya un exceso de presión.
- Indicar si es un depósito auxiliar de cola, o regulador.
- Considerar en depósitos con dos o más compartimentos si se instalan varias válvulas de llenado o solamente una.
- Capacidad del depósito.

SUMMARY

The float valves are normally used for the filling of water deposits. The choice of the most adequate valve depends upon a complexity of data, characteristics and situations, which should be studied before taking the final decision, with the object of making the behaviour and the output of the float valve the most favourable as possible.

TIPO DE VALVULA

Con los datos anteriores se suele hacer una primera consideración para la elección de la válvula adecuada analizando si se necesita:

- De boya (flotador) y tapón simple.
- No equilibrada hidráulicamente.
- Equilibrada hidráulicamente para que no existan presiones internas.
- Que no origine golpe de ariete.

Las circunstancias particulares de cada instalación influirán en el tipo de accionamiento, que puede ser:

- (a) Por boya (flotador) - (b) Por pilotos de presión
- (c) Eléctrico con motor - (d) Eléctrico con válvula de solenoide - (e) In-situ - (f) A distancia.

Es de suma importancia el análisis de las presiones dinámicas, o de trabajo, en el lugar donde vaya a instalarse la válvula. Para un análisis simplificado podemos dividir tales presiones en los siguientes grupos:

- Hasta 10 metros de columna de agua.
- De 10 a 30 m.c.a.
- De 30 a 50 m.c.a.
- De más de 50 m.c.a.

Hasta 10 m.c.a. prácticamente no existen problemas, excepto con ciertos tipos de válvulas que puedan causar golpe de ariete.

De 10 a 30 m.c.a. de presión conviene utilizar válvulas equilibradas hidráulicamente para no tener presiones internas.

De 30 a 50 m.c.a. hay que considerar que puede existir cavitación capaz de destruir la válvula. Por ello conviene colocar antes de la válvula de llenado los depósitos una válvula mantenedora de presión. En algunos tipos de válvulas se les puede incorporar este mecanismo, con lo que se reducen los costes. De esta manera, la válvula de llenado de depósitos puede tener una apertura modulante, retener parte de la presión, y reducir o paliar la cavitación.

Sobre 50 m.c.a. de presión dinámica hay que analizar el problema adecuadamente. Recomendamos bajar previamente la presión, a veces en un sistema que incluya una mantenedora de presión. Es necesario tener en cuenta que la válvula reductora de presión colocada antes de la válvula de control de llenado de depósitos sería un gasto inútil, pues la válvula reductora no actuaría como tal, sino que se mantendría completamente abierta. Ultimamente estamos analizando unos discriminadores de caudal, baratos, para poder bajar la presión a cotas menos peligrosas.

CONDICIONANTES

A veces el llenado de depósitos ofrece ciertas particularidades, algunas de las cuales analizamos a continuación:

- Que la válvula solo se abra en las horas nocturnas, por aprovechar precios económicos de la electricidad.
- Que la apertura se realice cuando el nivel del agua haya descendido una cierta distancia, para aminorar las puestas en marcha de las bombas.
- Que la válvula no produzca ruidos excesivos al cerrarse cuando el depósito está ubicado en zona urbana.
- Si hay peligro de heladas fuertes, las válvulas de boya pueden quedar inutilizadas si el flotador queda aprisionado en una capa de hielo. Se suelen emplear en este caso válvulas de altitud, mandadas por pilotos que captan la presión.
- En depósitos de emergencia, o reguladores, se suele necesitar una válvula de acción doble: que sirva para llenar el depósito cuando hay exceso de presión en la red y que también sirva para suministrar agua del depósito a la red cuando baje la presión en la red. Este caso es frecuente en la utilización de viejos depósitos de cola.
- Puede haber preferencia en instalar la válvula en la cámara de llaves, y no dentro del depósito, para poder observarla, limpiarla, etc.
- Hay que tener en cuenta si las aguas son agresivas, saladas o yesosas, sucias, o que contengan carbonatos. Algunas aguas pueden actuar como electrolitos y formar pilas entre los distintos metales de la válvula, pudiendo inutilizarse ésta en menos de un año. Si existieran carbonatos podría ser necesario neutralizarlos magnéticamente.

- En algunos depósitos puede haber limitación de espacio, lo que se refiere al tamaño del flotador o la necesidad de realizar una obra civil voluminosa, y preferir una válvula de dimensiones reducidas, o no excesivas. Hay válvulas que pueden controlar hasta 2.400 litros por segundo con flotadores de tamaño no superior a 30 cm de diámetro, o con pilotos de muy reducidas dimensiones.
- En algunas ocasiones se necesita una válvula de cierre hermético para que no descarguen las tuberías cuando las bombas actúan por bajada de presión en la tubería.
- A veces es necesario colocar una válvula que no se cierre y abra debido a cualquier fluctuación en el nivel máximo de la lámina de agua por el pequeño oleaje que se forma por la descarga de agua en el depósito. Esto puede ocurrir en válvulas del tipo boya y tapón y no ocurren aquellas en que las fluctuaciones de la boya están absorbidas por un sistema hidráulico o de cámaras internas de la válvula.
- En depósitos elevados nunca es recomendable el colocar una válvula de flotador cuando el caudal es importante; dicho de otra manera, cuando la válvula no sea manejable por un operario por pesar más de 25 kg. Se debe colocar entonces la válvula en tierra para evitar importantes coste de elevación y colocación de la válvula. Existe una variedad de válvulas que pueden hacer su función en tierra, desde la cámara de llaves, siendo mandadas desde el depósito por un pequeño flotador o también por medio de pilotos especiales colocados en la misma válvula.
- Evitar el vaciado de un depósito cuando haya rotura en la red. Este caso se ha presentado en algunas poblaciones para evitar costosas indemnizaciones. Existen dos tipos de válvulas que se cierran al haber una rotura: las que actúan al aumentar la velocidad y las que actúan al bajar la presión. Estas últimas suelen ser más económicas que las primeras. Ambas admiten la posibilidad de ser mandadas a distancia. Tanto uno como otro tipo puede ser accionado sin electricidad, es decir son automáticas.

BIBLIOGRAFIA

- "Abajo las Válvulas de Flotador", por M. Mateos. CIMBRA, octubre 1981.
- "Válvulas para Controlar el Llenado de Depósitos: Estudio de 24 Casos Especiales", por M. Mateos. CIMBRA, diciembre 1982.
- "Fallos e Inconvenientes del Accionamiento Eléctrico en las Válvulas para Llenado de Depósitos", por M. Mateos. CIMBRA, noviembre 1983.
- "Supresión de Inundaciones por Roturas en Tuberías de Abastecimientos de Agua", por M. Mateos. CIMBRA, abril 1982.
- "Casos Adicionales Especiales de Válvulas para Controlar el Llenado de Depósitos", Informe, 1983.

VALVULAS DE SEGURIDAD PARA ELIMINAR INUNDACIONES POR ROTURAS EN TUBERIAS FALLOS E INCONVENIENTES DEL ACCIONAMIENTO ELECTRICO

Por Manuel Mateos, Ingeniero Civil, Asesor de Válvulas Automáticas Ross

Ningún abastecimiento de agua está libre de roturas. Estas se ocasionan por sobrecargas causadas por rellenos en exceso, asentamientos causados por las vibraciones del tráfico, fallos en el terreno de asiento, corrosión de las tuberías, bridas y tornillos de hierro o acero por formación de pares galvánicos, desintegración de los tubos de hormigón por aguas ácidas o sulfurosas, por sobrepresiones o golpes de ariete ocasionados al cerrarse rápidamente una válvula, por deterioro de las armaduras de tuberías de hormigón armado por efecto de corrientes parásitas, por presión de bolsas de aire, etc.

Las roturas pueden causar inundaciones, algunas de las cuales pueden originar grandes pérdidas materiales al inundar pisos bajos o sótanos, impedir el tránsito, anegar campos de cultivo, etc. También pueden ocasionar pérdidas económicas al desperdiciarse importantes cantidades de agua en lugares donde ésta escasea.

Para evitar las inundaciones se puede recurrir a la instalación de válvulas que se cierran al producirse una rotura de importancia en la conducción. De esta manera, los depósitos de agua no se vacían y se reduce al caudal vertido al exterior en el lugar de la rotura. Tales válvulas deben, naturalmente, ser completamente automáticas. Es decir, que trabajan por sí mismas sin depender de ninguna fuente de energía exterior, tomando la energía del agua que pasa por la tubería. Podemos distinguir dos tipos de válvulas, o mejor dicho dos formas distintas de actuar:

1. Por un aumento en la velocidad del agua.
2. Por una disminución en la presión del agua.

Ambas particularidades se dan al haber una rotura importante. Al aumentar el caudal que pasa por la tu-

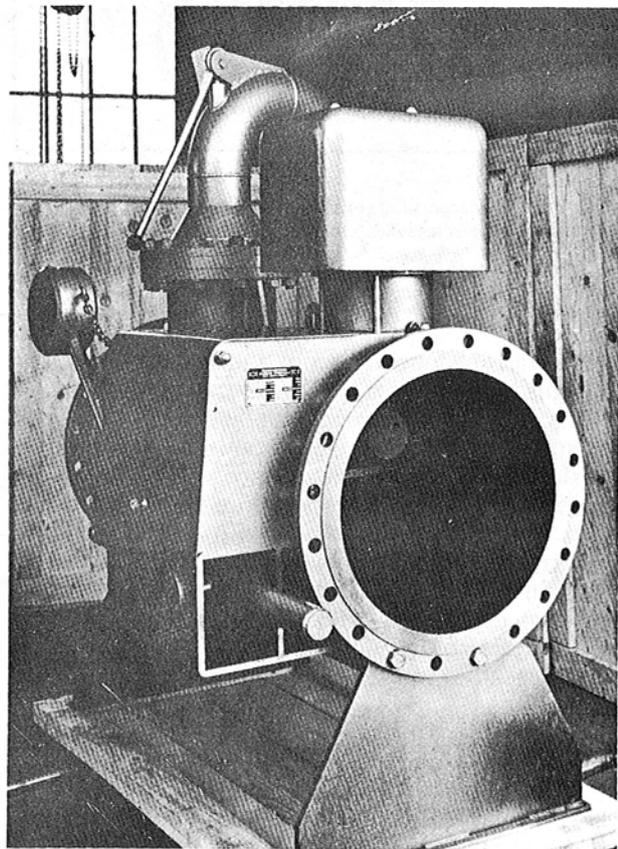


Fig. 1. Válvula de seguridad contra inundaciones que actúa al aumentar la velocidad del agua, sin electricidad. Cortesía de la casa Ramus.

bería, para compensar el que sale por la rotura, aumenta la velocidad del agua y disminuye la presión.

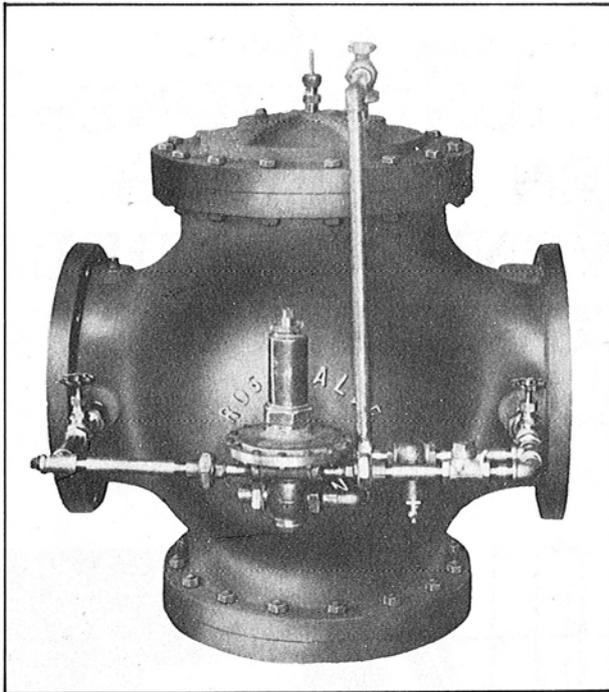


Fig. 2 Válvula de seguridad contra inundaciones que actúa por caída de presión, sin electricidad. Cortesía de la casa Ross.

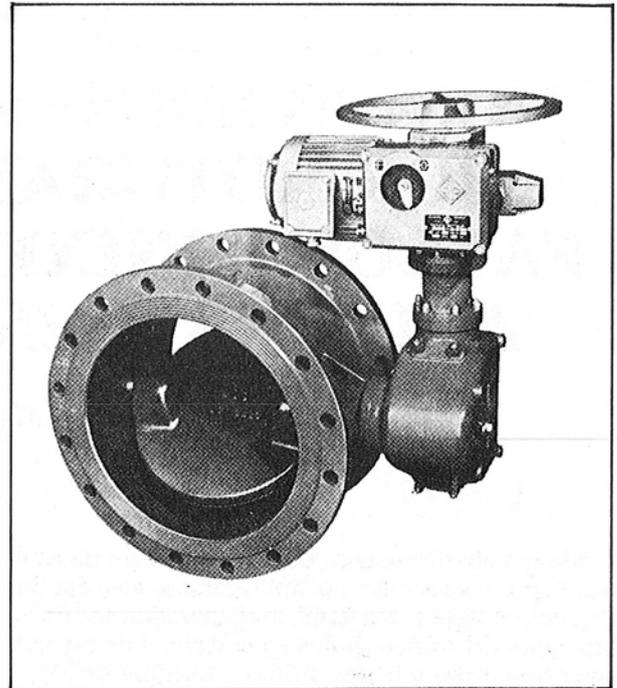


Fig. 3. Modelo de válvula de mariposa accionada por motor eléctrico. Cortesía de la casa Ramus.

Las válvulas que actúan al aumentar la velocidad del agua llevan una paleta dentro de la tubería que se desplaza al aumentar la velocidad del fluido. Este desplazamiento actúa sobre un mecanismo que deja libre un sistema hidráulico de contrapesos que hacen que se cierre la válvula. Para pequeños diámetros de tubería suele bastar con sólo un ritmo de cierre, pero para grandes diámetros se aconseja que existan dos ritmos; uno rápido para cortar lo antes posible la mayor parte del caudal, y finalmente uno lento para evitar los desastrosos golpes de ariete. Pueden actuar en un sólo sentido, que es lo normal, o en los dos sentidos.

Las válvulas que actúan al disminuir la presión, llevan un sensor de presiones aguas abajo y cuando éstas son menores que las establecidas en el tarado previo, se cierra la válvula.

Ambos tipos de válvulas se pueden operar a distancia para cerrarlas a voluntad si se les incorpora un sistema de telemando o una pequeña válvula de solenoide.

Estos tipos de válvulas contra inundaciones necesitan un tarado, una vez colocadas, para adaptarlas a

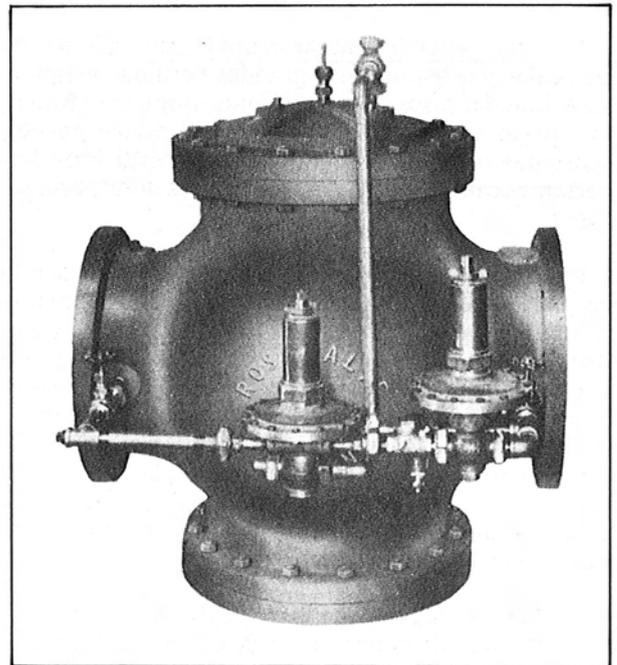


Fig. 4. Válvula Ross-Mateos que es a la vez reductora-reguladora de presión y se cierra al haber una rotura en las tuberías.

las condiciones normales de funcionamiento. Si cambian las necesidades de consumo pueden necesitar nuevos tarados para que no se disparen sin necesidad, pero el tarado se realiza fácilmente.

Estas válvulas contra inundaciones no son utilizadas en nuestro país con la suficiente amplitud; sin embargo, su existencia debe ser conocida para una mejor evaluación de las soluciones a los problemas de rotura en tuberías.

El funcionamiento de las válvulas anteriormente descritas se realiza tomando energía de la propia conducción, sin necesidad de energía externa. En las que actúan al producirse un aumento en la velocidad del agua a veces se emplea electricidad para su accionamiento. Estas válvulas suelen ser de mariposa con un motor eléctrico (**Figura 3**).

Las válvulas de seguridad no deben tener fallos. Los sistemas de cierre automático deben ser perfectos y estar bien conservados. Deben llevar mecanismos de comprobación del sistema y disparo simulado del cierre automático. Hemos analizado algunos fallos e intervenido en algunas instalaciones, contribuyendo al desarrollo de una válvula con doble función (ver **Fig. 4**). En cuanto a las de accionamiento eléctrico exponemos a continuación los posibles fallos que hemos visto pueden ocurrir.

a) Las interrupciones en el suministro de energía eléctrica, debidos a temporales u otras causas, dejan la válvula fuera de servicio. Con frecuencia las roturas de tuberías y el fallo en el suministro eléctrico ocurren, por desgracia simultáneamente.

b) El circuito eléctrico que acciona el cierre de la válvula, puede realimentarse al poner en marcha una estación de bombeo u otro motor cualquiera. En tal caso la válvula se cerraría a destiempo, con los consiguientes trastornos.

c) El relé térmico del contactor, regulado para la intensidad del motor, puede saltar por falta de conservación electromecánica, dejando sin energía al sistema de accionamiento de la válvula.

d) Pueden también establecerse corrientes de defecto a tierra. En este caso se pueden neutralizar con un cortocircuito diferencial, pero ello dejaría sin corriente a la instalación e inutilizaría el sistema.

Además de los fallos citados, conviene tener en cuenta que el accionamiento eléctrico requiere voltajes medios de 220 ó 380 V que, en un medio húmedo, como son los lugares donde están instaladas las vál-

vulas, entraña graves riesgos de electrocución para los operarios encargados de su manejo.

Creemos que la mejor solución es prescindir de la energía eléctrica y utilizar válvulas que tomen la energía necesaria para su funcionamiento de la presiones del agua de la conducción.

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE EN IMPULSIONES PROTEGIDAS POR VALVULAS DE ALIVIO

Por: E. Cabrera*; V. Espert*; M. Mateos**, *** y B. López***

* Cátedra Mecánica de Fluidos E.T.S.I.I. U.P.V.

** Cátedra de Servicios Urbanos, E.U.I.T. de Obras Públicas U.P.M.

*** Ingenieros de válvulas Automáticas Ross.

RESUMEN

En las impulsiones de agua se tiende a aprovechar cada vez fuentes más profundas y a elevar el agua a mayores alturas y distancias. Esto conlleva enfrentarse con fuertes golpes de ariete y a reconsiderar la utilidad y el coste de los dispositivos tradicionales de protección de las instalaciones frente al uso de más modernos métodos como las válvulas de alivio, cuyo análisis y simulación por ordenador se presenta en esta comunicación.

SUMMARY

In pump discharge lines there is a tendency to take more advantage of deeper sources and to elevate the water to greater heights and to transport it to longer distances. This brings us serious problems with the water hammer; thus, the usefulness and cost-effectiveness of traditional devices for the protection of the installation should be evaluated in contrast with more modern methods such as relief valves. In this paper we give an evaluation of these methods using a computer simulation.

1. INTRODUCCION

La casa de válvulas Automáticas Ross está utilizando una válvula de descarga rápida de diseño especial, o válvula de alivio compensada, para anular las sobrepresiones del golpe de ariete. Esta válvula fue analizada primeramente por la American Lafrance Fire Apparatus, de Elmira, estado de Nueva York, de donde se obtuvieron los gráficos de la figura 6. Ha sido utilizada durante más de 20 años en bombeos así como en instalaciones contra incendios.

Para disponer de un análisis completo de su comportamiento, se encargó a la Cátedra de Mecánica de Fluidos de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Valencia, un estudio comparativo de la mencionada válvula de alivio, que fue desarrollado en colaboración.

En efecto, el estudio y control de transitorios hidráulicos resulta imprescindible para un adecuado dimensionamiento de la tubería, ya que un error de cálculo por exceso comporta un innecesario encarecimiento de la instalación, en tanto que si el error es por defecto

las consecuencias aun son peores, dado que las roturas y averías son más frecuentes.

Si la causa de las sobrepresiones son las variaciones de velocidad del fluido en la conducción, todos los sistemas de protección deberán procurar ralentizar estos cambios de régimen, bien aumentando la inercia del sistema (caso del calderín de aire o del volante de inercia), o bien tratando que la velocidad del fluido se reduzca de un modo más lento como es el caso de las válvulas de alivio.

Como quiera que su empleo se va generalizando de manera notable, vamos a analizar su funcionamiento y a discutir su eficacia a la vista de los resultados obtenidos en el ejemplo que al efecto desarrollaremos.

2. TIPOS DE VALVULAS EMPLEADAS. CARACTERIZACION MATEMATICA

En el control de transitorios hidráulicos las válvulas más ampliamente utilizadas son:

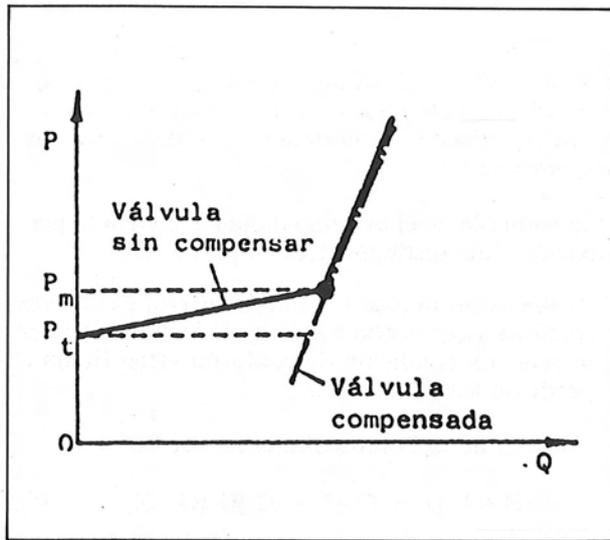


Fig. 4 Relación p-Q a través de una válvula de seguridad.

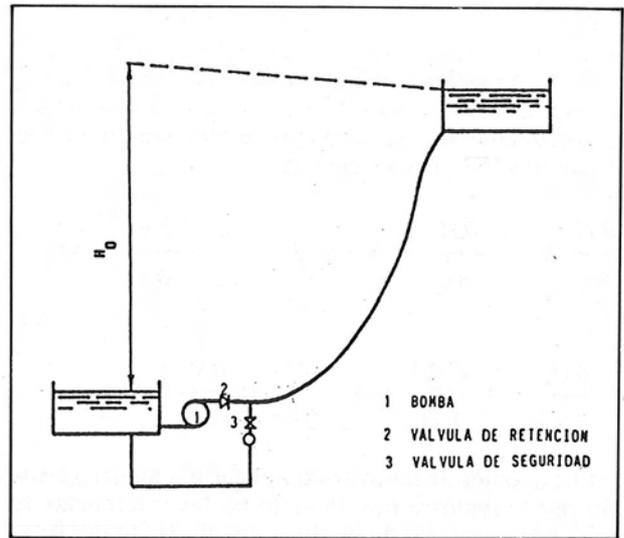


Fig. 5 Esquema de impulsión.

y tratamiento analítico en (3) en donde también se dan algunos ejemplos prácticos.

En las válvulas de seguridad (figura 2) cabe distinguir dos presiones, a saber p_r (presión de tarado) y p_m (presión de máxima apertura de la válvula). El flujo de paso Q , a través de la válvula vendrá dado (ver referencia 4) por:

$$\begin{aligned}
 Q &= 0 && \text{para } p < p_r \\
 Q &= k (p - p_r) \sqrt{p} && \text{para } p_r < p < p_m \quad (1) \\
 Q &= k' \sqrt{p} && \text{para } p > p_m
 \end{aligned}$$

mientras que en las válvulas de seguridad compensadas presión de trabajo y presión máxima coinciden ($p_m \equiv p_r$) y en consecuencia la caracterización es:

$$\begin{aligned}
 Q &= 0 && \text{para } p < p_r \\
 Q &= k \sqrt{p} && \text{para } p > p_r \quad (2)
 \end{aligned}$$

Si tomamos logaritmos en las expresiones (1) y (2) se tiene:

Si tomamos logaritmos en las expresiones (1) y (2) se tiene:

***) Válvula de seguridad (alivio no compensada)**

$$\begin{aligned}
 \log Q &= \log k + \log (p - p_r) + \frac{1}{2} \log p && p_r < p < p_m \\
 \log Q &= \log k' + \frac{1}{2} \log p && p > p_m \quad (3)
 \end{aligned}$$

***) Válvula de seguridad compensada**

$$\begin{aligned}
 \log Q &= \log k' + \frac{1}{2} \log p \\
 \log p &= \log C + 2 \log Q && p > p_r \quad (4)
 \end{aligned}$$

Las leyes (3) y (4) que relacionan presión y caudal desaguado a través de las válvulas de seguridad han sido trasladadas a una gráfica logarítmica en la figura 4.

La ley de variación p-Q en las válvulas compensadas tiene vigencia a partir de la presión de tarado p_r , que puede ser libremente modificada. En las válvulas no compensadas hay que trasladar la ordenada en el origen de la recta característica cuando se modifique p_r .

En la práctica los coeficientes que acompañan a p cuando se ha resuelto con respecto a Q , despejando (de valores $\frac{1}{2}$ y 2), son algo diferentes y dependen de la realización de la válvula. No nos preocupa porque ajustaremos las curvas que los fabricantes obtienen en sus bancos de ensayos.

3. RESOLUCION DEL PROBLEMA DEL GOLPE DE ARIETE. CONDICIONES DE CONTORNO

Vamos a estudiar una impulsión convencional protegida por una válvula de alivio compensada. Supongamos que corresponde al bombeo que se detalla en la figura 5.

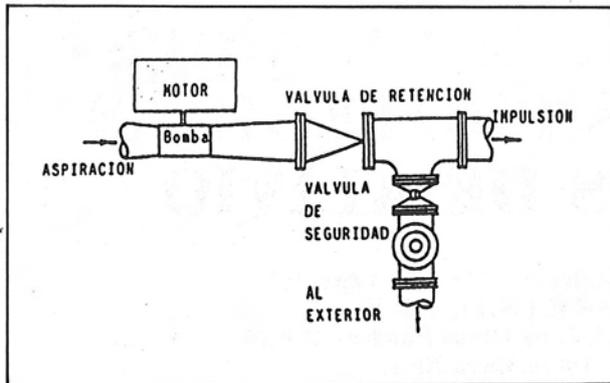


Fig. 1 Detalle del montaje válvula seguridad.

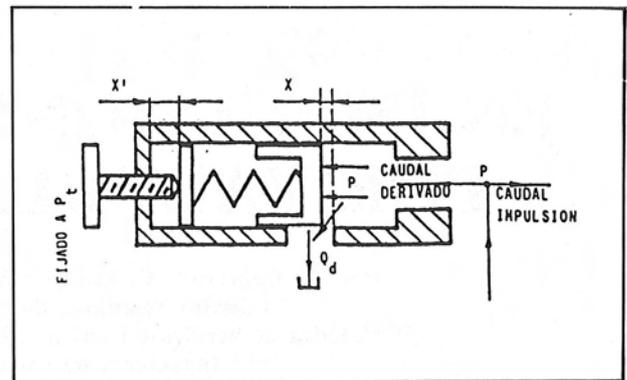


Fig. 2 Detalle de una válvula de seguridad.

- a) **Válvulas de retención:** sobradamente conocidas y con el claro objeto de evitar flujos de retroceso más que de limitar sobrepresiones, salvo en el caso que se dispongan escalonadamente a lo largo de la tubería. Se instalan en serie con la conducción. (Referencias 3, 6, 7, 8 y 11).
- b) **Ventosas:** válvulas éstas que permiten el flujo de aire y que están especialmente preparadas para limitar las depresiones, así como posibilitar la salida de aire confinado en la conducción. Controlan, pues, de una manera automática el flujo de aire en uno u otro sentido. (Referencias 3 y 9).
- c) **Válvulas de seguridad:** que se instalan en acoplamiento en "T" con la conducción generalmente junto al grupo impulsor y aguas abajo del mismo. Taradas a una determinada presión, abren cuando ésta se alcanza permitiendo la descarga de agua a su través y evitando que la presión se dispare. Un croquis del montaje usual es el que detallamos en la **figura 1**. Estas son válvulas "de muelles y tapón".

El principio de funcionamiento es bien sencillo y puede seguirse con auxilio de la **figura 2**.

Como veremos, en tanto en cuanto no se alcance la presión de tarado p_t del muelle, éste no cede, y la válvula permanece cerrada. A medida que la presión aumenta la sección de paso va creciendo hasta llegar a la plena apertura de la válvula.

- d) **Válvulas de seguridad compensada:** análogas a las anteriores en su concepción funcional pero que incorpora un pilotaje adicional al objeto de que en cuanto se alcance la presión de tarado p , que vence al muelle m_1 , la apertura de la sección de paso de la válvula sea total, y prácticamente instantánea por

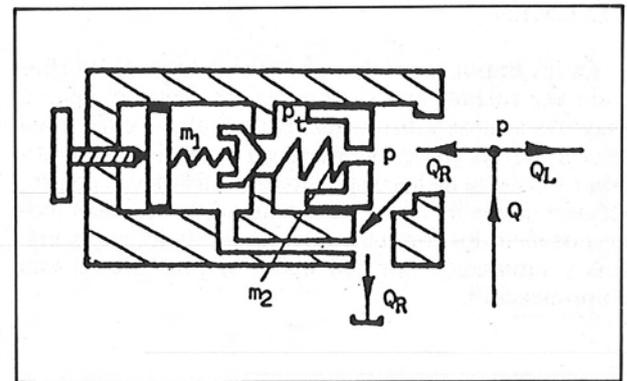


Fig. 3 Detalle de una válvula de seguridad compensada.

cuanto la presión del muelle m_2 que es lo que da lugar a la apertura definitiva tiene una constante elástica muy baja. En la **figura 3** encontramos el detalle de un dispositivo como el descrito.

- e) **Válvulas reguladoras de presión,** que tienen como objeto primordial el control de la presión del sistema no sólo durante los arranques y paradas sino también ante cualquier otra circunstancia que aparezca durante el régimen de funcionamiento. Se instalan, por lo general, en serie si bien pueden encontrarse dispuestas en paralelo. (Referencias 2, 3 y 10).

En lo que sigue nos vamos a referir a las válvulas descritas en los apartados c y d conocidas con el nombre genérico de "válvulas de alivio" al ser las más ampliamente utilizadas por su eficacia y sencillez. En cuanto a las ventosas y a las válvulas reguladoras de presión puede seguirse con detalle su caracterización

Para su estudio vamos a utilizar el conocido método de las características que consiste en integrar a lo largo de direcciones bien definidas en el plano x-t el sistema de ecuaciones diferenciales que transmite las perturbaciones generadas en un determinado punto de la conducción. Tal sistema es:

$$\frac{\partial H}{\partial x} V + \frac{\partial H}{\partial t} + V \operatorname{sen} \theta + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (5)$$

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + f \frac{V |V|}{2 D} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

Los detalles de tal método aplicado a nuestro estudio puede seguirse por ejemplo en las referencias 1, 2 y 3. Por ser sobradamente conocido no lo desarrollaremos.

En cuanto a las condiciones de contorno, la correspondiente al extremo del depósito de descarga no puede ser más sencilla: la altura piezométrica es constante e igual a la cota geométrica del depósito. La velocidad en este punto se determina a partir de la ecuación característica C*.

Sin embargo en el extremo donde se genera la perturbación cabe distinguir tres etapas:

a) Acaba de producirse el fallo de energía y el fluido continúa ascendiendo a lo largo de la impulsión por inercia. La condición de contorno viene fijada a partir de las ecuaciones:

— Curva de la bomba altura caudal

$$H(O, t) = C \alpha^2 - D [Q(O, t)]^2 \quad (6)$$

— Curva rendimiento-caudal del grupo impulsor

DATOS DEL PROBLEMA														
PUNTO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
COTA:	0.0	12.0	24.0	36.0	48.0	60.0	72.0	84.0	96.0	108.0	120.0			
DIST BOMB:	0	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500			
LONG=	1500 M	R= 063 M/S		DIAMT= .25 M		FRICT= .016								
HISP=	0.00 M	HIMP= 120.00 M		GIRO= 2450 RPM		INER= 4.0 K.M2								
CURVA CARACTERISTICA BOMBA	H= 152.57 - 16695.37 Q^2					CURVA RENDIMIENTO BOMBA	R= 33.79 10-399 Q^2							
SPEED1=	0.06 M/S	CAUD1= 0.042 M3/S		PUMP1= 123.54 M		REND1= 0.715								
PRESIONES, ALTURAS Y VELOCIDADES EN 11 PUNTOS DE LA TUBERIA														
TIME	ALFA	BETA	P10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.000	1.000	1.000	P=	123.64	111.10	98.83	86.48	74.12	61.77	49.42	37.06	24.71	12.35	0.00
			H=	123.64	123.10	122.83	122.48	122.12	121.77	121.42	121.06	120.71	120.36	120.00
			V=	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
5.562			P=	152.10	139.50	127.35	114.41	101.11	87.30	73.27	59.70	45.69	32.09	0.00
			H=	152.10	161.30	161.35	160.41	149.11	147.30	145.27	142.70	139.69	136.09	131.89
			V=	0.00	-0.05	-0.12	-0.18	-0.24	-0.30	-0.37	-0.44	-0.51	-0.53	-0.53
5.735			P=	167.09	144.34	132.42	119.69	106.30	92.04	78.50	64.60	50.42	35.64	0.00
			H=	167.09	166.34	166.42	165.69	164.30	162.04	160.50	158.60	156.42	153.64	150.00
			V=	0.00	-0.05	-0.11	-0.17	-0.22	-0.28	-0.34	-0.41	-0.42	-0.41	-0.40
5.910			P=	161.78	149.61	137.17	124.30	111.31	97.09	84.15	70.61	56.65	41.79	0.00
			H=	161.78	161.61	161.17	160.30	159.31	157.09	155.15	152.61	150.65	148.79	146.00
			V=	0.00	-0.05	-0.10	-0.15	-0.21	-0.25	-0.32	-0.33	-0.30	-0.29	-0.28
6.083			P=	165.13	154.00	141.67	129.00	115.00	100.61	86.69	73.11	59.50	45.92	0.00
			H=	165.13	166.00	166.67	166.00	163.00	160.61	158.69	156.11	153.50	150.92	148.00
			V=	0.00	-0.05	-0.10	-0.15	-0.20	-0.25	-0.25	-0.22	-0.20	-0.19	-0.18
6.257			P=	170.23	158.09	145.72	133.05	120.17	107.67	95.67	83.01	70.40	57.80	0.00
			H=	170.23	170.09	169.72	169.05	167.17	165.67	163.67	161.01	158.40	155.80	153.00
			V=	0.00	-0.05	-0.09	-0.14	-0.18	-0.18	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06
6.431			P=	174.04	161.34	149.67	137.00	124.75	112.75	99.14	85.04	71.19	57.65	0.00
			H=	174.04	173.34	173.67	173.00	167.75	163.14	159.50	156.04	152.19	148.65	145.00
			V=	0.00	-0.04	-0.08	-0.13	-0.12	-0.08	-0.05	-0.02	-0.01	0.01	0.01
6.605			P=	177.65	165.63	153.22	140.25	126.97	113.69	99.61	85.10	70.83	56.99	0.00
			H=	177.65	177.63	177.22	176.25	163.97	155.09	149.61	144.10	138.60	133.10	127.60
			V=	0.00	-0.04	-0.08	-0.07	-0.02	0.01	0.04	0.05	0.00	0.03	0.03
6.779			P=	181.02	169.83	157.22	144.19	130.60	116.60	102.34	87.60	72.90	58.47	0.00
			H=	181.02	180.53	179.22	168.19	160.60	153.34	146.27	139.60	132.90	126.47	120.00
			V=	0.00	-0.04	-0.02	0.02	0.05	0.10	0.12	0.14	0.16	0.16	0.17
6.952			P=	184.21	167.71	147.91	128.65	109.67	90.00	74.43	64.17	55.04	46.00	0.00
			H=	184.21	179.71	171.91	164.65	157.67	150.00	144.43	138.17	132.04	126.00	120.00
			V=	0.00	0.01	0.07	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.22	0.24	0.24

TABLA n° 1 Extracto resultados golpe de ariete de la tubería objeto de estudio.

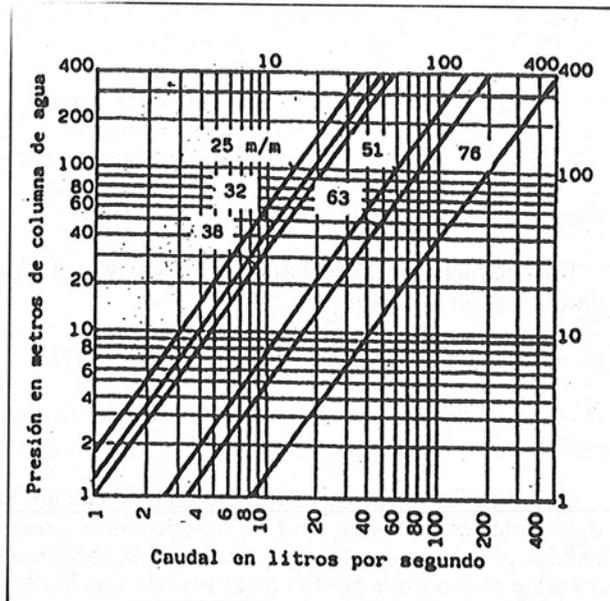


Fig. 6 Características de las válvulas de seguridad compensadas (de alivio) modelo 20 WR de la casa Ross Valve Mfg Co. Obtenidas en los laboratorios de la American Lafrance Fire Apparatus, de Elmira, Nueva York.

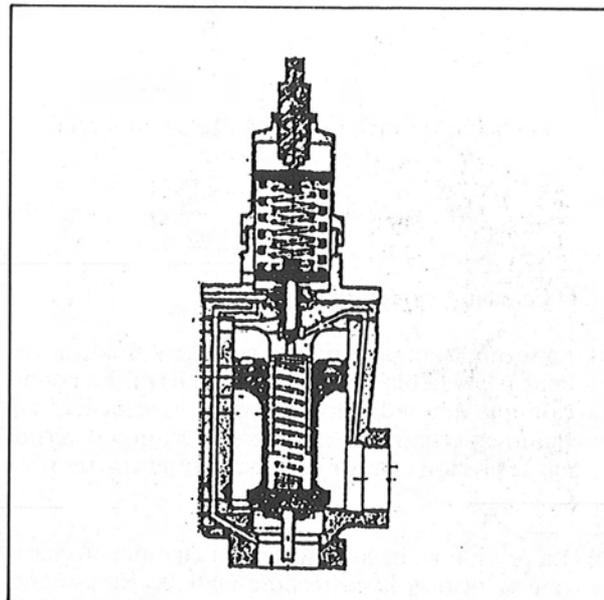


Fig. 7 Sección de la válvula de 20 WR de la casa Ross Valve Mfg Co. Es de seguridad compensada (o de alivio rápido). Actúa al vaciarse rápidamente la cámara superior del pistón de cierre.

PRESIONES, ALFAS Y VELOCIDADES EN 11 PUNTOS DE LA TUBERIA														
TIDE	ALFA	BETA	PTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.000	1.000	1.000	P=	123.54	111.10	98.03	86.48	74.12	61.77	49.42	37.06	24.71	12.36	0.00
			H=	123.54	123.10	122.83	122.48	122.12	121.77	121.42	121.06	120.71	120.36	120.00
			V=	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
4.519			P=	112.65	109.29	97.24	73.44	58.93	43.89	31.35	23.59	15.76	7.09	0.00
			H=	112.65	112.29	111.24	109.44	106.93	103.89	103.35	107.89	111.76	115.89	120.00
			V=	0.90	-0.69	-0.19	-0.29	-0.39	-0.49	-0.56	-0.57	-0.59	-0.60	-0.59
4.693			P=	120.33	108.29	95.33	81.77	67.89	52.89	36.87	24.32	15.24	8.19	0.00
			H=	120.33	120.29	119.33	117.77	115.89	112.89	108.87	103.32	112.24	116.13	120.00
			V=	0.90	-0.69	-0.17	-0.26	-0.36	-0.45	-0.55	-0.61	-0.62	-0.62	-0.62
INSTALACION PROTEGIDA POR UNA VALVULA DE ALIVIO PILOTEADA Y SUFICIENTE														
DATOS DEL PROBLEMA														
PUNTO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
COTA:	0.0	12.0	24.0	36.0	48.0	60.0	72.0	84.0	96.0	108.0	120.0			
DIAM BOMB:	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000			
LONG= 1500 M	R= 0.53 M/S		DIAM= .25 M		FRIC= .016									
5.214			P=	130.00	124.02	116.41	102.06	83.26	75.15	60.55	45.37	29.64	13.22	0.00
			H=	130.00	136.02	140.01	130.06	137.26	135.15	132.55	129.37	125.64	121.22	120.00
			V=	-0.12	-0.12	-0.14	-0.21	-0.28	-0.35	-0.43	-0.51	-0.60	-0.69	-0.74
5.308			P=	130.00	123.89	117.22	100.86	95.40	81.82	67.15	52.33	35.95	21.04	0.00
			H=	130.00	136.89	141.22	144.06	143.40	141.82	139.15	135.33	132.95	129.04	120.00
			V=	-0.19	-0.19	-0.18	-0.19	-0.25	-0.33	-0.40	-0.47	-0.55	-0.63	-0.67
5.562			P=	130.00	123.20	116.44	100.75	101.11	87.30	73.27	58.70	43.69	28.03	0.00
			H=	130.00	136.20	140.44	145.75	143.11	147.30	145.27	142.70	139.69	131.63	120.00
			V=	-0.25	-0.25	-0.24	-0.23	-0.24	-0.30	-0.37	-0.44	-0.51	-0.59	-0.63
5.726			P=	130.00	122.85	115.73	100.60	101.73	92.84	78.90	64.60	45.42	22.64	0.00
			H=	130.00	134.85	139.73	144.60	143.73	152.84	150.00	148.60	141.42	130.64	120.00
			V=	-0.31	-0.31	-0.30	-0.29	-0.28	-0.28	-0.34	-0.41	-0.42	-0.41	-0.40
5.910			P=	130.00	122.63	115.09	107.71	100.42	90.24	80.15	65.61	43.55	21.73	0.00
			H=	130.00	134.63	139.09	143.71	148.42	153.24	155.15	143.61	130.55	120.73	120.00
			V=	-0.35	-0.35	-0.35	-0.34	-0.33	-0.32	-0.32	-0.33	-0.30	-0.29	-0.28
6.083			P=	130.00	122.25	114.81	105.83	93.29	91.73	79.94	63.11	41.90	20.92	0.00
			H=	130.00	134.25	138.81	142.83	147.29	151.73	151.94	147.11	137.90	120.92	120.00
			V=	-0.41	-0.41	-0.40	-0.40	-0.39	-0.37	-0.39	-0.32	-0.30	-0.19	-0.18
6.267			P=	130.00	121.90	113.99	105.83	98.15	85.95	70.71	55.20	40.40	20.20	0.00
			H=	130.00	133.90	137.99	142.83	145.15	145.95	142.71	140.20	135.40	120.20	120.00

TABLA n° 2 Extracto resultados golpe de ariete protegido por una válvula de seguridad compensada y suficiente.

$$\eta(t) = \frac{E}{\alpha^2} [Q(O, t)]^2 + \frac{F}{\alpha} Q(O, t) \quad (7)$$

— Ecuación de inercia de las masas giratorias

$$M_e = -I \frac{d\Omega}{dt} = -\frac{\gamma Q H}{\Omega \eta} \quad (8)$$

— Ecuación característica C'

- b) La segunda etapa comienza cuando el fluido se detiene y la válvula de retención se cierra. La condición que impondremos es anular la velocidad del fluido en este punto de la conducción y determinar la presión a partir de la ecuación característica C'.
- c) La presión en la conducción va en aumento hasta que se alcanza la correspondiente p_r . En este momento se produce la apertura de la válvula de alivio y la condición en el extremo viene dada por la relac. (4) conjuntamente con la característica C' y la ecuación de continuidad que relaciona velocidad en la tubería y caudal desaguado. En estas condiciones la presión bien puede mantenerse en el nivel p_r si la válvula tiene una capacidad suficiente, bien puede aumentar aunque mucho más suavemente que sin el concurso de una de estas válvulas.

Las etapas b y c por lo general se van sucediendo alternativamente según sea la presión estática de la conducción menor o mayor que la presión de tarado, tendiéndose finalmente hacia la presión estática de la conducción, a medida que la fricción del sistema tenga más tiempo para manifestarse.

Teniendo en cuenta cuanto antecede se ha elaborado un programa de cálculo implementado en el ordenador HP-87 de la Cátedra de Mecánica de Fluidos de Valencia a partir del cual hemos obtenido los resultados del ejemplo que a continuación desarrollamos. Hemos intentado que sea lo más completo posible al objeto de clarificar al máximo comportamiento, prestaciones y utilidad de estas válvulas.

4. EJEMPLO

- Longitud: 1500 mts.
- Diámetro: 250 mm.
- Celeridad conducción: 863 m/seg.
- Desnivel = 120 m.
- Coeficiente de fricción = 0,016.
- Momento de inercia masas giratorias = 4 Kg. m².

En ella se ha instalado una bomba cuyo comportamiento viene modelizado por las relaciones:

$$\begin{aligned} H &= 152,57 - 16695,37 Q^2 \\ \eta &= 33,79 - 399 Q^2 \end{aligned} \quad \text{con } \begin{cases} Q \text{ en m}^3/\text{seg.} \\ H \text{ en metros.} \\ \eta \text{ en tanto por uno} \end{cases}$$

siendo su velocidad de giro $N^\circ = 2450$ rpm.

Las condiciones de régimen que se derivan de los datos precedentes son:

$$Q_0 = 41,7 \text{ l./seg.} \quad V_0 = 0,85 \text{ m./seg.} \quad \eta_0 = 0,715$$

$$H_0 = 123,54 \text{ m.} \quad M_0 = 275,562 \text{ Nw m} \quad \Omega_0 = 256,563 \text{ rad/seg.}$$

La salida de resultados del programa de cálculo la detallamos en la **tabla n° 1**. En ella, además de los datos de entrada, se destacan las mismas sobrepresiones habidas en los once puntos de la tubería analizados.

Supongamos que necesitamos disminuir el golpe de arietem ya que la máxima presión alcanzada de 184,21 mts. parece excesiva. Para ello deseamos incorporar una válvula de alivio modelo 20 WR, reflejándose en la **figura 6** las rectas características (en escala logarítmica) que modelizan el comportamiento de estos ingenios, para diversas secciones de paso (ver **figura 7**).

La selección de su tamaño puede realizarse con sencillez a partir del caudal y altura de régimen (en nuestro caso 41,7 l./seg. y 123,54 mts.) que determinan un punto del diagrama de la **figura 6**, adoptándose la válvula más próxima inmediatamente superior. En nuestro caso tiene una sección de paso de 51 mm.

La expresión (4) nos da el comportamiento teórico de la válvula de seguridad. Sin embargo los coeficientes en la práctica se determinan directamente a partir de la curva que el fabricante ha contrastado en su banco de ensayos. La ecuación que debemos ajustar,

$$\log H = R_1 + R_2 \log Q$$

se hace pasar por dos puntos de la gráfica (100 mts., 60 l./seg.) y (20 mts., 20 l./seg.), resultando en nuestro caso:

$$\log H = 3,785 + 1,461 \log Q$$

con H en mts. y Q en m³/seg.

Destacamos idénticos resultados del programa de cálculo que en la impulsión sin proteger. Puede observarse la suficiencia de la válvula de alivio dispuesta que impide el que la presión rebese la altura de ta-

rado de 130 m. Ello ocurre de este modo porque el caudal que está capacitado para derivar a esta presión es superior al de las necesidades de la impulsión con ocasión del flujo de retorno.

Supongamos, sin embargo, que adoptamos para proteger la instalación la válvula de seguridad de 25 mm. de diámetro (ver figura 6). Los puntos de ajuste adoptados son (60 mts., 10 l./seg.) y (300 mts., 30 l./seg.) que dan lugar a la característica:

$$\log H = 4,708 + 1,46 \log Q$$

Observando los resultados que ahora se obtienen vemos que la máxima presión que se alcanza resulta ahora superior a la altura de tarada ya que el caudal que alivia para 130 mts. es insuficiente para mantener el valor de la presión a este nivel.

Veamos, finalmente, como se comportaría una válvula de seguridad no compensada, cuya apertura se inicia con la presión de 130 mts. pero que sólo cuando se alcancen los 150 mts. el paso útil a través de la misma sea máximo. Adoptamos la válvula de 51 mm., y en consecuencia para $H > 150$ mts. su característica será idéntica a la ya ajustada:

$$H = 3,785 + 1,461 Q$$

Sin embargo, para la zona $130 \leq H \leq 150$ mts. supondremos una variación recta, en escala logarítmica, que ajustaremos a partir de los puntos 135 mts., 2 l./seg.) y (150 mts., 70 l./seg.) resultando:

$$\log H = 2,21 + 0,0246 \log Q$$

Esta expresión no es válida para valores de Q muy pequeños, a causa de la función logarítmica. En particular el mínimo valor válido considerado para el caudal es aquel que proporciona una altura H igual al valor de tarado, que en este caso hemos fijado en 130 mts. (un 5% superior al valor de servicio).

A continuación detallamos los resultados que en este nuevo supuesto se obtienen y que como vemos dan lugar a presiones superiores a las registradas cuando la válvula está compensada.

5. CONCLUSIONES

Se han analizado, modelizado e implementado como condición de contorno, las válvulas de seguridad, cuya utilización en la protección de impulsiones es cada día mayor debido a su eficacia. En la figura 8, se han superpuesto a modo de resumen los resultados de todos los casos analizados y que correspondan a una mis-

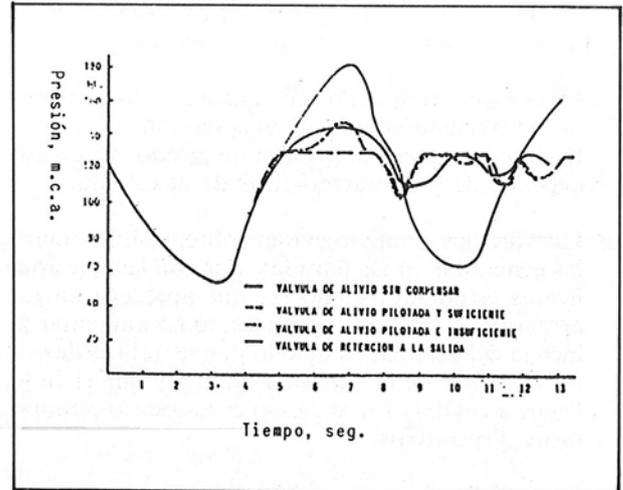


Fig. 8 Resultados de la impulsión protegida con distintas válvulas de seguridad. (Evolución del punto más desfavorable).

punto	Impulsión sin proteger	Válv. alivio compensada y suficiente	Valv. alivio compensada y insuficiente	Val. alivio no comp. y suficiente
1	184,21	130,00	150,67	144,82
2	168,93	124,02	136,37	135,44
3	153,12	117,22	121,76	126,25
4	137,00	109,75	109,75	117,19
5	120,17	101,73	101,73	100,01
6	102,61	93,24	93,24	97,88
7	84,58	84,15	84,15	81,18
8	65,61	65,61	65,61	65,61
9	45,42	45,42	45,42	45,42
10	23,69	23,69	23,69	23,69

TABLA nº 5 Cuadro resumen final de resultados.

ma impulsión con distintas válvulas de alivio como dispositivos de protección.

De todo ello se concluye:

- a) La gran eficacia de las válvulas de seguridad como elementos protectores contra sobrepresiones al limitar ésta hasta el valor de la altura de tarado cuando la válvula es suficiente y está compensada. Ello

repercute eficazmente, además, en todos los puntos de la conducción según hemos visto.

- b) En el supuesto que las válvulas no estén compensadas, o estándolo no tengan la sección de paso suficiente, se rebasa la presión de tarado. El exceso depende de las características de la válvula.
- c) Las válvulas de alivio evitan sobrepresiones tanto las generadas en las paradas, que son las que aquí hemos estudiado, como las que aparecen en los arranques, pero son ineficaces, al no aumentar la inercia del sistema, cuando lo que se trata es de evitar la rotura de la columna líquida y que el flujo llegue a cavitarse. En este caso es necesario estudiar otros dispositivos.
- d) La modelización matemática del comportamiento de las válvulas que permiten su inclusión como condición de contorno para la resolución del problema del golpe de ariete por el método de las características, tiene un gran interés al poder analizar con precisión el nivel de presiones que se alcanzan en todos los puntos de la conducción para los distintos supuestos considerados. (Ver **Tabla nº 5**).
- e) La solución que, finalmente, debe adoptarse pasa por una valoración económica de las distintas alternativas. Para inclinarnos por la válvula de alivio, el costo de ésta deberá ser inferior al ahorro que conseguimos por la disminución del trimbraje en la conducción al limitar las sobrepresiones, o bien comparándolo con otras soluciones al problema.
- f) Las válvulas no compensables pueden, en el momento del cierre, provocar un golpe de ariete superior al que se quiere evitar, cuando la presión, a lo largo del transitorio, vuelve a caer por debajo de la presión de tarado P_r .

REFERENCIAS

1. Fluid Transients; E.B. Wylie and Streeter, V.L. Ed. Ann Arbor. Michigan 48106. USA, 1982.
2. Modern analysis and control of unsteady flow in pipelines, G.Z. Watters. Ed. Ann Arbor Science. Michigan. USA, 1979.
3. Applied Hydraulic Transients. M.H. Chaundry. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York, 1979.
4. Fluid Power systems. A.B. Goodwin. McMillan Press.
5. "Boletín 103-1". Válvulas Automáticas Ross. Apartado 31031. Madrid.
6. "Las válvulas de retención tipo Clapeta". M. Mateos.

CIMBRA, Marzo 1983.

7. "Las válvulas de retención de Disco sobre Eje Longitudinal Centrado". M. Mateos. **CIMBRA**, Sept. 1983.
8. "Efecto de Válvula de Retención como Función Adicional en Válvulas con Otras Funciones Específicas". M. Mateos. **CIMBRA**, Febrero, 1983.
9. "Ventosas-Análisis Práctico de su Comportamiento y Presentación de 17 Tipos Distintos". **REVISTA DE OBRAS PUBLICAS**, Agosto 1985.
10. "Optimización de Impulsiones Largas o con Altas Presiones". M. Mateos. **CIMBRA**, Marzo 1985.
11. Hydraulic analysis of unsteady flow in pipe networks. J.A. Fox. McMillan Press. London, 1977.

LA INTERRUPCION REPENTINA EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN LAS ELECTROBOMBAS Y SU SOLUCION

Por: **Manuel Mateos de Vicente**, Ingeniero de Caminos, C. y P. Master of Science, Professional Civil Engineer, Profesor, Servicios Urbanos, Universidad Politécnica de Madrid (EUITOP).

No nos podemos basar en ninguna instalación en que el suministro de energía eléctrica es continuo. Existen numerosos fallos a nivel de naciones, de grandes regiones, de zonas, de barrio y de nuestras propias oficinas y hogares. Según nos han informado hay un país europeo donde los cortes de energía eléctrica afectan a varias horas diarias. El llamado GRAN APAGON que afectó a toda la parte noreste de Estados Unidos es conocido de todos. Hace unos tres o cuatro años estuvo media España sin electricidad durante varias horas en la época de Navidades. Los fallos de energía eléctrica en mi hogar van desde varios minutos a varias horas, sin previo aviso.

Por lo tanto la interrupción en el suministro de energía eléctrica es algo con lo que debemos considerar todos los técnicos al hacer cualquier tipo de instalaciones, y sobre todo de suministro de agua.

Según se me ha indicado uno de los mayores problemas que pueden ocurrir en las estaciones de bombeo es la parada repentina de las electrobombas debido a una interrupción espontánea de corriente eléctrica. En este caso todos los sistemas eléctricos pueden fallar por falta de regulación. Entonces queda la estación de bombeo sujeta a los efectos perniciosos de las altas presiones que se crean en tal condición y que pueden ser potenciados por encima de los cálculos teóricos si las ventosas inyectoras y expulsoras de aire no funcionan adecuadamente.

Para anticipar dichas interrupciones en el suministro de energía eléctrica se suele recurrir a la colocación de válvulas de retención. Hemos de confesar que la decisión en la selección de una de tales válvulas debe ser hecha a conciencia. Continuamente estamos

viendo o siendo informados de fallos ocurridos con este tipo de válvulas anti-retorno. Por ejemplo en algunas sale la tapa disparada al pararse repentinamente las electrobombas en otras la rotura interior de las lentejas hace que estas queden dentro de la tubería con el consiguiente perjuicio para la instalación, en otro caso varias válvulas de bola han hecho estallar la tubería... Todos estos casos los vamos aprendiendo en nuestras visitas a instalaciones donde existen problemas o por comunicaciones verbales de compañeros. Se verifica así una enseñanza de experiencias de "viva voz" que tiene que resultar más cara que si nos enfrentáramos los técnicos con tales problemas y los discutáramos.

Para discutir estos problemas hemos pedidos que en la próxima reunión internacional de la AEAS se trate el problema de las reductoras de presión y el seguimiento de los distintos tipos o marcas, habiéndosenos comunicado que tal tema había sido aprobado en principio.

Centrándonos en el problema objeto de este artículo vamos a mencionar que en algunas ocasiones hemos empleado un tipo de válvula para optimizar las impulsiones que realiza su labor programada aunque falle enteramente la corriente.

Dado que esta válvula tiene varias aplicaciones las iremos numerando para facilitar su presentación.

1.- Si falla absolutamente la corriente eléctrica se paran automáticamente las electrobombas y queda fuera de funcionamiento todo el sistema eléctrico. Si tenemos instalada una válvula optimizadora de bom-

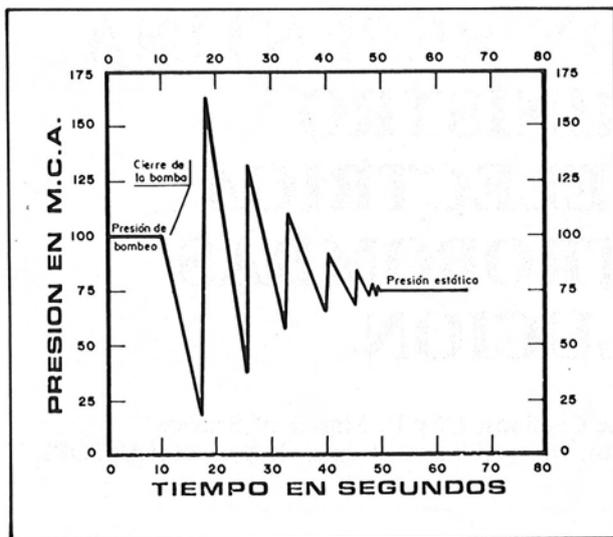


Fig. 1 Gráfico de sobrepresiones y depresiones al pararse una bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.

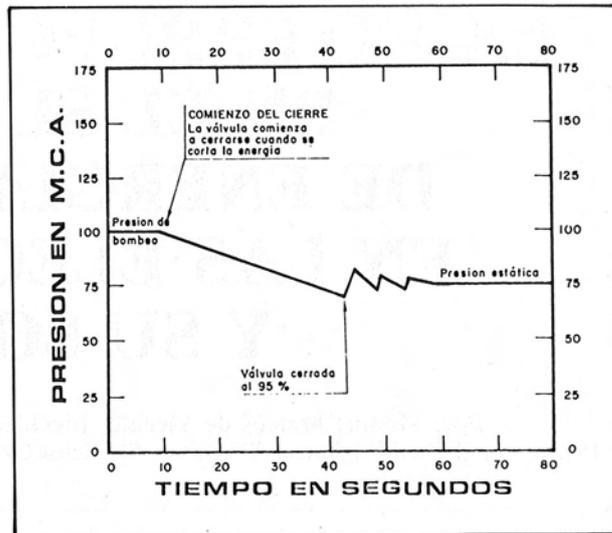


Fig. 2 Gráfico teórico de presiones que se obtiene en una estación de bombeo protegida con válvulas optimizadoras tal como se recomienda en los cuatro primeros casos. Se supone la instalación protegida con ventosas fiables y válvulas de retención idónea.

beos, lo que ocurre es que al fallar la corriente tal válvula se cierra con cierta velocidad regulable para conjuntar su cierre con la disminución de vueltas de la electrobomba, haciendo por lo tanto de válvula de retención regulable, y convirtiendo el golpe de ariete de un caso similar al representado en la **Figura 1** al otro más similar al de la **Figura 2**.

En la **Figura 3** se representa esquemáticamente una de tales instalaciones de optimización de bombeo para un pozo profundo y en la **Figura 4** para el mismo caso pero bombeando desde un depósito o pozo somero.

Hemos de aclarar que tal sistema de cierre de emergencia por fallor eléctrico se realiza en pocos segundos, regulables in situ pues cada bombeo tiene sus particularidades.

2.- A la válvula optimizadora de bombes se la puede también equipar con un sistema especial de presostatos que hagan que se interrumpa el bombeo si ocurre una rotura intermedia en la tubería, evitando un desperdicio de aguas y a veces costosas inundaciones.

3.- Vamos a suponer ahora que el sistema de bombeo está parado, y que no se ha iniciado su puesta en marcha. La válvula optimizadora está cerrada.

4.- Al querer iniciar el bombeo se colocan los interruptores para dar paso a la corriente eléctrica. Entonces se ponen en marcha las electrobombas, pero la

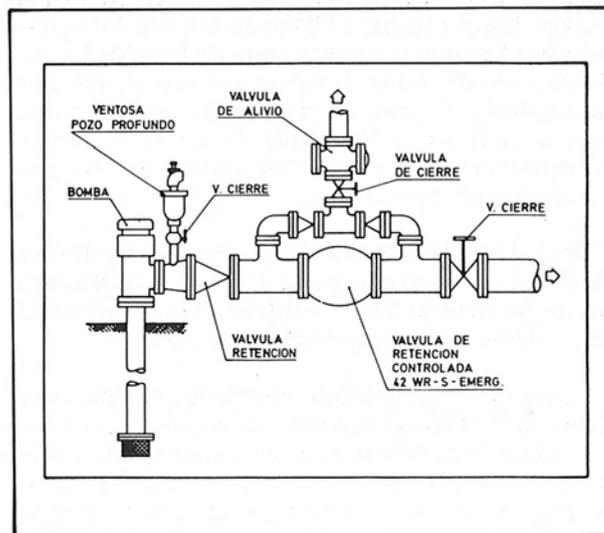


Fig. 3 Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo profundo con válvula optimizadora con cierre de emergencia al suspenderse el suministro de energía eléctrica por fallo de la red.

válvula optimizadora se mantiene cerrada. Por lo tanto estas primeras aguas se evacúan a través de la válvula de alivio presentada en las **Figuras 3 y 4**. Una vez que las bombas han empezado a bombear, y después de

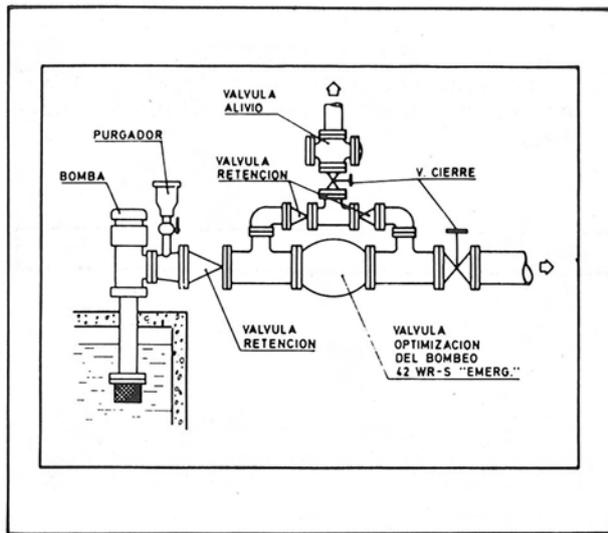


Fig. 4. Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo somero o depósito, con válvula optimizadora con cierre de emergencia por fallo en el suministro de energía eléctrica.

unos segundos regulables, se empieza a abrir la válvula optimizadora. Cuando las bombas han llegado a su pleno rendimiento de trabajo la válvula optimizadora se encuentra ya completamente abierta, por estar actuada eléctricamente en conjunción con la puesta en marcha de las electrobombas.

Una vez que el sistema está en funcionamiento, lo único que puede ocurrir es que se rompa la tubería, con lo que los presostatos harían que se interrumpiera el bombeo.

5.- Cuando se desee suspender la impulsión, se acciona en un interruptor, bien manualmente o bien automáticamente. Generalmente al hacer esta operación, las electrobombas se paran, pero no en el caso de tener instalada una electrobomba. Lo que ocurre en nuestro caso es que las bombas siguen funcionando y lo que ocurre es que la válvula optimizadora se empieza a cerrar paulatinamente, haciendo de válvula de retención, y siguiendo una velocidad de cierre pre-establecida y regulable.

6.- Una vez que la válvula optimizadora se ha cerrado en un 90 o 95 por 100, actúa según un mecanismo que posee dicha válvula, haciendo que de orden de parada a las electrobombas. Es decir las manda pararse cuando la optimizadora ha llegado prácticamente al final de carrera cerrando el mando eléctrico de la electrobomba.

7.- De esta manera todo el sistema va conjuntado con lo que el temido golpe de ariete queda anulado en cualquiera de las situaciones que puedan ocurrir en un bombeo.

Este tipo de válvulas optimizadoras no es nuevo. No son ningún invento sin probar. En España hay tres instaladas en el pueblo de Saucelle (Salamanca) y otra en la provincia de Ciudad Real. Fuera de España hay cientos de ellas instaladas principalmente en países desérticos donde el agua hay que cuidarla con sumo esmero y donde los costes de cualquier instalación quedan sobradamente compensados con el aprovechamiento de este tan caro elemento para ellos.

La ventaja que tienen las válvulas optimizadoras es que toman su energía de actuación principalmente de la red de abastecimiento de agua. Por ello pueden ser comandadas a distancia para lo cual se requieren unas potencias mínimas, únicamente para mover electroválvulas de consumo mínimo.

Para aquellos que quieran profundizar algo más en el tema referimos a continuación una serie de referencias sobre nuestras experiencias.

BIBLIOGRAFIA

1. "Optimización de re-impulsiones largas". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
2. "Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas por válvulas de alivio". Por E. Cabrera, V. Espert, M. Mateos y B. López-Boado. Pendiente de publicación en TECNOLOGIA DEL AGUA.
3. "Optimización de anti-impulsiones". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
4. "Las válvulas de retención tipo clapeta". Por M. Mateos. CIMBRA. Marzo 1983. Pág. 29-30.
5. "Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado". Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1983. Pág. 19-20.
6. "Efecto de válvulas de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas". Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1983. Pág. 41-43.
7. Comentarios al artículo "De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones. Formas de calcular un calderín o una chimenea de equilibrio, de Emilio Herranz y María del Carmen de Andrés". Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1980. Pág. 55.
8. Comentarios al artículo "Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo, de Luis Torrent". Por

M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.
Enero 1983. Pág. 33-35.

9. "Adios golpe de ariete, adios". Por M. Mateos.
CIMBRA. Junio 1982. Pág. 19-20.

10. "Peligrosidad del aire en el interior de las tube-

rias". Enrique Mendiluce". REVISTA DE
OBRAS PUBLICAS. Marzo 1984.

11. "Optimización de impulsiones largas o con altas
presiones". Por M. Mateos. CIMBRA. Marzo
1985.



VENTOSAS TRIFUNCIONALES

Por: **Manuel Mateos**, Ingeniero CCP, AOP, Master of Science, Director T. Válvulas Automáticas ROSS

SUMARIO

Se presentan cuatro tipos de ventosas trifuncionales. Es decir que realizan la triple función de expulsión de aire durante el llenado, admisión de aire durante el vaciado, y eliminación del aire a presión de dentro de la conducción, utilizando un solo cuerpo y un solo mecanismo.

SUMMARY

Four types of triple function air valves are presented. A triple function valve is the one that performs with a single body the three functions of intake of air when emptying the conduit, outlet of air when filling it and evacuating the air when the line is under pressure.

INTRODUCCION

Existen ventosas para admisión y salida de aire y purgadores para expulsión de aire bajo presión. Llamamos ventosas trifuncionales a aquellas que pueden realizar las tres funciones utilizando el mismo cuerpo y un solo mecanismo.

Hay en el mercado una cierta variedad de ventosas, ventosas con purgador en un doble cuerpo, y purgadores independientes. Sin embargo, creemos existen pocos modelos de ventosas trifuncionales. Por ello analizamos esta variedad en la presente comunicación.

Anticipamos que las ventosas que no funcionan adecuadamente pueden dar lugar a roturas en tuberías potenciando enormemente los efectos del golpe de ariete. Según se explica en el Manual de Uralita una ventosa que no funciona adecuadamente (o la falta de una ventosa donde sea necesario) puede dar lugar a que la presión normal en la tubería aumente en 22 veces, es decir el 2.200 por 100 (Páginas 698 a 701 del Manual).

El problema de las ventosas en conducciones está ampliamente estudiado por Enrique Mendiluce y publicado en las referencias bibliográficas 1 y 3 citadas al final.

VENTOSA SEMITRIFUNCIONAL PARA PRESIONES MEDIAS Y DIAMETROS MEDIOS DE LA TUBERIA

Otra ventosa que hemos probado es la presentada en la **figura 3**. Su diseño y materiales son análogos a los de la ventosa anterior. Se fabrica en dos dimen-

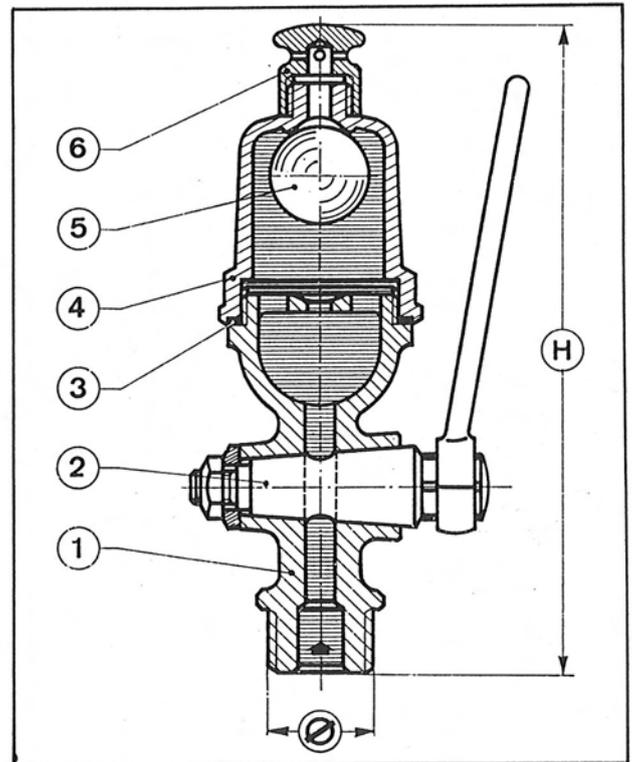


Fig. 1 Ventosa semi-trifuncional, tipo Vanoise. Cortesía de la casa Ramus.

siones de 1 pulgada (25,4 mm) con agujero de entrada de 22 mm, y de 1 y 1/4 de pulgada (31.75 mm) con agujero de entrada de 28 mm. Se puede colocar la pri-

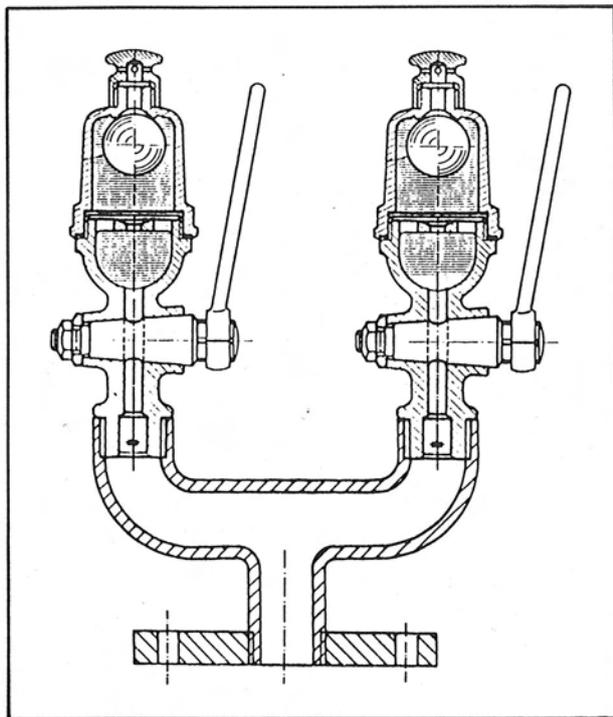


Fig. 2 Colocación de dos ventosas en paralelo.

mera (de una pulgada), según experiencias, en tuberías hasta de 200 mm de diámetro, y la segunda (de 1 a 1/4 pulgada) hasta 250 mm de diámetro, dependiendo de las presiones de agua dentro de la tubería. También se pueden colocar varias en racimo o paralelo para tuberías de mayores dimensiones.

Las suelen ofrecer para presiones de trabajo hasta 12 atmósferas, y hemos comprobado que para presiones inferiores a 2 atmósferas en ocasiones la bola no cierra la salida del agua. Insistimos en que para tuberías colapsables se debe colocar en paralelo un aductor de aire barato.

VENTOSA SEMITRIFUNCIONAL PARA PRESIONES BAJAS Y DIÁMETROS PEQUEÑOS DE LA TUBERÍA

Existe en el mercado la que se presenta en la **Figura 1**. Esta ventosa se fabrica enteramente en bronce, lo que elimina corrosiones y efectos electroquímicos. La bola es de una densidad muy cercana a la del agua, maciza por lo que es indeformable; se favorece así la expulsión del aire que se acumula cuando la tubería trabaja bajo presión. Su diámetro exterior, teórico, es de

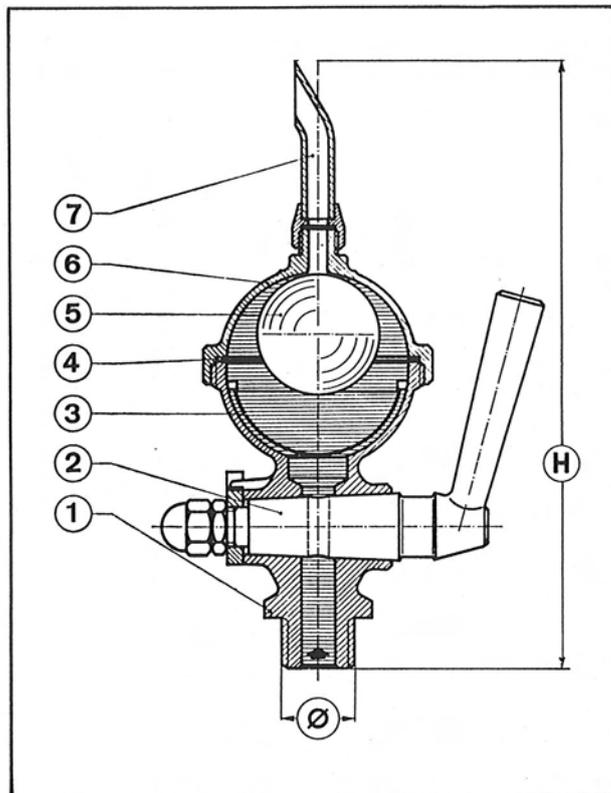


Fig. 3 Ventosa semi-trifuncional Thorens. Cortesía de la casa Ramus.

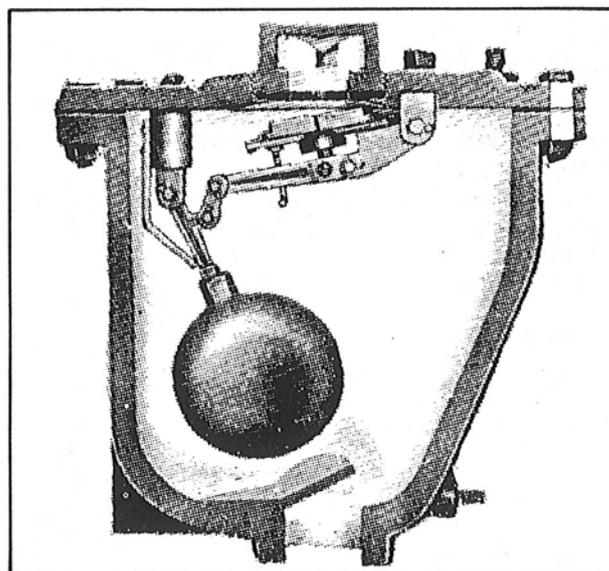


Fig. 4 Ventosa trifuncional tipo Universal de gran fiabilidad. Se puede usar para presiones hasta de 100 atm dependiendo de los materiales de construcción. Cortesía de la casa Hy-Con Valve. En posición completamente abierta.

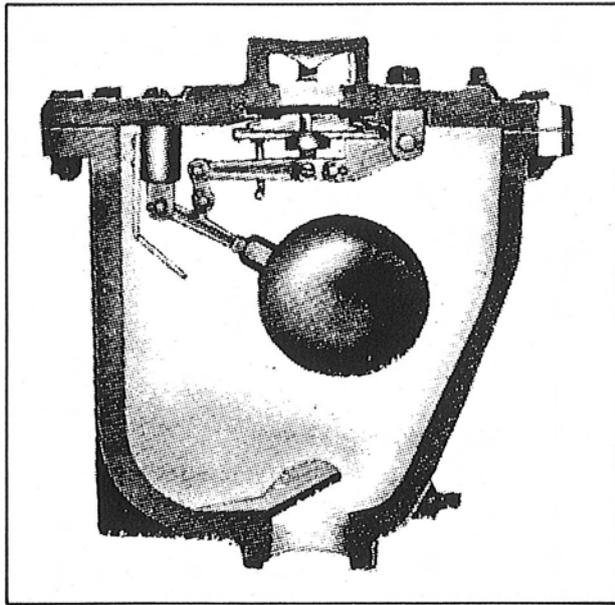


Fig. 5 Ventosa Universal en posición completamente cerrada.

3/4 de pulgada (19 mm), con un agujero de entrada de 12 mm.

Se han colocado con éxito en conducciones de hasta 100 mm de diámetro. Para diámetros mayores se pueden colocar dos o más en racimo, o paralelo. Hay que tener en cuenta que este tipo de ventosa solo es fiable para presiones entre 2 y 8 atmósferas de presión.

Cuando las tuberías son colapsables aconsejamos colocar un aductor de aire barato.

Consideramos que esta ventosa es semi-trifuncional porque la expulsión de aire cuando la tubería está bajo presión no se realizan con la eficacia de las trifuncionales reseñadas más adelante.

VENTOSA TRIFUNCIONAL DE ALTA TECNOLOGIA, PARA AGUAS LIMPIAS

Una válvula de comportamiento muy fiable y relativamente económica, es la "Universal" de la **Figura 4**. Variedades de esta válvula pueden soportar presiones hasta 10, 20, 50 o 100 atm. Se fabrican, en general, para dimensiones entre 1 y 8 pulgadas (25,4 a 203 mm). Dado que es una ventosa poco usada en nuestro país, explicaremos a continuación su funcionamiento.

En la **Figura 4** se puede ver la ventosa completamente abierta, posición que adopta cuando la tubería está

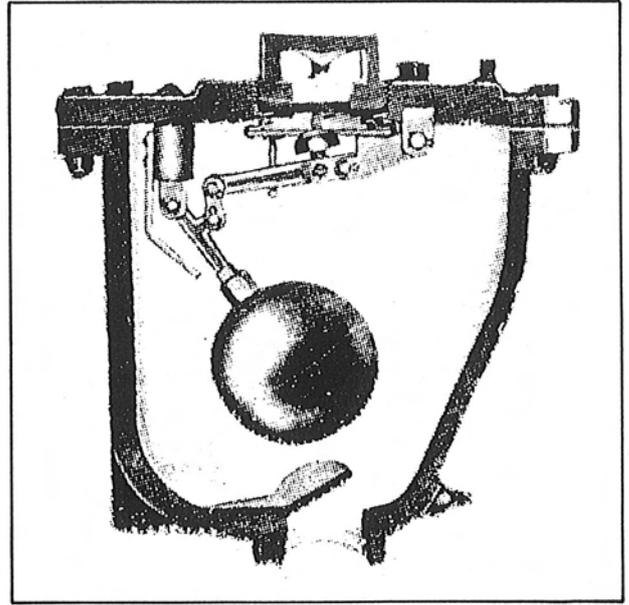


Fig. 6 Ventosa Universal en posición intermedia. Actúa sólo como purgador en esta posición, eliminando aire bajo presión.

vacía. Cuando se está llenando la tubería de agua, el aire puede salir libremente al exterior a través de un gran orificio. Cuando el aire ha sido eliminado y el agua penetra en el cuerpo de la ventosa, se eleva la esfera flotador hasta su nivel máximo (**Figura 5**), cerrando las dos salidas del aire de la ventosa. Estas dos salidas son una de gran diámetro y otra un pequeño orificio. Cada salida tiene un mecanismo de apertura y cierre independiente. Una vez que la tubería está llena de agua bajo presión, el aire que siempre está suspendido en el agua y que tiende a acumularse en ciertos lugares de la tubería, penetra en el cuerpo de la ventosa donde se acumula y desplaza el agua que se encontraba en la ventosa. La esfera-flotador desciende por efecto del aire y de las bielas que hacen de palancas y baja el émbolo que cierra el orificio de pequeño diámetro (**Figura 6**), con lo que se permite la salida del aire, volviendo a la posición de la **Figura 4**.

Al vaciarse la tubería, el flotador desciende completamente y la ventosa vuelve a la posición de la **Figura 4**, dejando el orificio grande completamente abierto para que penetre aire en el interior de la tubería. El proceso trifuncional se repite de forma automática.

Como complemento necesario para el dimensionamiento de una ventosa están las curvas características de las mismas. Dada la poca proliferación de estas curvas en lo que se refiere a ventosas, incluimos la **Figura**

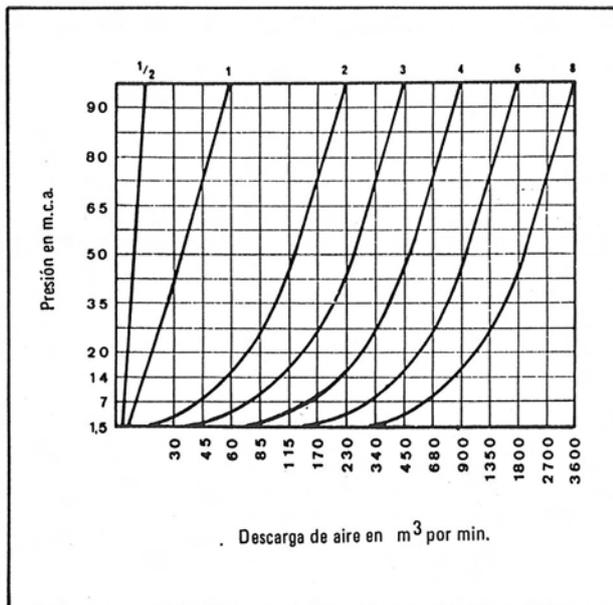


Fig. 7 Curvas características de las ventosas Universal y Crispin, para la función de llenado de las tuberías. Las curvas son para los diámetros indicados, en pulgadas.

ra 7 que se refiere a la ventosa tipo Universal, pues pueden tener utilidad en la comparación con el dimensionamiento de otros tipos de ventosas.

VENTOSA TRIFUNCIONAL DE ALTA TECNOLOGIA PARA AGUAS SUCIAS

Una variedad de la anterior es la "Crispín" presentada en la **Figura 8**. Realiza las funciones exactamente como se explica en el apartado anterior. Sin embargo su cuerpo es alargado para impedir que las salidas del aire queden embozadas. Este tipo de ventosa es absolutamente necesario en conducciones de aguas sucias, ya que tienden a desprender bajo presión más gases que las aguas limpias, lo que está dando lugar a roturas inexplicables de las conducciones.

RESUMEN

Hemos presentado cuatro tipos de ventosas que realizan la triple función de ventosa normal y purgador en un solo cuerpo de una manera fiable, según nuestras experiencias. Damos énfasis a las ventosas tipo Universal por su óptimo comportamiento bajo condiciones muy variadas de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Peligrosidad del Aire en el Interior de las Tuberías", por Enrique Mendiluce, REVISTA DE

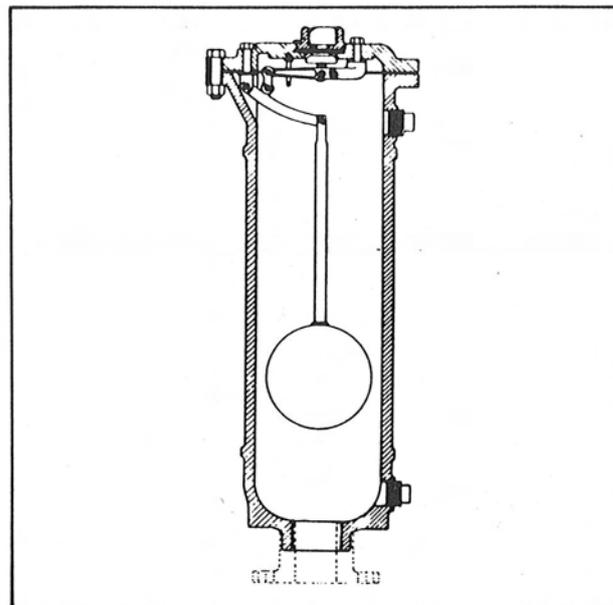


Fig. 8 Ventosa trifuncional para aguas sucias. Cortesía de la casa Crispin Valve.

- OBRAS PUBLICAS, Marzo, 1984.
2. "Comentarios" a la comunicación de Don Enrique Mendiluce, "Peligrosidad del Aire en el Interior de las Tuberías", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Septiembre 1984, Páginas 725 y 727.
- 3.- "Desaireación de Tuberías", por Enrique Mendiluce, CIMBRA, Julio, 1984.
- 4.- "Comentarios" a la comunicación de Don Enrique Mendiluce, "Desaireación de Tuberías", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre, 1984, Páginas 27 y 28.
- 5.- "Mejora de las Impulsiones de Aguas Negras", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, n° 8, marzo, 1986.
- 6.- "Ventosas-Análisis Práctico de su Comportamiento y Presentación de 17 tipos", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Agosto, 1985.

INCONVENIENTES DEL ACCIONAMIENTO ELECTRICO DE LAS VALVULAS PARA LLENADO DE DEPOSITOS

Por: **Manuel Mateos**, Ingeniero CCP, AOP, Master of Science.
Director T., Válvulas Automáticas ROSS

SUMARIO

Se presentan los varios inconvenientes del uso de la electricidad en el accionamiento de las válvulas para controlar el llenado de depósitos. Se indica que hay válvulas accionadas por un pequeño flotador o por presiómetros, equilibradas hidráulicamente, que son las más adecuadas.

SUMMARY

The drawbacks of the use of electricity for water control in reservoirs are presented as well as those of butterfly valves. Mentioned are the commonly used balanced globe valves of both float and altitude types.

INTRODUCCION

Los problemas que pueden surgir en el llenado de depósitos son numerosos y a veces complejos. En *TECNOLOGIA DEL AGUA* (nº 16, agosto 1984, "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua"), hemos presentado ya todos los factores que hay que tener en cuenta para seleccionar este tipo de válvulas. Creemos de interés el mencionar ahora los varios posibles fallos que pueden sufrir las válvulas para el llenado de depósitos de agua de accionamiento eléctrico.

TIPOS DE VALVULAS

Las válvulas que se suelen usar con mando eléctrico son las de mariposa, pero pueden tener problemas de cavitación en posiciones intermedias, así como sufrir torsiones al no ser válvulas equilibradas hidráulicamente. Dado que estas válvulas instaladas para el llenado de depósitos deben estar funcionando continuamente, tienen que ser de construcción robusta, especial, con usillos del grosor adecuado.

Por lo tanto insistimos en que las válvulas de llenado de depósitos, motorizadas o no, deben ser equilibradas hidráulicamente, es decir que no sufran tensiones, por ejemplo como las del cuerpo tipo globo.

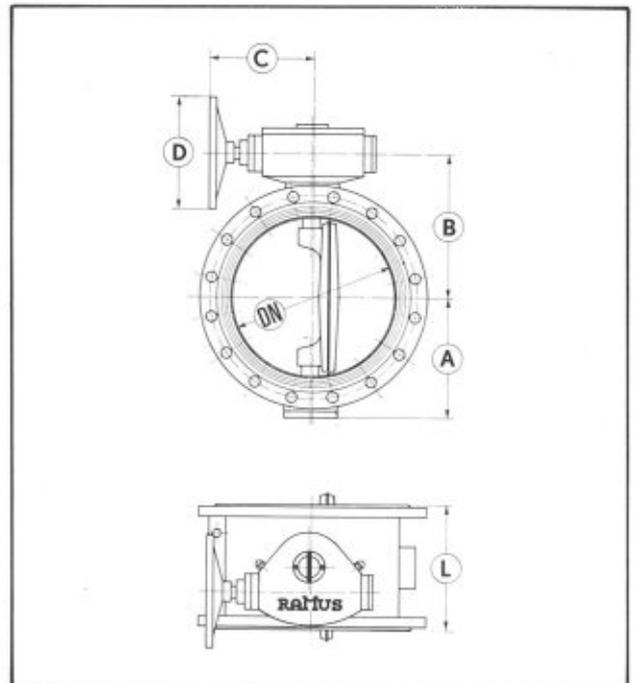


Fig. 1 Válvula de mariposa adaptada a la válvula de altitud. No somos partidarios de emplear válvulas de mariposa, pues estas no deben abrirse y cerrarse más de dos veces al día y no trabajar en posiciones intermedias. Cortesía de la casa Ramus.

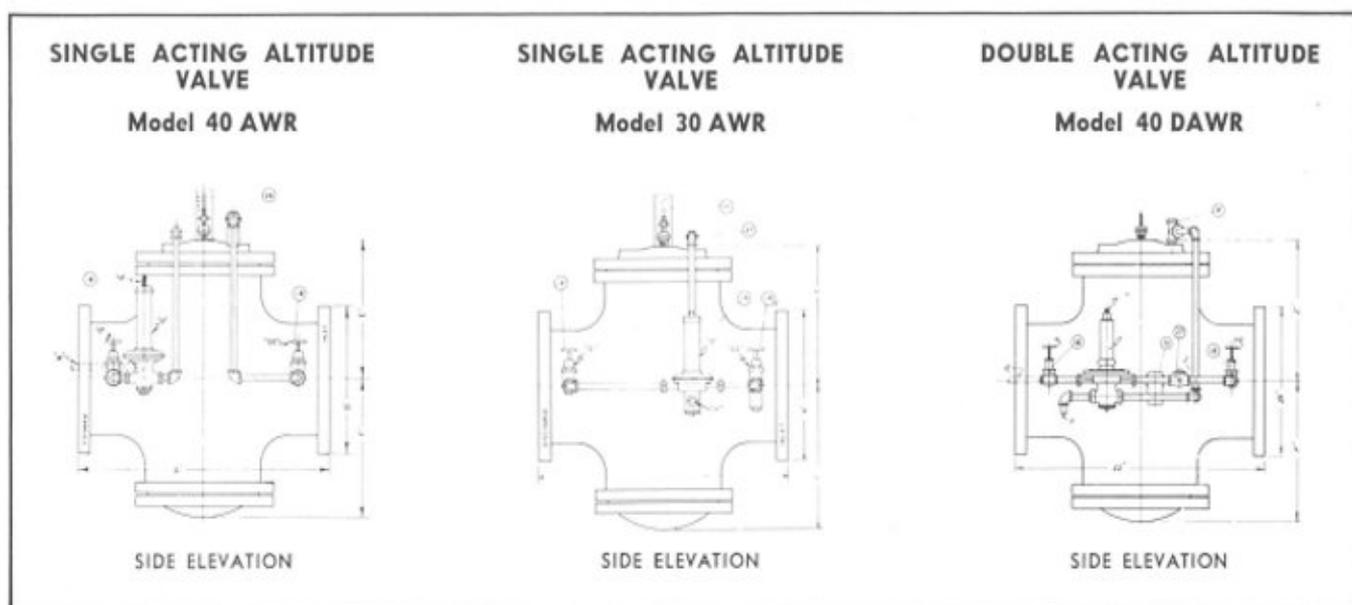


Fig. 2 Secciones de 3 tipos de válvulas de altitud. (40 AWR controla la máxima altura del agua; la 30 AWR es de alta sensibilidad cuando la presión de llegada es poca; la 40 DAWR sirve para llenar el depósito y devolver agua a la red por la misma conducción).

Deben tener mecanismos, pistones, diafragmas o tapones de cierre en los que el flujo vaya disminuyendo gradualmente para evitar sobrepresiones que puedan causar golpe de ariete o tensiones excesivas en las tuberías.

Los hay de varios tipos:

- DE BOYA Y TAPON SIMPLE.
- DE BOYA Y CAMARAS.
- DE PILOTO Y CAMARAS.
- DE CAMARAS CON MANDO POR PILOTO A DISTANCIA.
- AUTOMATICAS DE FLOTADOR CON FUNCIONES ADICIONALES (reductoras, mantenedoras, etc).
- DE ALTITUD PARA DEPOSITOS ELEVADOS CON FUNCION SIMPLE.
- DE ALTITUD CON FUNCIONES ADICIONALES (reductoras, mantenedoras, de doble sentido, etc.).

Entre estas válvulas hay que mencionar por ser menos conocidas las de altitud, que no necesitan flotadores ni ser colocadas en el depósito. Se sitúan en la cámara de llaves y se abren o cierran al captar las presiones de agua en el depósito —es decir la altura del agua—. No necesitan electricidad aunque realicen más de una función, como apertura diferida, servir para vaciar el depósito, etc. Este tipo de válvulas necesita cierta presión agua abajo; es decir son para depósitos

elevados o semienterrados. Algunos tipos de válvulas de altitud están presentadas en los gráficos que se acompañan.

VALVULAS CON ELECTRICIDAD

En cuanto al uso de la electricidad para mando de válvulas de llenado de depósitos, exponemos a continuación los posibles fallos que pueden ocurrir.

Para el accionamiento de la válvula se requiere una fuente externa de energía eléctrica. Hay que tener en cuenta que las interrupciones en su suministro, debidas a temporales u otras causas, dejarían la válvula fuera de servicio, pudiendo dar lugar a que el agua rebose del depósito.

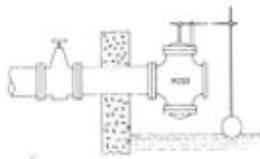
El circuito eléctrico que acciona el cierre de la válvula puede realimentarse al poner en marcha una estación de bombeo u otro motor cualquiera. En tal caso la válvula de llenado de depósitos se cerraría a destiempo, con los consiguientes trastornos.

El relé térmico del contactor, regulado para la intensidad del motor, puede saltar por falta de conservación electromecánica, dejando sin energía al sistema de accionamiento de la válvula.

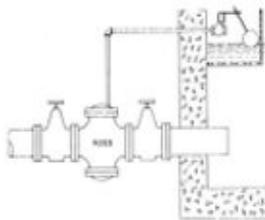
Pueden también establecerse corrientes de defecto a tierra. En este caso se pueden neutralizar con un cortocircuito diferencial, pero ello dejaría sin corriente la instalación e inutilizaría el sistema.

INSTALACIONES TÍPICAS DE LAS VALVULAS DE FLOTADOR

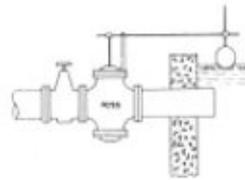
Modelos 21 F y 21 F "Especial"



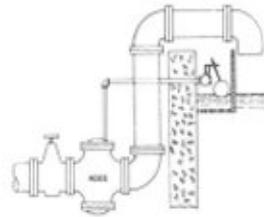
Modelo 45 FWR



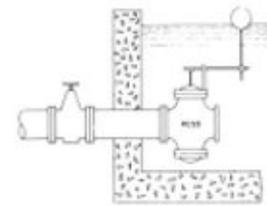
Modelos 21 F y 21 F "Especial"



Modelo 45 FWR



Modelos 21 F y 21 F "Especial"



Modelo 40 FWR

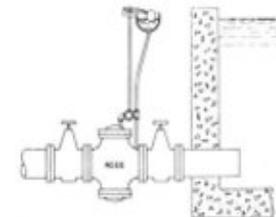


Fig. 3 Diversas formas de colocar válvulas de flotador, que hemos experimentado.

Además de los fallos citados, conviene tener en cuenta que el accionamiento eléctrico, requiere voltajes medios (220 o 380 V), que en ambientes húmedos, como son los lugares donde están instaladas las válvulas para el llenado de depósitos, entraña graves riesgos de electrocución para los operarios encargados de su manejo.

VALVULAS AUTOREGULABLES

Creemos que la mejor solución es prescindir de la energía eléctrica y utilizar válvulas equilibradas hidráulicamente, que tomen la energía necesaria para su funcionamiento de las presiones del agua de la conducción o del depósito. Estas válvulas deben cerrar paulatinamente para evitar sobrepresiones o golpes de ariete que puedan causar roturas en las tuberías. Se pueden utilizar flotadores para su funcionamiento o, en casos especiales, pilotos captadores de las presiones en la red o en el depósito. Al tomar la energía del propio sistema de las conducciones de agua no se necesita ninguna aportación de energía externa, que siempre puede quedar interrumpida en alguna ocasión, dando entonces lugar a un posible desperdicio del agua.

AMPLIACION DEL SERVICIO DE INFORMACION AL LECTOR

Para facilitar la comunicación a los lectores que nos piden más información sobre artículos, anuncios, productos y noticias, y para poder agilizar y ampliar este servicio hemos incorporado un nuevo método de búsqueda de información.

Cada artículo, anuncio, producto, novedad, equipo, noticia, etc... que el Servicio de Documentación de la revista tenga más referencias, vendrá señalado por un número "señale 1015". Al final de la revista, o como recordatorio también en página interior, estará insertada una hoja con los boletines de suscripción, información y publicidad.

En este boletín de "petición de más información" pueden señalar cuantas referencias les interese, con la seguridad que con la mayor rapidez será atendida su solicitud.

MEJORA DE LA EXPLOTACION POR ADQUISICION DIRECTA DE VALVULAS

Por: **Manuel Mateos de Vicente**. Dr. Ing. de Caminos, C. y P. Master y Doctor (Iowa State University) Profesor Titular Cátedra Obras Hidráulicas, EUITOP, Madrid. Dtor. Técnico, Válvulas Automáticas Ross. Asesor en Ingeniería Civil

Nuestro trabajo de asesoría y estudio de problemas hidráulicos, nos hace estar en contacto con un número elevado de Organismos de gestión de agua, tanto en España como en otros países. Este contacto lo hacemos a todos los niveles, desde Ingenieros hasta Encargados y Operarios de instalaciones, y desde Projectistas hasta Políticos.

Quisiéramos hacer unas observaciones basadas no en nuestras ideas, sino en multitud de opiniones que hemos recibido de muchas personas, técnicos o no, que están al cargo del mantenimiento de conducciones o de redes de distribución.

En la construcción de conducciones se suele dar la consideración apropiada a las zanjas, los tubos, la compactación de las zanjas, y la reposición de pavimento, que son las partidas económicas importantes. Sin embargo, existe en general un abandono en cuanto a la valvulería, cuya partida apenas suele llegar al 1 por 100 del presupuesto total de la obra. En muchas ocasiones no se tiene en cuenta que algunas válvulas se tienen que fabricar de acuerdo con las condiciones específicas del entorno y de las prestaciones deseadas y que una válvula especial o de tamaño grande puede necesitar tres meses para ser construída. No obstante, en buen número de casos la petición de las válvulas se postpone para el final de la obra, cuando ya todo lo demás está construído.

Sin embargo el mayor inconveniente que se encuentra en algunos Proyectos es la absoluta falta de precisión y definición de los tipos de válvulas necesarios, o recomendables. En muchos casos se menciona solamente el tipo de válvula y su diámetro, sin tener en cuenta velocidades admisibles, presión deseada, resistencia de los materiales y su compatibilidad, normas para cada material, tipo de bridas o rosca, diferencia entre las válvulas para aguas limpias o sucias, potables o salobres. Esto conduce en ocasiones a que no se coloquen las válvulas idóneas, lo que puede ser la causa fundamental de las roturas de tuberías.

Si consideramos, como ejemplo, únicamente las válvulas anti-retorno (de retención), nos encontramos que si en el Proyecto no se especifica exactamente qué tipo es, sino que se indica solamente que se necesita "una válvula de retención de tal diámetro", estamos ante un dilema por tener un amplio surtido donde elegir. Existen varias del tipo de clapeta (4 de ellas mencionadas en "Las válvulas de Retención Tipo Clapeta", por M. Mateos, CIMBRA, Marzo 1983); de los que puede haber hasta 10 o más si tenemos en cuenta las variantes. De eje descentrado están las muy antiguas Williams-Hager y sus variantes (4 de ellas mencionadas en "Válvulas de Retención de Disco Sobre Eje Longitudinal Centrado", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1983). También existen al menos 8 modelos de válvulas de retención mandadas por piloto o integradas en otros cuerpos de válvulas ("Efecto de Válvula Retención como Función Adicional en Válvulas con Otras Funciones Específicas", por M. Mateos, CIMBRA, Febrero 1983). Aparte están las basadas en una ventosa invertida ("Mejora de las Impulsiones de Aguas Negras", por M. Mateos TECNOLOGIA DEL AGUA, Marzo 1983).

En el párrafo anterior mencionamos 18 tipos distintos de válvulas de retención. Cada tipo cumple sus funciones específicas, por lo que tales válvulas se deben detallar bien en el Pliego de Condiciones; de lo contrario el contratista puede tender a comprarlas basándose exclusivamente en el coste. A veces hay roturas en los tubos que son incomprensibles y que en ocasiones pueden ser debidas a haber instalado una válvula de retención inadecuada.

Lo mismo podemos indicar de las ventosas, de las que existen también muchas variedades ("Ventosas-Análisis Práctico de su Comportamiento y Presentación de 17 Tipos", por M. Mateos, revista de obras públicas, Agosto 1985); o de las válvulas de mariposa; o de las válvulas de compuerta; o de las reductoras de presión; o

de las mantenedoras; o de las anti-ariete; o de las optimizadoras de bombeo; etc.

No tenemos que culpar al contratista ni al ingeniero director de obra, sino a aquellos proyectistas que no se toman el tiempo necesario para averiguar cual es el mecanismo adecuado para unas condiciones específicas. Pero hemos de reconocer que hay muchos ingenieros proyectistas y compañías consultoras que se preocupan de definir adecuadamente los mecanismos apropiados.

En algunos casos el contratista y el director de obra se pueden encontrar con un presupuesto inadecuado para colocar la válvula idónea por no definirla en el Pliego de Condiciones. Esto puede originar fricciones entre la Administración y la Contrata. Si por razones económicas se coloca una válvula cualquiera, escogiendo, lo más barato del mercado es muy posible que se estén sentando las bases para tener problemas futuros de mantenimiento, materializados en roturas, en válvulas que no abren o cierran, o en válvulas que no cumplen su misión.

Varias Empresas y Organismos de la Administración han considerado seriamente estos problemas y llegado al convencimiento de la necesidad de comprar ellos mismos las válvulas directamente. Hay Organismos que siguen esta práctica desde hace varios años. A veces es más fácil esta opción que influir en la preparación del proyecto, pues en ocasiones éste se realiza por otros Organismos sin tener contacto directo con la Explotación y Mantenimientos de las conducciones y redes de distribución de agua.

En ciertos casos, el comprar directamente las válvulas idóneas, fiables, puede suponer un desembolso mayor, pero otras veces no. Hay contratistas que compran válvulas caras pero idóneas perdiendo dinero en esas partidas, pero también hay contratistas que compran lo más barato, sirva o no sirva. Hemos de ser realistas y comprender que la diferencia entre unas válvulas caras y otras baratas a los sumo es de tan sólo el 1 por 100 del presupuesto. Pero este 1 por 100 puede ser la causa fundamental de muchas roturas de tuberías, de muchas horas extraordinarias o nocturnas de trabajo, de costosas inundaciones o simplemente de pérdida de agua.

En resumen, pensamos se debe considerar que los Organismos que mantienen en funcionamiento conducciones y redes de abastecimiento de agua, puedan comprar directamente las válvulas, lo que en gran número de casos comportaría una gran economía en el mantenimiento de las instalaciones a corto y largo plazo.



IMPULSIONES LARGAS - VALVULERIA DE SEGURIDAD NORMAL Y PARA UN CORTE BRUSCO DEL FLUIDO ELECTRICO

Por Manuel Mateos, Doctor Ingeniero de Caminos, C.y P., Master of Science (ISU), Director Técnico, Válvulas Automáticas Ross, S.A.

1. INTRODUCCION

En el diseño de las estaciones de bombeo de agua conviene distinguir dos aspectos fundamentales:

- El dimensionamiento de las bombas que permitan suministrar los caudales de proyecto a las presiones óptimas de distribución.

- El sistema de protección de las instalaciones contra las sobrepresiones y golpes de ariete.

El primer aspecto citado es de sobra conocido y por ello sólo vamos a detenernos en el estudio de los sistemas de protección frente a las sobrepresiones y golpes de ariete, incluyendo el caso de FALLO EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

2. LAS SOBREPRESIONES

Es sabido que la puesta en marcha y la parada de las bombas producen sobrepresiones en las conducciones e instalaciones interrupciones en el suministro de energía eléctrica. La manera tradicional de eliminar las sobrepresiones consistía en colocar una válvula de clapeta y calderines. Actualmente, debido al considerable avance que ha experimentado el diseño de válvulas, es posible dar soluciones satisfactorias a los problemas de sobrepresiones y golpes de ariete por medio de válvulas automáticas.

Keywords: AGUA POTABLE, TRANSPORTE AGUA, VALVULAS, MODELOS, GOLPE ARIETE.

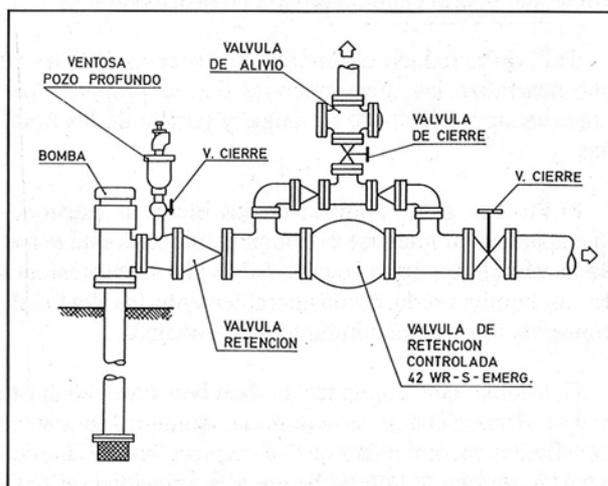


Fig. 1. Gráfico de una instalación de bombeo desde un pozo profundo con válvula optimizadora con cierre de emergencia al suspenderse el suministro de energía eléctrica.

3. LAS VALVULAS

El gráfico representado en la Figura 1 constituye la mejor protección contra las sobrepresiones que se generan durante las operaciones de bombeo. Es el que se debe proyectar en bombes de longitud superior a 2 km. En la Figura está el conjunto de válvulas que deben instalarse para optimizar el funcionamiento de una estación de bombeo de un pozo profundo. El diseño idóneo, en este caso, incluye una ventosa, una válvula de retención, una válvula de alivio, una válvula de optimización de bombeo y las correspondientes válvulas de cierre. A continuación, se explica la función particular de cada uno de estos elementos y se recomiendan los tipos de válvulas más apropiados.

3.1 Válvula de Alivio Rápido

La inclusión de una válvula de alivio rápido se justifica sobradamente si tenemos en cuenta que esta válvula desempeña las siguientes funciones:

a) Protege el tramo de conducción comprendido entre la bomba y la válvula de optimización de las sobrepresiones que se producen al poner en marcha la estación de bombeo.

b) Expulsa las primeras aguas bombeadas que suelen contener sólidos indeseables.

c) En el caso que se cierre la válvula de retención por un fallo del suministro eléctrico, elimina el golpe de ariete que podría dañar la tubería de distribución.

d) Permite reducir el timbraje de las conducciones ya que neutraliza las sobrepresiones que se producen durante las operaciones de arranque y parada de las bombas.

e) Protege a las bombas de las elevadas presiones que aparecen al iniciarse el bombeo, mientras está cerrada la válvula de optimización. Al evitar sobrepresiones en las bombas reduce considerablemente los gastos de conservación y mantenimiento de las mismas.

f) Impide que comience el bombeo efectivo hasta que se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes de válvulas recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad de régimen. Esta práctica puede ser extremadamente perjudicial para las bombas y ya vemos que la instalación de una válvula de alivio rápido la hace completamente innecesaria.

g) Asegura la circulación de un caudal de agua mínimo mientras que la bomba esté trabajando. En el caso de bombas sumergibles esta función es primordial pues permite el enfriamiento de los motores.

El análisis de los epígrafes anteriores confirma la trascendencia del cometido de las válvulas de alivio en estas instalaciones.

Existen válvulas de alivio rápido que se abren en cuanto la presión excede en un 10 por 100 a la presión manométrica de la conducción, descargando instantáneamente el volumen de agua preciso para que se anulen las sobrepresiones. El funcionamiento de estas válvulas es mucho más eficaz y fiable que el de las válvulas de seguridad que consisten en un resorte y un tapón.

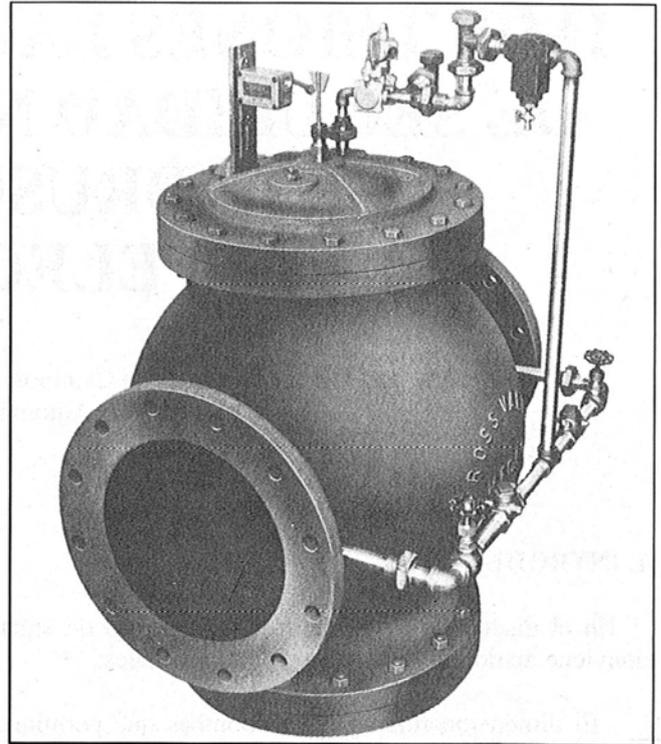


Fig. 2. Válvula optimizadora de bombes: Reguladora, de retención controlada, se cierra al haber una rotura en la conducción y resuelve el problema de un fallo en el suministro de energía eléctrica.

3.2 Válvula de Retención

La misión de esta válvula de retención es aislar la bomba de la tubería impidiendo, al cerrarse, el retorno de la columna de agua sobre la bomba. La válvula se cerrará cuando ocurra alguna de las situaciones siguientes:

a) Un fallo en el suministro de energía eléctrica; en este caso, la bomba dejará de funcionar y como la válvula de optimización se cierra paulatinamente existirá un retorno de la columna de agua sobre la bomba que se elimina intercalando entre ésta y la válvula de optimización una válvula de retención.

b) Un fallo interno de la bomba; en esta circunstancia la bomba se detendrá y la válvula de optimización seguirá abierta por lo que se producirá una situación análoga a la descrita en a).

Nuestra experiencia nos indica que las válvulas de retención más apropiadas para este tipo de instalaciones son las de Williams- Hager, de doble semi-disco, de clapeta amortiguada, o de eje descentrado. La elección de uno u otro tipo, vendrá impuesta por condiciones tales como el espacio disponible para la instalación de la válvula, la máxima pérdida de carga admisible, la presión

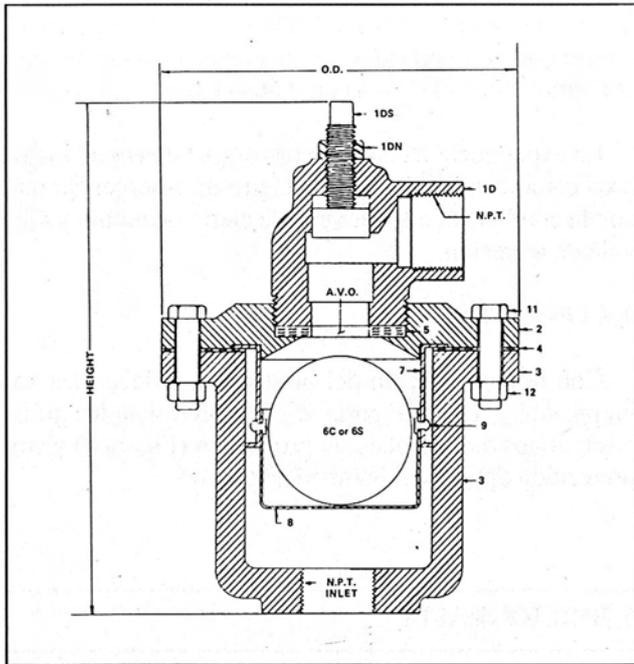


Fig. 3. Sección de la ventosa para bombeos de pozo profundo.

manométrica de la conducción o la economía de la inversión. (Ver referencias 5, 6 y 7).

3.3 Ventosa

La finalidad de la ventosa es facilitar la evacuación de aire al iniciarse el bombeo y evitar que se haga el vacío en la tubería, permitiendo la admisión de aire, una vez que se haya detenido el bombeo.

Es conveniente que la ventosa vaya equipada con un mecanismo que regule la salida del aire, evitándose así los daños que los cierres bruscos suelen ocasionar en las ventosas que carecen de un sistema de regulación.

Recomendamos para este caso la ventosa "de pozo profundo" y aconsejamos que se instale una de tamaño ligeramente superior al estrictamente necesario, para facilitar la regulación in-situ de la salida de aire (ver referencia 8).

3.4 Válvula para Optimización del Bombeo

Esta válvula que aparece a la derecha en la Figura 1, es la que incide más directamente sobre el proceso de bombeo. Ha sido analizada por nosotros ampliamente (Ver referencias 9 y 10) y comprobado que introduce las ventajas siguientes:

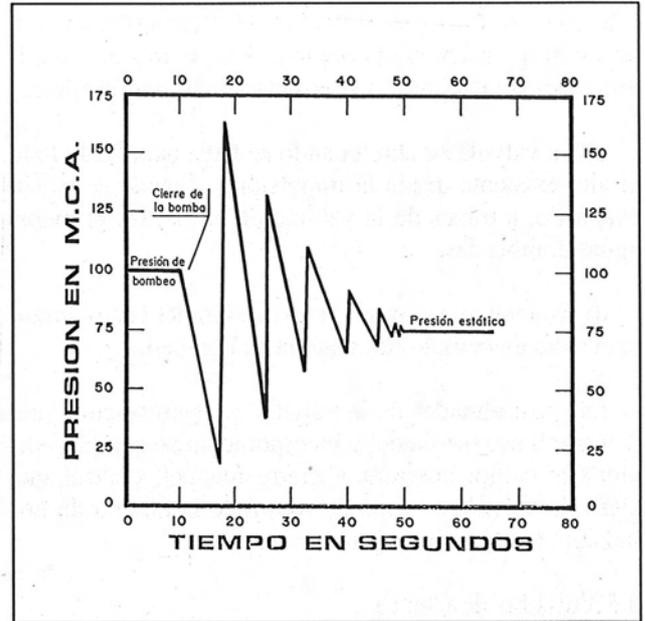


Fig. 4. Gráfico de sobrepresiones y depresiones al pararse una bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.

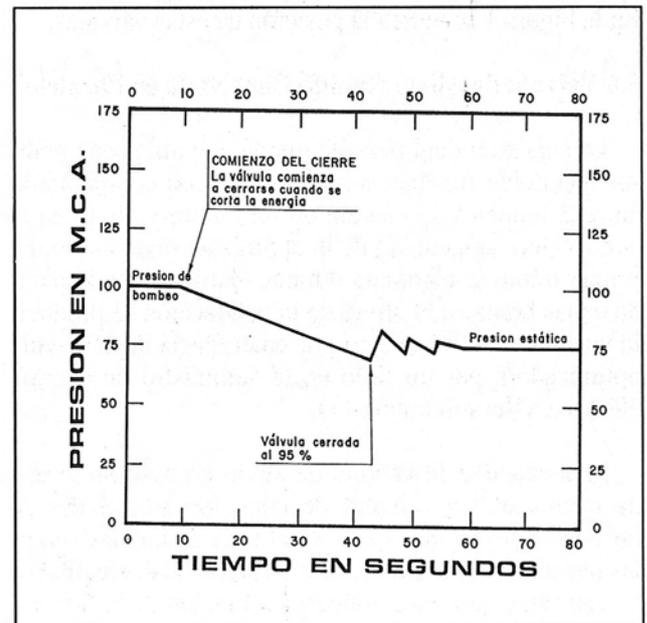


Fig. 5. Gráfico teórico de presiones que se obtiene en una estación de bombeo protegida con válvulas optimizadoras tal como se recomienda en los cuatro primeros Casos. Se supone la instalación protegida con ventosas fiables y válvula de retención idónea.

a) Protege contra presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución debido a que su apertura se efectúa gradualmente.

b) Durante la parada de la instalación, la válvula se va cerrando lentamente con la bomba aún en marcha;

sólo cuando la válvula se ha cerrado en un 95 por 100, un interruptor detiene la bomba. De esta manera se eliminan las oscilaciones que originarían golpes de ariete.

c) La válvula se abre cuando se haya expulsado todo el aire existente desde la impulsión y cuando se hayan evacuado, a través de la válvula de alivio, las primeras aguas bombeadas.

d) Esta válvula elimina la formación del vacío durante el ciclo de cerrado del sistema de bombeo.

Las posibilidades de la válvula de optimización pueden ampliarse mediante la incorporación de equipos adicionales como, apertura y cierre manual, control que cierra la válvula en caso de rotura de la tubería de impulsión, cierre de emergencia, etc.

3.5 Válvulas de Cierre

La función de estas válvulas es aislar los elementos que integran la instalación en el caso que se tenga que proceder a la sustitución o revisión de alguno de ellos. En la Figura 1 se indica la posición de estas válvulas.

3.6 Válvula de Alivio Rápido Conectada en Paralelo

La conexión dual permite que la válvula pueda realizar una doble función: alivio en el tramo comprendido entre la bomba y la válvula optimizadora y alivio en la conducción, agua abajo de la optimizadora. el alivio del primer tramo se efectuará durante el arranque y la parada de las bombas; el alivio de la conducción se producirá cuando se active el cierre de emergencia de la válvula optimizadora por un fallo en el suministro de energía eléctrica. (Ver referencia 11).

Para conectar la válvula de alivio en by-pass se han de intercalar dos válvulas de retención adicionales en las posiciones en que aparecen en la Figura. Estas válvulas pueden ser del tipo Williams-Hager, de doble disco o de clapeta; serán seleccionadas en función de las presiones a que estén sometidas.

3.7 Válvula Optimizadora del Bombeo con Cierre de Emergencia

Para comprender la diferencia entre esta válvula y las de cierre paulatino analicemos la situación provocada por un fallo en el suministro de electricidad.

En el caso de un corte de corriente, la válvula, merced a un mecanismo que actúa sobre una válvula de solenoide, se cierra con cierta rapidez evitando la acción de golpes de ariete sobre la impulsión. Simultáneamente

la válvula de alivio, merced a la conexión en paralelo, elimina las sobrepresiones en la conducción mejorando el rendimiento del sistema de protección.

La experiencia ha demostrado que se consigue mejor protección con la válvula con cierre de emergencia que con la combinación tradicional de cierre paulatino y válvula de retención.

4. CONCLUSION

Con la optimización del bombeo se reducen las sobrepresiones. En las Figuras 2 y 3 se presentan los gráficos teóricos de presiones sin protección (Figura 2) y con protección óptima del bombeo (Figura 3).

5. BIBLIOGRAFIA

1. "Cálculo para la eliminación del golpe de ariete". Por M.Mateos. Informe. (Pedidos al Apartado 31.031 - 28080 Madrid).
2. "Optimización de impulsiones largas o con altas presiones. Por M.Mateos. CIMBRA, Marzo 1985.
3. "Optimización de re-impulsiones largas". Por M.Mateos. Pendiente de publicación.
4. "Optimización de anti-impulsiones". Por M.Mateos. CIMBRA, Marzo 1986.
5. "Las válvulas de retención tipo clapeta". Por M.Mateos. CIMBRA. Marzo 1983. Pág.29-30.
6. "Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado". Por M.Mateos. CIMBRA. Septiembre 1983. Pág. 19-20.
7. "Efecto de válvulas de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas". Por M.Mateos. CIMBRA. Febrero 1983. Pág. 41-43.
8. "Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos". Por M.Mateos. A ser publicado en la RECISTA DE OBRAS PUBLICAS.
9. Comentarios al artículo "De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones. Forma de calcular un calderín o una chimenea de equilibrio, de Emilio Herranz y María del Carmen de Andrés". Por M.Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1980. Pág. 55.

10. Comentarios al artículo "Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo, de Luis Torrent". Por M.Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1983. Pág. 33-35.

11. "Adios golpe de ariete, adios". Por M.Mateos. CIMBRA. Junio 1982. Pág. 19-20.

8, 2, 4, 7, 5 y 6. Estas referencias están reimpresas en el libro "El Golpe de Ariete en Impulsiones", por E. Mendiluce, Editorial Técnica Bellisco, Apartado 156.133, 28080 Madrid.

RESONANCIA DE FLUIDO EN TUBERIAS

Por: Manuel Mateos, Dr. Ing. C.C.P.; Master of Science. Director Técnico, Válvulas Automáticas Ross.

Palabras clave: AGUA POTABLE, TRANSPORTE AGUA, VALVULAS, RESONANCIA.

Keywords: POTABLE WATER, WATER TRANSPORT, VALVES, RESONANCE.

1. INTRODUCCION

En mi trabajo de puesta a punto de válvulas automáticas he observado en varias ocasiones unos efectos de resonancia inesperados. Esto ha sucedido también a los otros ingenieros de la casa Ross.

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Este fenómeno ha ocurrido al cerrar válvulas reductoras de presión para modificar su tarado. Es posible que también ocurra al cerrar válvulas normales de regulación y que no haya sido detectado, aunque pudiese ser la causa indirecta de algunas roturas de tuberías. Lo hemos podido detectar debido a la sensibilidad de los mecanismos de algunas válvulas reductoras. Dada la importancia de este fenómeno lo damos a conocer.

Se iniciaba con unas pulsaciones débiles, con sobrepresiones y depresiones, que podían ser registradas en los manómetros. Estas pulsaciones iban ganando en amplitud; ante lo cual se optó por cortar el flujo y tratar de hallar las causas del fenómeno. Las pulsaciones que entraron en resonancia se pueden representar teóricamente como en la Figura 1.

3. CAUSAS

Analizando los mecanismos existentes en la tubería se vio enseguida que el fenómeno era debido a la existencia de bolsas de aire en la conducción. Viendo la ubicación, tipo, y funciones de las ventosas y eliminando el aire se pudieron suprimir las causas del fenómeno de resonancia.

Por ello queremos insistir una vez más en la necesidad de:

PRIMERO: Colocar ventosas en tramos ascendentes, descendentes y horizontales.

SEGUNDO: No colocarlas solamente en los puntos altos.

TERCERO: Colocar las ventosas adecuadas en tamaño, sin tampoco excederse, pues si la ventosa no está bien diseñada colocarla de un tamaño mayor no resuelve el problema.

CUARTO: Colocar las ventosas necesarias en cuanto a sus funciones (admisión, expulsión sin presión, expulsión bajo presión del aire).

QUINTO: Colocar las ventosas necesarias en función de las presiones y sobre-presiones esperadas.

SEXTO: No tratar de ahorrar en la adquisición de las ventosas, que suponen una partida mínima en el total del presupuesto y son los elementos más importantes para evitar roturas de las tuberías.

SEPTIMO: Hacer un seguimiento de las ventosas instaladas y no dudar en substituir alguna o todas, si no cumplen con su función.

Son muy escasas las publicaciones que he hallado sobre los problemas del aire en las tuberías. Tan solo he encontrado algunas de E. Mendiluce y otra de J.L. Sánchez López, que se citan al final. Por ello he tratado de reflejar algo de mi experiencia en varias publicaciones, que se listan al final por si algún técnico está interesado en estos problemas del aire en las tuberías.

4. OTROS PROBLEMAS

Aparte del efecto resonancia aquí mencionado hemos sido testigos, o nos han mencionado, de muchos otros problemas debido a la carencia de ventosas o al haberlas colocado de calidad o prestaciones inadecuadas:

– Ventosas que han salido disparadas al poner en carga la tubería. (La conexión no era lo suficientemente

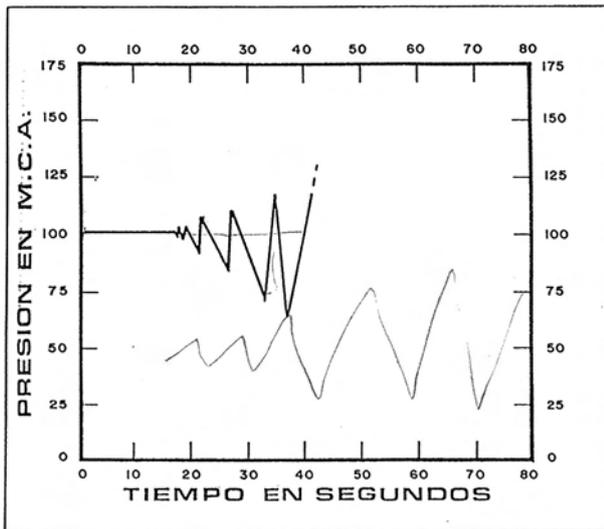


Fig. 1. Pulsaciones en resonancia inducidas en válvulas automáticas, debidas a la existencia de bolsas de aire en la conducción.

fuerte, o las bridas eran de resistencia inferior a la necesaria).

- Hay muchas ventosas que se acodalan, dejando salir agua continuamente. (Ocurre en boyas cilíndricas mal diseñadas, o en boyas esféricas deformadas).
- Gran cantidad de boyas tipo bola deformadas, hendidadas, aplastadas. (Conviene que las esferas sean de un material no deformable).
- Un alcalde nos ha dicho que su pueblo se inunda periódicamente debido a que una ventosa colocada en una conducción cercana se acodala, y deja escapar gran cantidad de agua. Ahora en cuanto llega el agua al pueblo ya saben que hacer: Dar a la ventosa con una barra hasta que la boya quede bien encajada. (Se debe substituir la ventosa por cuya boya no se acodale).
- Una tubería que se rompió por falta de ventosa; se colocaron algunas y siguió rompiéndose. Las roturas sólo se eliminaron cuando se colocaron todas las ventosas recomendadas por el ingeniero consultor. (Explicado ampliamente en la comunicación 1 de E. Mendiluce, listada al final).
- Ventosas colocadas sin arqueta, rellenándolas completamente de tierra, lo que anula su labor. (Es una falta del constructor).

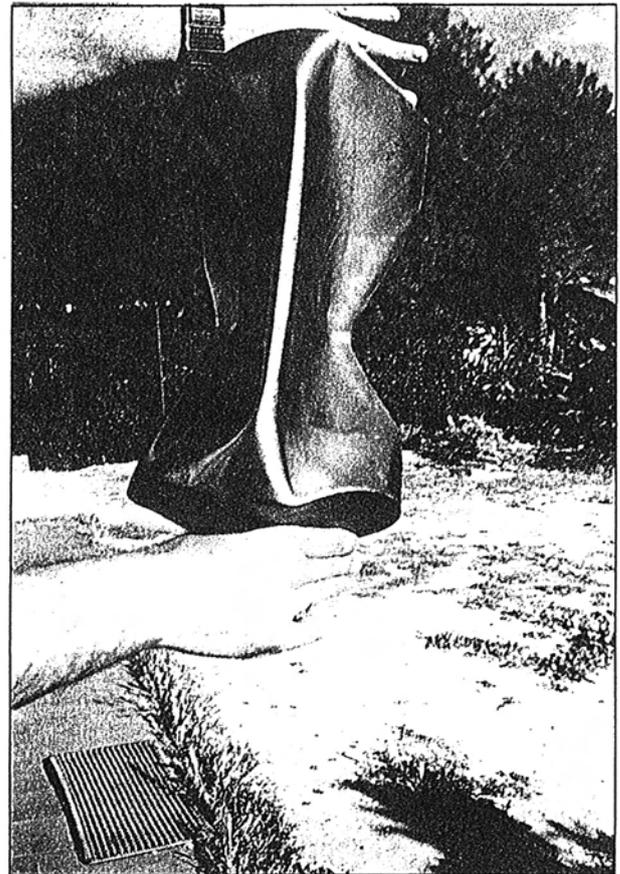


Figura 2. Rotura forzada de una boya dentro de una ventosa donde se aplicaron presiones mayores de las de trabajo, como parte de nuestros trabajos de investigación.

- Ventosas con la llave de paso cerrada porque perdían tanta agua continuamente que al final escaseaba. (Se debe a haber colocado ventosas mal seleccionadas, o de mala calidad).
- Algunos ingenieros no colocaban ventosas, sino grifos, por haber tenido muy mala experiencia con estos mecanismos. (Actualmente hay en el mercado más de una veintena de distintos tipos de ventosas).
- Algunos contratistas nos han mencionado que el día antes de la recepción de la obra han tenido que ir a lo largo de la conducción con una partida de boyas para ir substituyendo aquellas que estaban en las ventosas que perdían agua. (Hay que especificar claramente en el proyecto el modelo de ventosa y el material de la boya).

Para dar confianza a los técnicos hemos de indicar que existe ya en España una gran variedad de ventosas y

purgadores. En el artículo 10 he presentado 17 tipos que no eran conocidos en España. Para evitar problemas lo mejor es adquirir una ventosa con las prestaciones adecuadas y no comprar una cualquiera como se ha estado haciendo hasta hace pocos años. Nuestra investigación en este campo tiene como motivo final, el hacer que vuelva la confianza en las ventosas a aquellos técnicos que hayan tenido problemas. Todos tenemos errores y también los hemos cometido nosotros, y hay que tratar de eliminarlos conociendo el problema y los mecanismos para paliarlo.

BIBLIOGRAFIA

1. "Efecto del aire en las tuberías", por Enrique Mendiluce Rosich, TECNOLOGIA DEL AGUA, Abril 1989.
2. "La seguridad en las instalaciones para transporte y distribución de agua", por E. Mendiluce, CIMBRA, Mayo 1986.
3. "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías", por E. Mendiluce, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Marzo 1984.
4. "Ventosas trifuncionales", por Manuel Mateos de Vicente, TECNOLOGIA DEL AGUA, Número 37, 1987.
5. "Ventosas para aguas residuales", por M. Mateos, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS MUNICIPALES, Diciembre 1985.
6. "Ventosas para pozos profundos", por M. Mateos, REVISTA DE BOMBAS Y COMPRESORES, Marzo 1987.
7. "Válvulas para emisarios submarinos", por M. Mateos, INDUEQUIPO, Abril 1987.
8. Sobre "La seguridad en las instalaciones para transporte y distribución de agua", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Septiembre 1984.
9. Sobre "Desaireación de tuberías", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1984.
10. "Ventosas. Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Agosto 1985.
11. "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales", por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1984.
12. "Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1985.
13. "Válvulas especiales para aguas sucias", por M. Mateos, CIMBRA, Enero 1984.
14. "Mejora de las impulsiones de aguas negras", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Enero 1983.
15. El Capítulo 10 del libro "Válvulas automáticas para abastecimientos de agua", por M. Mateos está dedicado a VENTOSAS. Editorial Bellisco, Apartado 156.133, Madrid, 1989.
16. Los artículos 2, 3, 8 y 10 están reproducidos en el libro "El golpe de ariete en impulsiones", por Enrique Mendiluce, Editorial Bellisco, Apartado 156.133, Madrid, 1987.
- 17- "Comportamiento de las tuberías en abastecimientos de agua ante la presencia de bolsas de aire", por J.L. Sánchez López, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Septiembre 1986.

VENTOSAS PARA AGUAS SUCIAS

Por Manuel Mateos de Vicente
Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P., A.O.P.
Master of Science (Iowa St. University)
Director Técnico, Válvulas Automáticas Ross

1. INTRODUCCION

Recientemente se han comenzado a construir impulsiones de aguas sucias para su tratamiento, o para verterlas directamente al mar. Estas impulsiones tienen por lo tanto los dos objetivos siguientes:

Bombear hacia una estación de depuración

Bombear en emisario submarino para llevar las aguas lejos de la costa.

Cuando empezamos a analizar problemas de roturas de algunas de estas conducciones se comprobó que en la mayoría de los casos no se habían colocado ventosas, o se colocaban las de aguas limpias **que no son las adecuadas**. Prácticamente todos los problemas de roturas de tuberías en impulsiones de aguas sucias se debían, a nuestro entender, a la falta de ventosas.

Las ventosas son necesarias en los puntos altos de las conducciones; si no se instalan pueden impedir que pase el agua al actuar el aire como un tapón, exactamente igual que una válvula de cierre.

Las ventosas son **también necesarias en tramos sin puntos altos**, es decir horizontales, o con poca pendiente de subida. Yo las recomiendo hasta en algunas subidas con pendiente fuerte. También son necesarias en pendientes de bajada, ya que se deben colocar en quiebros, cambios de pendiente, cambio de sección del tubo, o al lado de alguna válvula especial. En muchos de estos casos la ventosa tiene que ir provista de purgador, o ser simplemente sólo purgador.

Nuestra experiencia nos dicta que nos deben existir tramos superiores a 600 m sin ventosas –con o sin purgador–, o sin purgador.

El aire acumulado puede dar lugar a fenómenos pulsatorios con sobrepresiones acumulables, digamos en resonancia, que son la causa, muchas veces incomprendida,

de la rotura de tuberías. En estos casos se suele culpar a los tubos, que son los que se rompen, cuando en realidad el culpable es el aire acumulado en su interior, lo que causa sobrepresiones superiores en ocasiones a un 300 o 400 por 100 del timbraje calculado.

2. ORIGEN DEL AIRE

La procedencia del aire puede ser la siguiente:

1– Incorporado en el agua al bombear, por aireación debida al movimiento del agua y que queda libre dentro de la tubería.

2– Por la creación de vórtices que succionan aire de la atmósfera al bombear.

3– Por desprendimiento de aire o de gases disueltos en el agua al:

Cambiar la sección de la tubería
Cambiar la temperatura del agua
Cambiar de dirección el flujo en codos.

4– Aparte están los gases que se forman por descomposición de la materia orgánica dentro de la conducción.

3. CLASIFICACION DE VENTOSAS

Por la actuación las he clasificado como sigue:

Para admisión de aire durante el vaciado
Para expulsión de aire durante el llenado
Para expulsión del aire bajo presión

Dependiendo del número de funciones que realizan en:

Monofuncionales
Bifuncionales
Trifuncionales

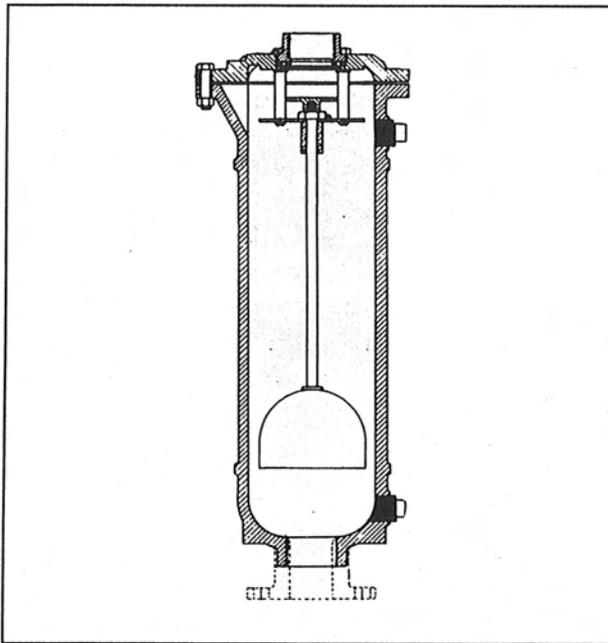


Figura 1. Purgador para aguas sucias.

Las monofuncionales pueden ser:

- Monofuncionales de admisión
- Monofuncionales de expulsión

A su vez las monofuncionales de expulsión se clasifican en las siguientes:

- Expulsores para sifones puros al aire
- Idem para emisarios submarinos
- Purgadores para conducciones bajo presión

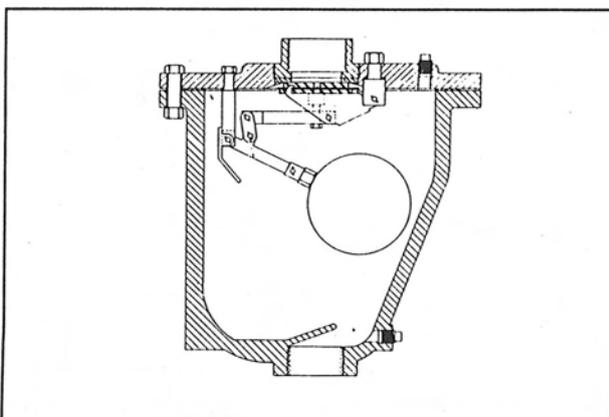


Figura 2. Purgador para agua limpia.

Dependiendo de la presión de trabajo:

- Baja presión
- Media presión
- Alta presión

Las de alta presión pueden ser a partir de 20 atm. Hay que tener en cuenta que ciertos tipos de ventosas no se encuentran en el mercado, o que para algunas condiciones se suelen hacer de aceros especiales o de otros metales. Por lo tanto no hay que dejar su compra para el último día, pues en algunos casos nos han tardado medio año en fabricar una ventosa especial.

3.1 AIREADORES

Los aireadores son simples tubos que comunican la tubería con la atmósfera, con el exterior. Tienen que tener la salida por encima de la línea piezométrica para que solamente entre o salga aire y no salga agua. A veces los aireadores sirven además como chimenea de equilibrio.

3.2. VENTOSAS MONOFUNCIONALES

Las de **admisión** simplemente inyectan aire dentro de la tubería cuando tiende a formarse un vacío. Nosotros los denominamos inyector, pero hay quien emplea un galicismo.

Las de expulsión para sifones puros están expuestas en la referencia 14, al final.

Las de **expulsión para sifones puros en emisarios submarinos** de aguas sucias son de un diseño especial. Hemos resuelto ya algún caso de éstos.

Los **purgadores para aguas sucias** constan de un agujero pequeño, de uno o varios milímetros de diámetro, que realizan la labor única y especial de expulsar el aire que se desprende bajo presión. También se expulsan los gases que se originan dentro de la conducción.

Un modelo de purgador para aguas sucias está representado en la **Figura 1**. El objeto de tener la bola separada de la salida por un vástago, en un cuerpo largo, es impedir que las materias sólidas accedan al agujero de salida del aire. Los trapos, plásticos, etc., que flotan dentro de la tubería quedan interceptados a la altura de la bola, flotador, o boya. En los purgadores de aguas limpias, ver **Figura 2**, esto no ocurre y se suelen quedar atascados el primer día de su funcionamiento si hay materiales sólidos flotando.

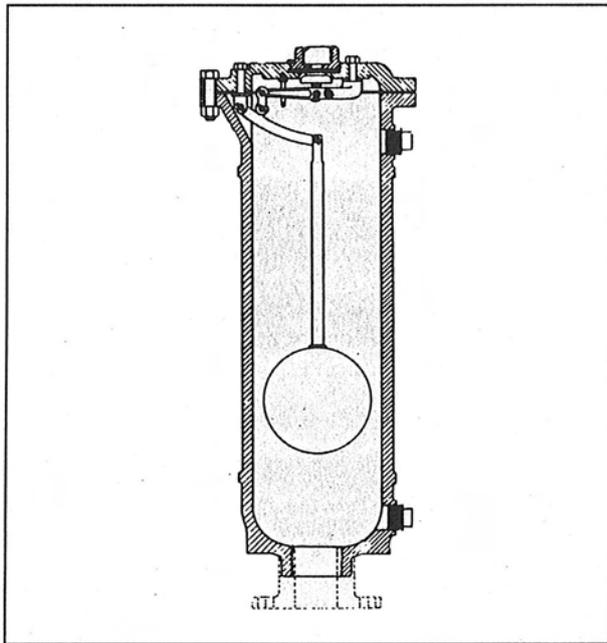


Figura 3. Ventosa bifuncional para aguas sucias.

Todas las ventosas tienen que llevar una llave de corte entre ellas y la tubería, para poder efectuar su limpieza interna, o para su sustitución o reparación.

3.3. VENTOSAS BIFUNCIONALES

Realizan al mismo tiempo las dos funciones de:

Inyectar aire en la tubería cuando se está vaciando y **Permitir la salida del aire** cuando se está llenando la conducción.

Estas son las funciones más conocidas de las ventosas. Hay bifuncionales instaladas por cientos de miles en conducciones y redes de aguas limpias, con una eficacia discutible en algunos casos. Por esto algunos profesores de hidráulica recomendaban no colocar nunca ventosas, lo que es un gran error

Hemos llevado a cabo análisis de todo tipo de ventosas en un ámbito no solamente nacional, pues se necesitaba que los ingenieros dispusiéramos en España de ventosas idóneas. Ver Referencia 5 al final, publicada en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Así para aguas sucias, en el tipo que definimos como bifuncional tenemos la representada en la **Figura 3**.

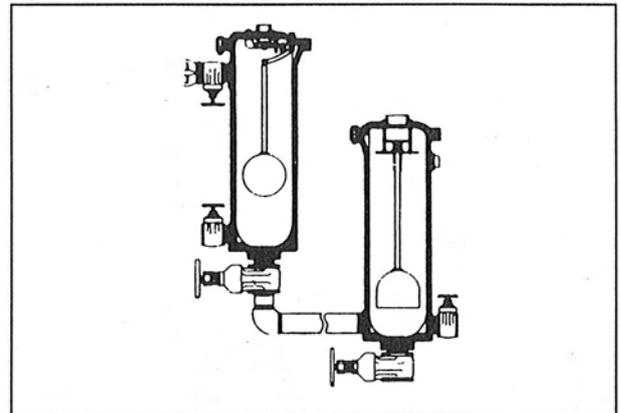


Figura 4. Combinación trifuncional en dos cuerpos.

3.4. VENTOSAS TRIFUNCIONALES

Como en las aguas sucias se originan gases, conviene siempre tener en cuenta si es necesario realizar las tres funciones en cada punto donde se piense instalar ventosas. Es decir en que puntos se debe realizar:

la aireación durante el vaciado,
la expulsión de aire durante el llenado, y
la expulsión de aire bajo presión.

Estas tres funciones se pueden realizar de dos formas:

a) Con una ventosa bifuncional más un purgador (**Figura 4**)

b) Con una ventosa que realice las tres funciones en el mismo cuerpo, que denominamos "Universal" (**Figura 5**)

En este tipo de ventosa trifuncional en un solo cuerpo hemos llevado a cabo un seguimiento de varios años, habiendo comprobado su fiabilidad. Tiene la ventaja de tener un tamaño más reducido que cuando se realizan las tres funciones en dos cuerpos separados. Las funciones de limpieza se simplifican al haber un solo cuerpo que limpiar.

4. LIMPIEZA

Los sólidos que se acumulan por ser interceptados a la altura de la boya deben ser evacuados. Para ello el cuerpo de las ventosas debe llevar dos orificios para poder inyectar agua para su limpieza, y para que salgan los sólidos acumulados en el cuerpo de la ventosa. En las **Figuras 6 y 7** se pueden ver instaladas las mangueras de limpieza.

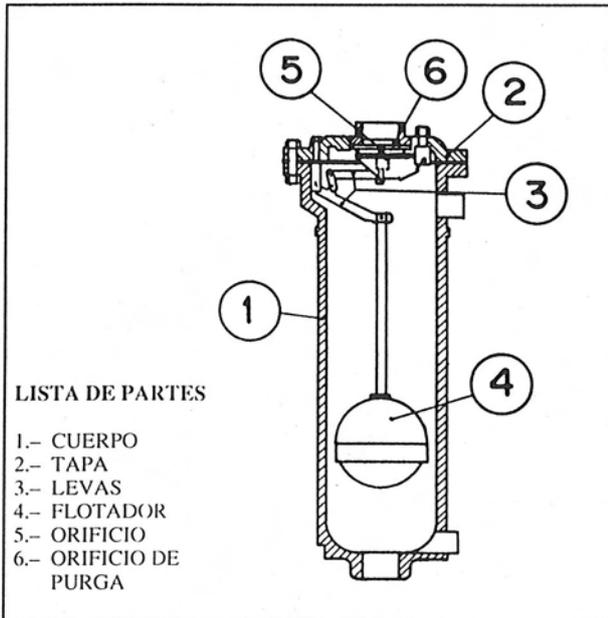


Figura 5. Ventosa trifuncional en un solo cuerpo, modelo "Universal", de la casa Multiplex.

La frecuencia de limpieza dependerá siempre de la cantidad de sólidos que transporte el agua y se hallará experimentalmente. Al principio conviene limpiarlas la primera vez al día siguiente de su puesta en marcha. La frecuencia posterior se hallará experimentalmente.

5. DIMENSIONAMIENTO

No hemos hallado nada escrito en español sobre el dimensionamiento de ventosas para aguas sucias. Sobre

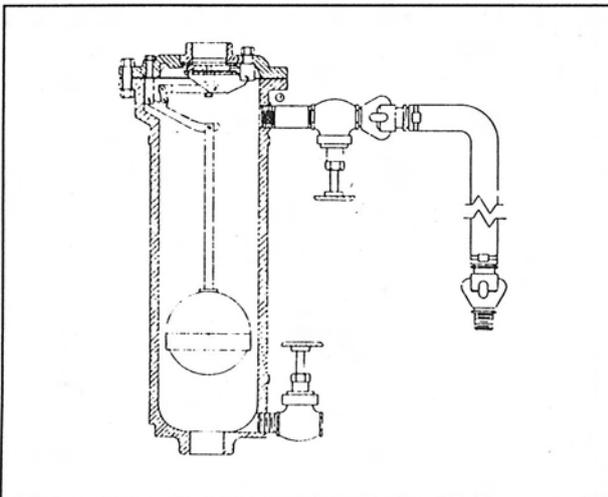


Figura 6. Ventosa bifuncional con manguera para su limpieza.

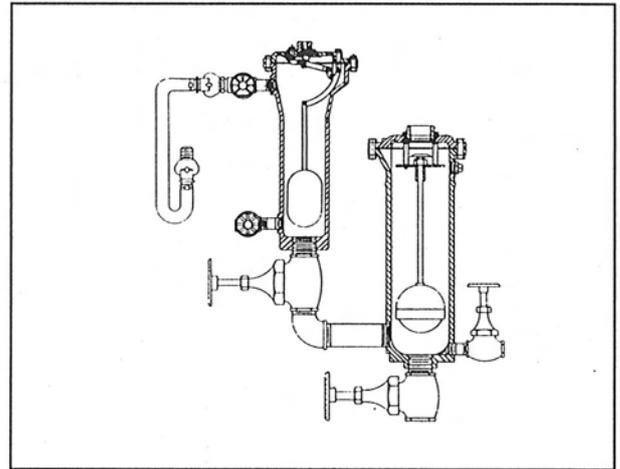


Figura 7. Ventosa trifuncional de doble cuerpo con manguera de limpieza colocada en el purgador.

dimensionamiento de ventosas para aguas limpias remito al lector al artículo aparecido en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS de Marzo 1984 "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías", escrito por Enrique Mendiluce, bien conocido por su investigación sobre el golpe de ariete. Ya indica entonces Mendiluce que "Tratamos de realizar algún cálculo sobre la capacidad de desaireación de las ventosas, pero encontramos una clara falta de orientación en los medios especializados consultados...". Por lo tanto nos vamos a basar aquí en lo recomendado por la casa de válvulas que fabrica las representadas en las Figuras adjuntas, ya que tienen una experiencia de 75 años.

5.1. Caso A: Ventosa bifuncional

Ejemplo: Determinar el Caudal del Aire Libre a Eliminar (CAE) en litros/segundo, sabiendo que el CAE es el mismo caudal que el del llenado de agua. Para calcular el caudal:

Si es una impulsión, será el caudal de llenado del bombeo.

Si es por gravedad, se debe de calcular. Una de las fórmulas posibles es:

$$Q \text{ (l/s)} = P \cdot D^5 / 1000, \text{ donde}$$

P = pendiente en %

D = diámetro de la tubería en milímetros.

Se deben utilizar los gráficos adjuntos (Figuras 8 y 9), hallados experimentalmente por el fabricante, y cuyos resultados no son aplicables a otros tipos de ventosas. Se

usa uno y otro gráfico dependiendo del caudal. Se entra con el valor de CAE y se busca la intersección con el valor de 1,5 metros de columna de agua (m.c.a.). Se elige entonces el diámetro de la ventosa yendo a la curva más próxima a la derecha del punto de corte. El valor de 1,5 m.c.a. se ha elegido como la presión diferencial máxima que debemos permitir en el interior de la tubería para evitar fenómenos de vacío que pueden dar lugar a succiones de las gomas de las juntas. Por comodidad se considera también el valor obtenido para el vaciado de la tubería, lo que nos da un margen de seguridad.

Puede haber un riesgo de aplastamiento de la tubería durante el vaciado. Por ello es conveniente asegurarse y conocer la depresión diferencial máxima tolerable por la tubería. Es un dato que debe suministrar el fabricante de los tubos; en general se puede considerar 3,5 m.c.a. como la de presión máxima tolerable. La mayoría de las conducciones aguantan perfectamente depresiones mayores, pero no así algunas juntas de unión entre tubos.

El cálculo de la presión de colapsamiento (aplastamiento) para tuberías de fundición es:

$$P = 11.500.000 (E/D)^3, \text{ para}$$

P = Presión de colapsamiento en m.c.a.
 E = Espesor de la tubería en mm.
 D = Diámetro de la tubería en mm.

Se entra en las curvas para 3,5 m.c.a. y se compara con el valor de P. Se elige entonces el diámetro de la ventosa.

De los dos diámetros obtenidos entre el cálculo de vaciado normal y el de la presión de aplastamiento, se elige el mayor como diámetro óptimo de la ventosa.

5.2. Caso b: Purgador

El dimensionamiento de una ventosa purgador es principalmente una selección racional basada en la experiencia y en el conocimiento de valores de expulsión de aire bajo un número de parámetros. Como regla simplificada, los porcentajes siguientes corresponden al aire que habrá que eliminar para los determinados caudales:

0 < Q < 75 l/s:	Q x 6 % = CAE l/s
75 < Q < 150 l/s:	Q x 5 % = CAE l/s
150 < Q < 350 l/s:	Q x 2 % = CAE l/s
350 < Q < 3500 l/s:	Q x 1,5 % = CAE l/s
3500 < Q:	Q x 1,2 % = CAE l/s.

Para determinar el orificio de purga se entra en la **Tabla 1** con el valor CAE en l/s y la presión de servicio, obteniéndose el diámetro del orificio pequeño. Con este

diámetro y la presión se entra en la **Tabla 2** y se obtiene el tamaño del agujero del purgador. Se elige como tamaño óptimo el mayor de los hallados para llenado, vaciado y purga cuando se proyecte una válvula trifuncional de un solo cuerpo (tipo "Universal").

6. UBICACION

La ubicación exacta de las ventosas es una labor en la que se requiere mucha experiencia. Ya se ha indicado que deben ir en los puntos altos, y en los tramos de pendiente continua, bien sea ascendiendo, bajando o en horizontal. También se deben colocar en algunos quiebros. En algunas publicaciones ya he comentado este aspecto. Ver la parte sobre Información Previa al final. Nuestra recomendación es que se acuda a un técnico con amplia experiencia.

7. FALLOS

En los muchos años que llevo trabajando en problemas de agua me he encontrado con muchos de ellos relacionados con el aire en tuberías.

Mi primera experiencia de diseño inadecuado tuvo lugar en una obra cuyo contratista era mi padre. Había construido una conducción para una ciudad importante del Norte. Al terminar la obra se acordó un día para dar el agua. Acudió el cuerpo técnico. El agua no llegó a salir. Se culpó, como es natural al contratista por una mala construcción. El único que no lo creyó fue el encargado que había construido la obra. Pidió media hora para ir a un punto alto y abrir una junta para sacar el aire. Efectivamente el agua llegó al final de la conducción. No se había previsto la instalación de ventosas. Entonces no había yo estudiado nada de hidráulica, pues de ello hace unos 35 años. Desde entonces he sido testigo de muchos casos similares.

Hay que tener en cuenta que las ventosas se colocan en la generatriz superior de la tubería, y que se debe intercalar una llave de paso entre la ventosa y la tubería.

Han sido centenares las ventosas que he visto que no funcionaban adecuadamente, algunas **obturadas**, otras **hormigonadas**, otras **enterradas** sin arqueta, otras que **echaban agua continuamente** al exterior por deformación de la bola o por acodamiento del flotador. Ventosas colocadas en los puntos bajos; es decir donde no sirven para nada, por confundirlas con los desagües.

Hay quien cierra la llave de paso para anular la ventosa y evitar la pérdida continua de agua, lo que puede causar roturas en las tuberías.

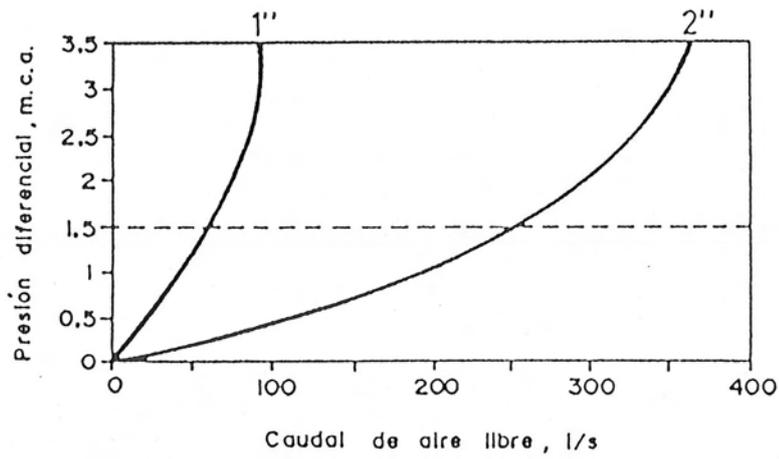


Figura 7

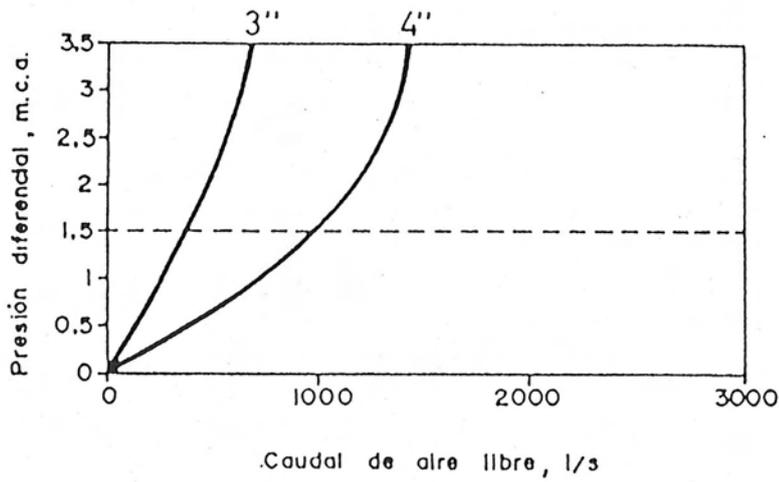


Figura 8

PRESION ATM	ORIF PEQ PUL		
	1/8	3/16	1/4
10.5	11.5	25.7	46.2
21.0	22.0	49.5	88

Tabla 1

TAMAÑO DE LA VENTOSA	PRESION ATM	
	0-10.5	0-21
1"	3/16"	1/8"
2"	1/4"	1/8"
3"	1/4"	1/8"
4"	1/4"	1/8"

Tabla 2



Tubería de 1500mm aplastada al abrir un desagüe y no existir ventosas.

He visto boyas —esféricas originalmente— que se han deformado en las figuras más variadas: de pera, en forma de ocho, hendidas, hinchadas.

Conviene limpiar las ventosas para aguas sucias con la frecuencia necesaria para evitar que dejen un día de actuar.

Recientemente acudí a la llamada de un contratista para que tratara de solucionar el problema de varios pueblos que se quedaban sin agua al tercer día, debido al aire que se acumulaba en las tuberías. Habían colocado ventosas sin resultado. Llevaban varios años con el problema, según me explicaron. La solución era difícil, pues aparentemente todo estaba bien, pues habían colocado varias ventosas, que aparentemente funcionaban; sin embargo opté por un experimento cuyo coste fue de unas 100 pesetas y se solucionó el problema de eliminación del aire completamente. No hizo falta ni informe ni nada.

Mi recomendación consistió en colocar un tubo de pequeño diámetro y de metro y medio de longitud, hacia arriba, en una caseta de llaves que estaba a unos 20 m de la toma; el tubo sirvió de aireador y se solucionó el problema.

Por parte del profesorado no hay que despreciar la parte práctica de la hidráulica, para concentrarse en **complicadas teorías apoyadas por las matemáticas más enrevesadas posibles**. Digo esto porque creo que hay que ser sencillo y expresar aquello que nos parece ser el origen de los problemas. Como hay que predicar con el ejemplo estoy dirigiendo una serie de libros sobre temas de hidráulica que sean fáciles de entender; por ejemplo en el de "Hidráulica para ingenieros" se resuelve todo por aritmética (Ver Referencias 17, 18 y 19 al final).

He tenido noticia de varias tuberías que se aplastaron al vaciarlas; en alguna ocasión se repitió el aplastamiento

al no haber considerado que el primero era debido a la falta de ventosas. En la foto que se acompaña se ve una tubería larga, de 1,50 m de diámetro, completamente aplastada al haber abierto un desagüe sin tener ventosas o aireadores.

8. ESPECIFICACIONES

Es corriente todavía que al constructor no se le den pautas para seleccionar productos. En cuanto a ventosas son muchos los proyectos donde se indica simplemente "se necesitan tantas ventosas de tal diámetro". Sin ninguna indicación más.

En algunos casos puede servir cualquier ventosa por barata y mal hecha que esté, pero generalmente las ventosas deben ser detalladamente especificadas, sobre todo en las de aguas sucias. Por ello transcribimos a continuación las especificaciones de la ventosa "Universal", pues creemos que ello puede servir para darse cuenta que es necesario insertar unas especificaciones de la válvula que sea para definir exactamente los deseos del proyectista.

Las ventosas deberán ser instaladas en los puntos altos de la red y en aquellos otros indicados en los planos. Permitirán la evacuación del aire de una tubería vacía en proceso de llenado y la entrada de aire durante el vaciado, así como la eliminación del aire, o gas, que se pueda acumular cuando la conducción esté bajo presión. Todas las tres funciones se realizarán con un solo cuerpo. La ventosa trifuncional funcionará mediante el cierre de los orificios con un disco de acero inoxidable sobre el asiento de Buna-N, debido a que el flotador se eleva cuando el agua entra en el cuerpo de la ventosa; deberá abrirse cuando la conducción se vacíe o cuando haya interiormente presiones negativas. Cuando haya aire, o gas, a presión acumulado en la conducción, la válvula deberá eliminarlo a través de un pequeño orificio cuando baje ligeramente el flotador.

La ventosa tendrá cuerpo largo con flotador cerca del fondo, separado por una varilla larga. El líquido que pudiere contener sólidos flotando deberá quedar en la parte inferior, lejos de las partes del mecanismo de cierre y apertura de los orificios de entrada y salida de aire.

La ventosa trifuncional constará de un sistema de palancas que hará multiplicar las fuerzas originadas por el flotador. Los orificios serán dos, uno de mm para trabajar sin presión y eliminar l/s, y otro menor de tan solomm para eliminar aire a la presión de m.c.a.

Asimismo, el funcionamiento del sistema de levas deberá permitir la separación máxima del cierre principal del orificio grande cuando el flotador baje y la presión disminuya. Esta separación deberá ser inmediata y no limitada a la extracción inicial del aire.

La ventosa trifuncional deberá tener rosca de mm (o conexión a bridas PN.... o ASA....). El cuerpo, la tapa, y en su caso la brida, serán de fundición de acuerdo con la norma ASTM A-48 Clase 30 ó A-126 Clase B. Todas las partes internas deberán ser de acero inoxidable, norma ASTM A-276 para las ventosas de 1 y 2 pulgadas. De acero inoxidable ASTM A-276 y de latón y bronce norma ASTM BB-52 para las de 3 y 4 pulgadas. Las ventosas irán equipadas con un flotador de acero inoxidable según la norma ASTM A-240, para una presión de colapsamiento de 70 atm.

La ventosa deberá soportar una presión de trabajo de 21 atm. Antes del envío todas las ventosas deberán ser probadas en fábrica tanto hidrostáticamente como neumáticamente. Para evitar que caigan cuerpos extraños o polvo en los agujeros de salida de aire deberán tener una tapa protectora. La válvula deberá estar pintada con una pintura tipo epoxi en el interior. Deberá llevar taladrados agujeros tanto en la parte superior como en la inferior, debajo del flotador, para poder realizar su limpieza periódica.

9. DATOS NECESARIOS

Para la selección de la ventosa más adecuada se necesita tener la siguiente información:

- Diámetro** de la tubería y a ser posible su material
- Caudal** de llenado con la tubería vacía
- Velocidad** del agua (o caudal) en servicio
- Clase de agua:**
 - Con partículas en suspensión
 - Con arrastre de sólidos
- Ubicación** de ventosas y purgadores
- Presión de trabajo**
- Sobrepresiones esperadas**
- Advertir si el agua puede hacer de **electrolito**.

10. INFORMACION PREVIA

A medida que el autor ha ido adquiriendo experiencia en este tipo de válvulas la ha presentado en comunicaciones:

I- "Mejora de las impulsiones de aguas negras", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Enero 1983.

2- "Válvulas especiales para aguas sucias", por M. Mateos, CIMBRA, Enero 1984.

3- "¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1985.

4- "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales", por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1984.

5- "Ventosas - Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Agosto 1985.

6- "Sobrepresiones de resonancia en tuberías por falta de ventosas o por ventosas que no funcionan", por M. Mateos, BOLETIN DE INFORMACION del Colegio de Ing. de Caminos, C. y P., Abril 1985.

7- "Sobre Desaireación de tuberías", M. Mateos, CIMBRA, Sept. 1984.

8- "Sobre Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Septiembre 1984.

9- "Sobre la Seguridad en las instalaciones para transporte y distribución de aguas", por M. Mateos, CIMBRA, Mayo 1986.

10- "Valvulas para emisarios submarinos", por M. Mateos, INDUEQUIPO, Abril 1987.

11- "Ventosas para bombeos de pozos profundos", por M. Mateos, REVISTA DE BOMBAS Y COMPRESORES", Marzo 1987.

12- "Ventosas para aguas residuales", por M. Mateos, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS MUNICIPALES, Diciembre 1985.

13- "Ventosas trifuncionales", M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Número 34, 1987.

14- "Ventosas para sifones puros", por M. Mateos, pendiente de publicación.

15- "Ventosas para aguas residuales", por M. Mateos, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS MUNICIPALES, Noviembre 1985.

16- "Válvulas para emisarios submarinos", por M. Mateos, INDUEQUIPO, Marzo 1987.

17- "El Golpe de Ariete en Impulsaciones", por Enrique Mendiluce Rosich, Colección OBRAS HIDRAULICAS, Editorial Técnica Bellisco, Apartado 156.133, 28080 Madrid (Telf. 532 22 44).

18- "Válvulas para Abastecimientos de Aguas", por M. Mateos, Colección OBRAS HIDRAULICAS, Ed. Bellisco.

19- "Hidráulica para Ingenieros", por Domingo Escribá Bonafé, Colección OBRAS HIDRAULICAS, Ed. Bellisco.

LIMPIEZA DE FILTROS Y COLADORES EN REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA SIN CORTAR EL FLUJO

Por: **Manuel Mateos**
Ingeniero, Director de Válvulas Automáticas Ross S.A.

La necesidad de instalar cuerpos de válvula con mallas coladoras ha sido ya analizada en otra comunicación nuestra. («Los filtros en redes de abastecimientos de agua», CIMBRA, Mayo 1983). En redes de distribución se colocan únicamente coladores, aunque hay quién los llama filtros. Una discusión sobre esta semántica se encontrará en el libro «Válvulas Automáticas para Abastecimientos de Agua», por M. Mateos.

Los primeros coladores que recomendamos se instalaron en 1972, y se colocaron unos cuyo fabricante tenía amplia experiencia en este tipo de aparatos. Para realizar la limpieza de ellos era necesario cortar el flujo de agua, abrir las tapas y limpiarlos. Para evitar molestias se recomendaba efectuar la operación de limpieza en las horas nocturnas. Una vez puestos a limpiar las materias retenidas en el colador podían ocurrir dos casos:

- que hubiera materiales acumulados
- que no los hubiera

Se recomienda limpiar los coladores después de llevar unos días en nuevas instalaciones, y varios años en instalaciones que estaban ya en funcionamiento. Para la limpieza teníamos que cortar el suministro de agua, abrir la tapa, y retirar los materiales que hubiera. Cabía la posibilidad que no hubiera hecho falta realizar tal operación si no había sido interceptado ningún material, lo que ocurre con frecuencia.

La manera en que se venía haciendo no me parecía, por consiguiente, la más lógica. Es desesperante levantarse por la noche para ir a limpiar un colador y después de realizar el trabajo ver que estaba limpio. Por ello pienso que hay que

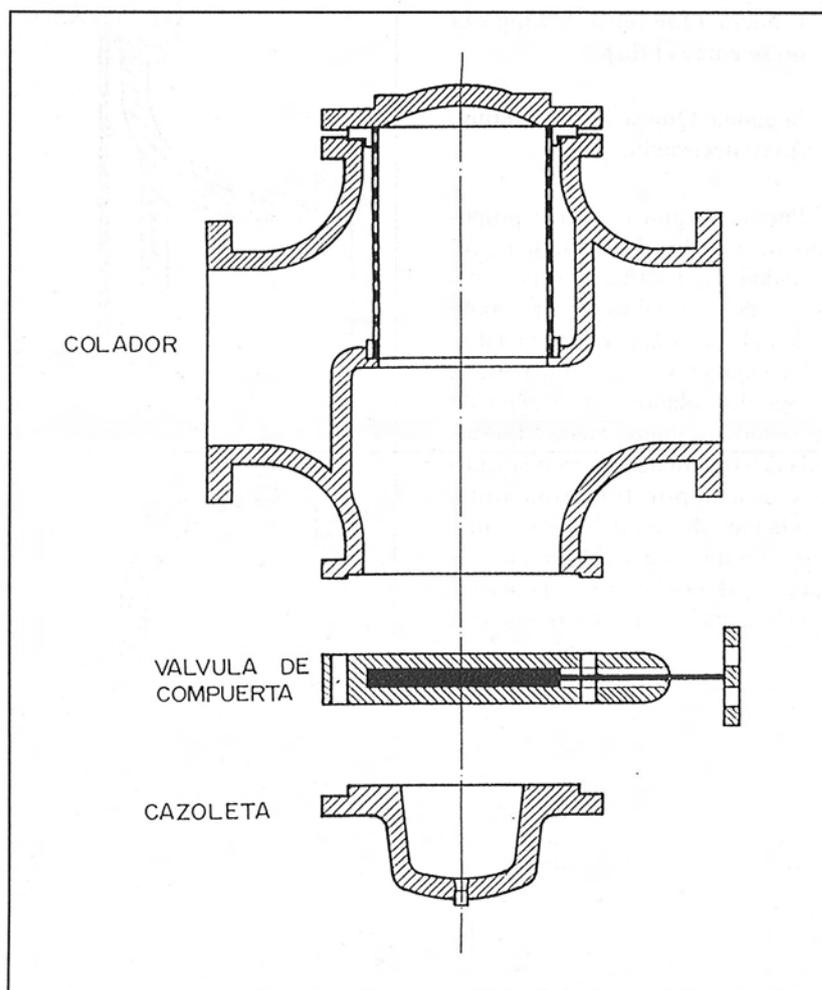


Figura 1. Elementos de un colador para efectuar una limpieza rápida sin cortar el flujo del agua. La dirección del flujo es de derecha a izquierda.

PROCESOS Y SISTEMAS

TECNOLOGIA DEL AGUA

modificar los coladores para tener uno más eficaz basándose en las siguientes condiciones:

- Primera: Que para su limpieza no se corte el flujo
- Segunda: Que se limpie cuando fuere necesario.

Para conseguir el primer propósito he ideado el conjunto representado en la **Figura 1**. Representa un colador normal y corriente como el de la **Figura 2**, pero en el cual se coloca una válvula de corte entre el cuerpo del colador y el receptáculo de materiales interceptados. La válvula de corte tiene que estar sujeta a la carcasa por tornillos independientes de los del receptáculo; esta válvula debe ser de compuerta para grandes diámetros del colador, o de bola para pequeños diámetros.

Para conseguir el segundo propósito se puede construir el receptáculo (parte más baja en las **Figuras 1 y 2**) con un plástico resistente transparente. Esto se suele emplear en algunos filtros o coladores pequeños, en procesos industriales, paso de la gasolina en coches y motos, etc., pero no lo he visto en coladores de redes de abastecimiento.

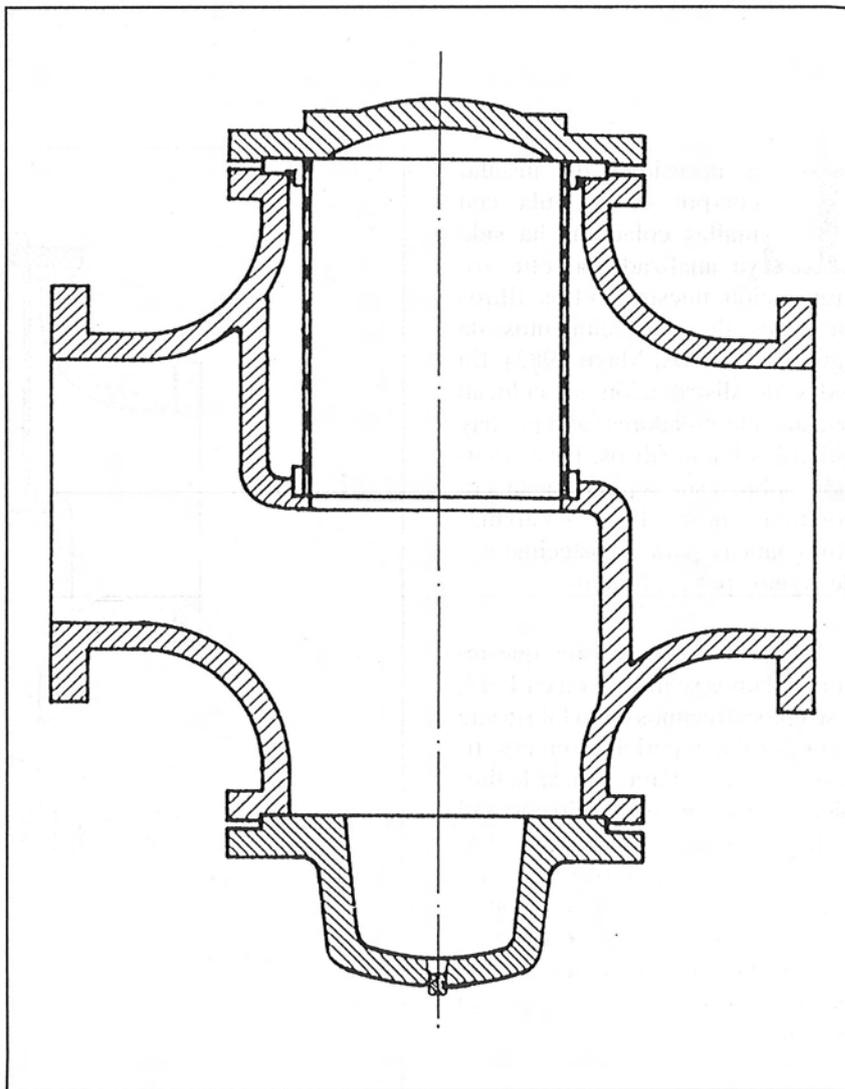


Figura 2. Colador normal con receptáculo que actúa también como tapa inferior.

VALVULAS AUTOMATICAS PARA EVITAR EL DESCEBAMIENTO DE SIFONES CON PRESIONES NEGATIVAS EN CONDUCCIONES FORZADAS

Por: **Manuel Mateos de Vicente**
Dr. Ing. de Caminos
Presidente, Válvulas Automáticas Ross S.A.

Los sifones puros, físicos, o de presiones negativas, son aquellos basados en la succión del líquido y cuya parte alta está por encima de la línea piezométrica, sin llegar a una diferencia de cotas teóricas de 10,33 metros, y prácticas de unos 8 m. Aclaremos este concepto porque también se suele emplear la palabra sifón para designar el paso por una vaguada con una tubería, lo que yo llamo «antisifón». Cuando se pasa una vaguada con una tubería colocada como un puente convexo lo denominó «puente-sifón».

Sifón puro:
Cortado por la línea piezométrica

Antisifón: En vaguada

Puente-sifón:
Línea piezométrica por encima.

Los sifones puros, es decir en los que la línea piezométrica está por

debajo de su punto más alto se suelen construir en algunos casos especiales de conducciones forzadas. También se suelen construir en algunas presas para iniciar un desagüe prematuro, a anticipado, antes que las aportaciones de caudal extraordinarias hagan que el agua llegue al rebosadero de avenidas.

Estos sifones suelen funcionar sin complicaciones, aparentemente. Hemos de tener en cuenta que el agua siempre lleva en disolución aire y otros gases que se pueden acumular en la parte alta sifón, disminuyendo, o hasta anulando, su capacidad de desagüe. Algunos sifones no funcionan adecuadamente por la acumulación de aire, y en algunos casos el aire hace de tapón, interrumpiendo el flujo.

Para tratar de hacer que el sifón funcione debidamente se le suelen acoplar unas bombas de vacío, movidas por motores eléctricos, que evacúan el aire que se va acumulando

RESUMEN

Muy brevemente se describen los diversos modelos de válvulas aplicados a las conducciones de agua cuando forman un sifón. Se indican las características de las diversas situaciones y soluciones más usuales.

Palabras Clave: AGUA POTABLE, TUBOS, TRANSITORIO, VALVULAS.

SUMMARY

A brief description is given of the different models of valves employed in water conducts when these form a U-bend trap. An indication is given of the characteristics of the different situations and the most common solutions.

Key Words: DRINKING WATER, PIPING, TRANSITORY, VALVES.

do en la parte alta. Dependiendo de unos motores y del suministro de energía eléctrica puede ser peligroso. Es mejor recurrir a la instalación de un aparato sencillo, que no emplee energía para evacuar el aire y mantener la succión del flujo en el sifón, es decir cebado.

He estudiado los problemas del aire, en condiciones forzadas, desde hace muchos años y en centenares de instalaciones. Información sobre esta experiencia ha aparecido en varias comunicaciones publicadas en TECNOLOGIA DEL AGUA, Revista de Obras Públicas, Cimbra, etc. Parte de ella la he plasmado en el Capítulo 10 del libro «Válvulas

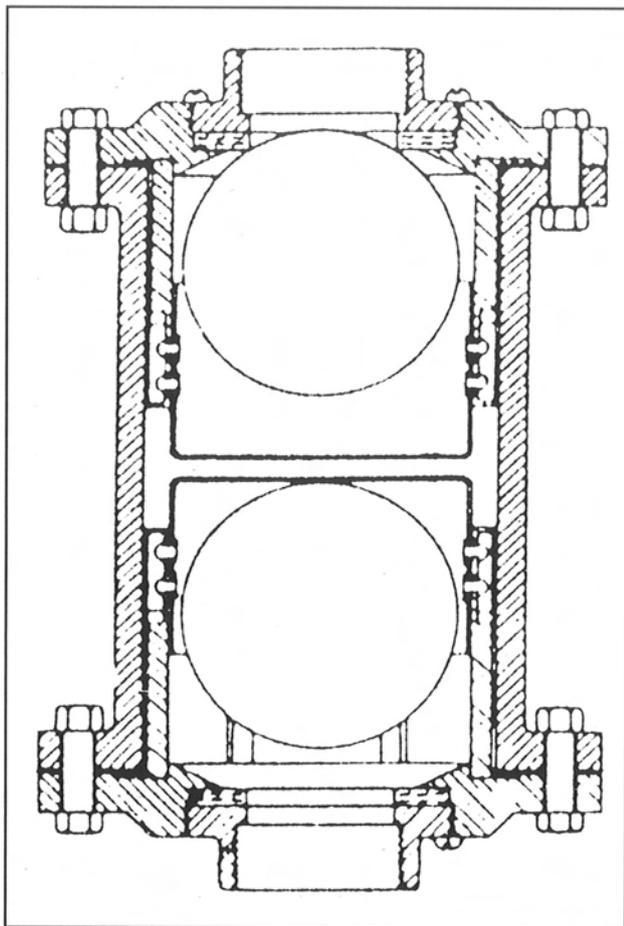


Figura 1. Posición de las esferas flotadoras cuando el sifón está evacuando agua, es decir cebado.

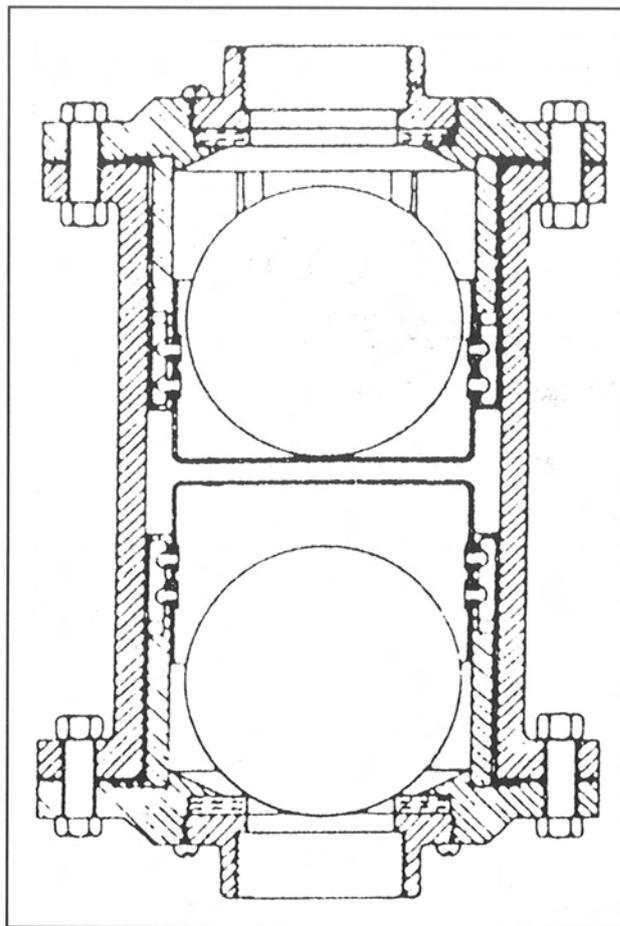


Figura 2. Cuando hay aire en el conducto sifón, este sale por la válvula. Se acumula en la parte alta con lo cual la esfera superior desciende haciendo que salga dicho aire. El aire del exterior nunca puede penetrar en el sifón porque la esfera de abajo hace de válvula de retención del mismo.

para Abastecimientos de Aguas», Colección OBRAS HIDRAULICAS, Editorial Técnica Bellisco, 1990.

Para mantener en funcionamiento el sifón puro se puede recurrir a la instalación de una válvula de diseño análogo al presentado en las Figuras que se acompañan. El funcionamiento de esta válvula, de do-

ble bola en un mismo eje vertical, es sencillo. Si el sifón funciona normalmente, es decir evacuando agua, la válvula tiene las dos esferas-flotadores tal como se representan en la **Figura 1**. Si el sifón acumula aire entonces baja la esfera superior (**Figura 2**) y se levanta la esfera inferior hasta que haya salido completamente el aire, momento en el cual la esfera superior sube y cierra el paso

a la salida del agua (**Figura 1**), quedando entonces completamente cebado el sifón.

Con esta solución sencilla se pueden eliminar los costosos procedimientos a base de bombas de vacío, que requieren el aporte de energía externa más costosa de instalación, y de mayor mantenimiento, que la solución que se presenta.

FALLOS EN VENTOSAS

Por: **Manuel Mateos De Vicente**
Dr. Ing. de Caminos, Master of Science (I.S.U.)
Presidente, "Válvulas Automáticas Ross S.A."
Apartado 31031, Madrid 28080
Tf. 91-6503712 ó 650 0971

1. INTRODUCCION

Las ventosas se colocan en las tuberías para evacuar el aire durante su llenado, e introducirlo durante el vaciado. Se evitan así explosiones producidas por la compresión y descompresión del aire y por aplastamiento de la tubería al crearse un vacío.

Nos referimos aquí a los fallos que pudiera haber en ventosas ya instaladas, no a los debidos a la falta absoluta de las mismas en una conducción.

He sido testigo de infinidad de casos de ventosas que fallaban por múltiples causas. Los resultados de estos fallos suelen causar:

- que se derroche agua
- explosión de las tuberías, con formación de cráteres
- implosión de las tuberías, con aplastamiento
- que no llegue agua al usuario o a los depósitos

- rotura de los tubos en grietas o desconchamientos
- mayor gasto energético en impulsiones
- inundaciones por pérdida continuada del agua en una ventosa

El primer fallo en ventosas lo observé en una obra donde mi padre era contratista, hace ya cerca de 40 años. El agua no legó al final de una arteria que suministraba agua a una población importante. Al pedir el encargado abrir una brinda en un punto alto de la conducción, salió el aire que hacía de tapón y llegó el agua al final. Después he visto muchísimos fallos, lo que me indujo a tratar de conocer mejor estas válvulas.

Ya sé que generalmente se mencionan los éxitos, pero solamente sabiendo los fallos que puedan existir en una conducción tendremos entonces menos posibilidades de cometerlos.

Los fallos en ventosas pueden ser debidos a varias causas. Expone-mos a continuación aquellos que hemos visto, o de los cuales hemos tenido noticia.

RESUMEN

La mayor parte de las roturas en tuberías tienen su origen por la presencia de aire. En el presente artículo se menciona una serie de fallos en las ventosas, tanto debido a la carcasa, como al flotador, así como en el proyecto al seleccionarlas, ubicarlas, o dimensionarlas.

Palabras clave: VALVULAS, TRANSPORTE AGUA, AIRE, ACCIDENTES/AVERIAS.

SUMMARY

A great part of the failures in water conduits is due to the presence of air. In this article mention is made of defects in the air and vacuum valves and in the air pressure valves. Defects were found in the body, and the float, as well as mistakes in the selection of the appropriate model, the emplacement in the conduit, or the size.

Keywords: VALVES, WATER TRANSPORT, AIR, ACCIDENT/DAMAGE.

2. FALLOS DEL FLOTADOR

- Flotador excesivamente blando, deformable
- Flotador rígido hendible
- Flotador que se hincha por absorber agua
- Flotador pesado, que no flota lo suficiente
- Flotador que se acodala al tratar de cerrar el paso del agua

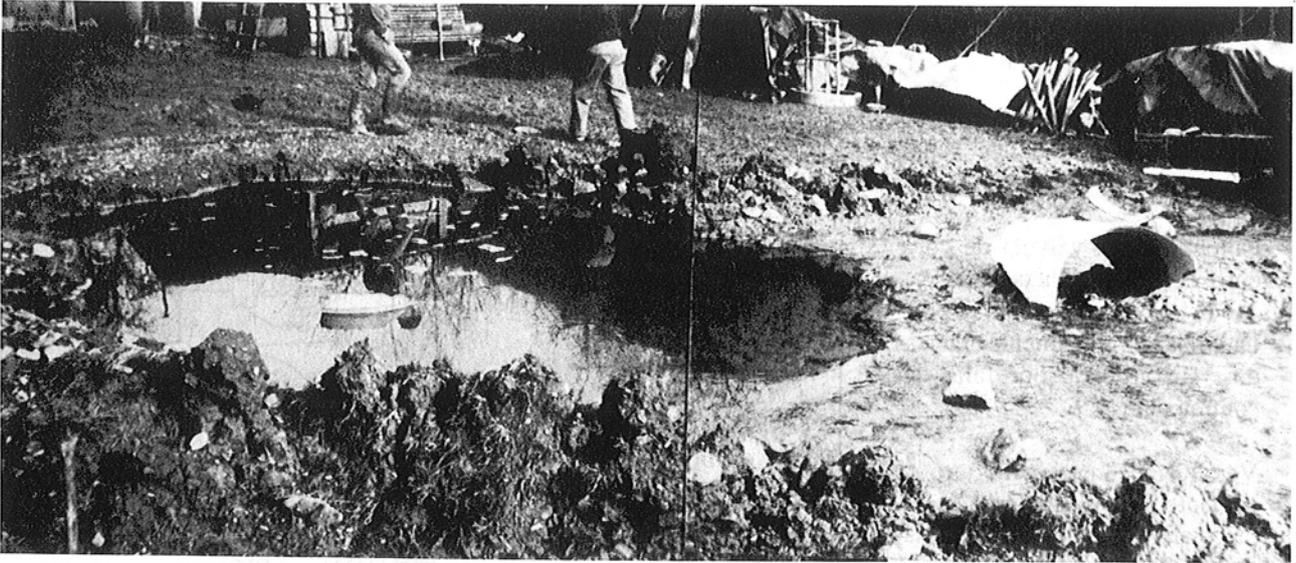


Fig. 1: La existencia de aire en el interior de una tubería puede provocar explosiones como la que aparece en la fotografía.

- Flotador que se queda pegado a la carcasa por afinidad entre los materiales
- Flotador que forma un cuerpo sólido con el óxido de las partes internas de la ventosa
- Flotador excesivamente pequeño para la dimensión del diámetro de salida del aire
- Flotador que se abolla por efecto de la presión
- Flotador que se deforma por el calor ambiental, de tal manera que adquiere la forma de un ocho y es imposible sacarlo por métodos normales.
- Flotador que bambolea produciéndose un desgaste del mismo
- Flotador que adquiere una inercia de rotación imparible debido al diseño de la ventosa
- Flotador que hay que cambiar con frecuencia por imperativo del fabricante de la ventosa

3. FALLOS DEL CUERPO

- Cuerpo o carcasa, que se colapsa, debido a la depresión interna creada al tener la entrada de aire obturada o ser muy pequeña, en ventosas con cuerpo hecho de chapa débil
- Cuerpo que explota debido a sufrir una presión interna superior a la que pudiera soportar
- Cuerpo que sale disparado se-gando tornillos o la rosca; puede ocurrir en conducciones de presa a turbinas.

4. OTROS FALLOS

- Deterioro de partes del cuerpo, boya, etc. al ser de materiales plásticos degradables
- Deterioro del anillo que produce la estanquidad
- Pérdida de agua por coque-ras de la fundición

- Oxidación de parte internas de acero corriente de ventosas que se comercializan como de acero inoxidable
- Ventosa de aguas limpias que no cierra debidamente al quedar una brizna, o un trapo, aprisionado entre la bola y el asiento de esta
- Formación de hielo (aún en verano) al salir aire por un purgador.

5. FALLOS DE PROYECTO

- Colocar ventosas para aguas limpias en conducciones de aguas sucias
- Diámetro inadecuado
- Uniformidad en la selección de las ventosas, poniéndolas todas de un solo modelo y de una sola dimensión
- Colocarlas en puntos bajos, donde debiera haber ido el desagüe

- Colocarlas solamente en los puntos altos
- No colocar purgadores o ventosas trifuncionales donde hagan falta
- Colocarlas sin válvula de corte entre la ventosa y la tubería
- Dejarlas completamente enterradas, sin arqueta, por falta del contratista
- Verter en el interior mortero de cemento para que dejaran de estar evacuando agua continuamente (Por haber seleccionado una ventosa inadecuada)
- Quitarlas para evitar la pérdida continua de agua.
- Quitar las ventosas y colocar un grifo de purga y pasar de vez en cuando a abrirlo manualmente
- No colocar purgadores en las bombas centrífugas.

6. FALLOS DE CONSERVACION

- Conviene cumplir el mantenimiento adecuado, que suele ser de una vez cada muchos años.
- Erosión por cavitación producida al quedar el agua saliendo constantemente por no haber cerrado la boya el paso del agua y existir una bajada de presión peligrosa (mayor de tres atm) desde la interior de la conducción a la atmosférica (cero presión).

7. LAS VENTOSAS PUEDEN FUNCIONAR MUCHOS AÑOS

De todas formas es necesario indicar que todo mecanismo, toda

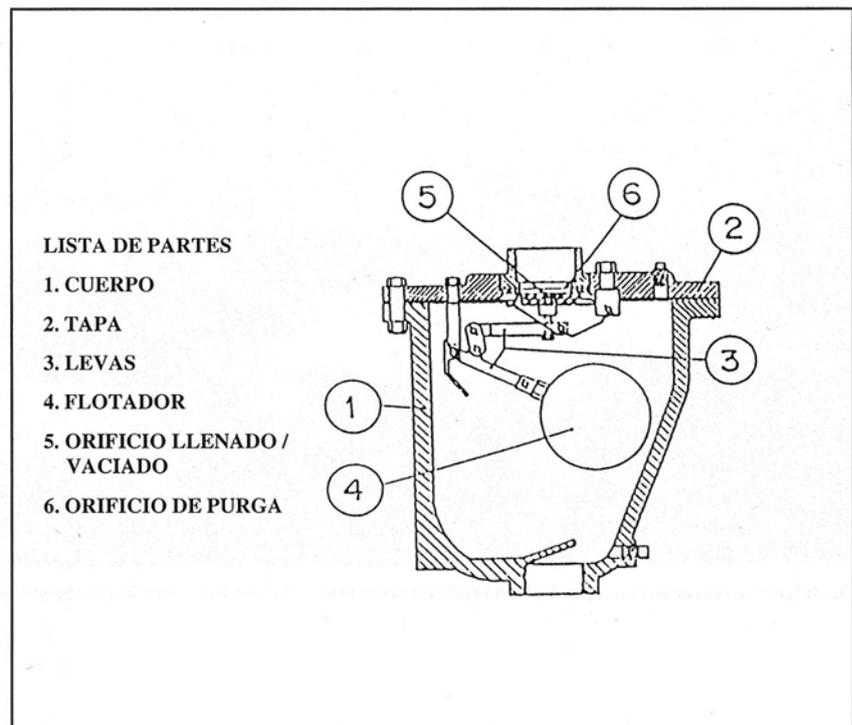


Fig. 2: Ventosa compacta trifuncional (evacua gran cantidad de aire durante el llenado de la tubería, admite gran cantidad de aire durante el vaciado y expulsa las pequeñas cantidades de aire que se desprenden dentro de las conducciones en funcionamiento, bajo presión).

válvula, requiere un mantenimiento. La ventosa más antigua que he observado llevaba 50 años en funcionamiento. Era del tipo trifuncional, de un solo cuerpo, como el de la **Figura 2**. Solamente tenía unas coqueas sin importancia en la parte interna del cuerpo, o carcasa, causados posiblemente por oxidación del hierro fundido. Esta válvula estaba colocada en Albany, capital del Estado de Nueva York. Se limpió y se volvió a colocar de nuevo.

En España hay actualmente una gran variedad de ventosas fiables. Hace unos años lo mencioné en un artículo en la Revista de Obras Públicas ("Ventosas. Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos", Número de Agosto de 1965). Este artículo fue debido a que entonces se colocaban en España ventosas de tan solo tres modelos (Ver "Golpe de ariete provocado por el cierre de una ventosa",

por H. Pimentel y A. Granados, en la Revista de Obras Públicas, Octubre de 1990 y los "Comentarios" a este artículo por M. Mateos, a ser publicados en 1992).

8. CONCLUSION

Las ventosas son unos mecanismos automáticos que tienen suma importancia en el buen funcionamiento de las conducciones. Se están actualmente aplastando algunas tuberías por la acción del vacío que se crea al abrir los desagües o haber una rotura. Gran parte de las roturas de tuberías en funcionamiento se deben a la acción explosiva del aire existente en las tuberías. El papel de las ventosas está ampliamente tratado en el capítulo 10 del libro "Válvulas para abastecimiento de aguas" por M. Mateos, incluyendo variedades, dimensionamiento y su ubicación.

FALLOS EN VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

Por: **Manuel Mateos de Vicente**
Doctor Ingeniero de Caminos, C. y P., Ph. D.
Válvulas Automáticas Ross, S.A.

1. INTRODUCCION

La instalación de válvulas reductoras de presión se extiende cada vez más debido a que las presiones con las que se trabaja hoy en día en conducciones de agua son cada vez mayores, lo que puede ocasionar roturas de las mismas. Se utilizan fundamentalmente en los siguientes casos:

- Para reducir la presión máxima en algún punto de la conducción.
- Para evitar la construcción de cámaras de rotura de carga.
- Para optimizar el funcionamiento de las válvulas de flotador cuando la presión residual en un depósito sea muy alta.

Varios aspectos de estas válvulas han sido ya expuestos en otras publicaciones (Referencias 1 a 5 al final). En esta comunicación queremos plasmar las experiencias, después de 20 años de análisis, de centenares de instalaciones con válvulas de distintos fabricantes, solución de decenas de casos de mal funcionamiento, participación en la selección de cerca de un millar de

válvulas, visitas a varias fábricas en distintos países, y observación del comportamiento de una amplia variedad de modelos construidos por diferentes fabricantes.

La primera patente de válvulas reductoras fué presentada por George Ross en 1879; fue sobre una de acción directa. Tres años después volvió George Ross a patentar otra, pero ya de pistón equilibrado (ver **Figura 1**). Llevan por lo tanto usándose desde hace más de 100 años. El autor ha podido ver una usada en la ciudad de Nueva York en cuyo cuerpo estaba indicada la fecha de fabricación: 1905. A pesar de su indudable utilidad, y al haber muchos fabricantes, algunas válvulas reductoras ocasionan a veces problemas de mal funcionamiento; por ello es necesario saber qué fallos son los que pueden ocurrir.

Analizaremos los fallos de acuerdo con los siguientes aspectos:

1. Condiciones de trabajo
2. Naturaleza y composición del agua
3. Instalación y mantenimiento

RESUMEN

Las válvulas reductoras de presión tienen una aplicación creciente de las conducciones de agua, desde que fue inventada por George Ross en 1879. Se describen los fallos observados en su normal funcionamiento debidas a unas condiciones inadecuadas de trabajo, otras veces la causa es la naturaleza y composición del agua o también la instalación incorrecta de las válvulas y su mantenimiento.

Se describen detalladamente todos los posibles orígenes de los fallos y también las experiencias acumuladas en la aplicación de estas válvulas, por lo que este artículo resulta de gran interés.

Palabras clave: TRANSPORTE AGUA, VALVULAS, PRESION CONTROL, AUTOREGULACION.

SUMMARY

FAILURES IN PRESSURE REDUCIN VALVES

Ever since they were first invented by George Ross in 1879, pressure reducing valves have been increasingly used in water piping. The faults encountered in normal operation are described. These can be due to unsuitable operating conditions, to the nature and composition of the water or to incorrect installation and maintenance of the valves themselves.

A detailed description is provided of all the possible origins of the faults and failures and also of the experience gained in using these valves making it a very interesting and useful article.

Keywords: WATER TRANSPORTATION, VALVES, PRESSURE CONTROL, SELF-REGULATION.

2. FALLOS EN LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Se necesita saber lo siguiente:

- Cuáles son los límites regulación de la válvula para ver si se adapta a las condiciones existentes, teniendo en cuenta el cambio de presión que se vaya a producir por la diferencia de consumo de agua entre el día y la noche. En caso contrario, se pueden elevar demasiado las presiones durante la noche y romper la tubería, o puede no llegar el agua a algunos puntos durante el día.
- Cuáles van a ser las presiones existentes y la presión máxima que se desea, pues de lo contrario puede instalarse una válvula reductora que no sea adecuada o una que no se pueda regular a la presión máxima deseada por ser ésta demasiado alta, o demasiado baja para cierto tipo de mecanismos internos.
- Si se va a necesitar cambiar la regulación de la válvula en un futuro. En este caso, hay que instalar una reductora regulable dentro de los límites esperados en el futuro y que al mismo tiempo se adapte a las condiciones del momento; de lo contrario habría que cambiar la válvula.
- Si es conveniente la instalación de válvulas reductoras proporcionales porque por ejemplo, si la presión de entrada durante el día es de 8 atm y se regula la salida a 4, al aumentar la presión de entrada durante la noche, por menor consumo, a 12, entonces la salida sería a 6 atm. -es decir, proporcional- lo que puede causar roturas en las tuberías. Si se tara la válvula reductora para mantener una presión máxima durante la noche puede no llegar el agua a algunos puntos durante

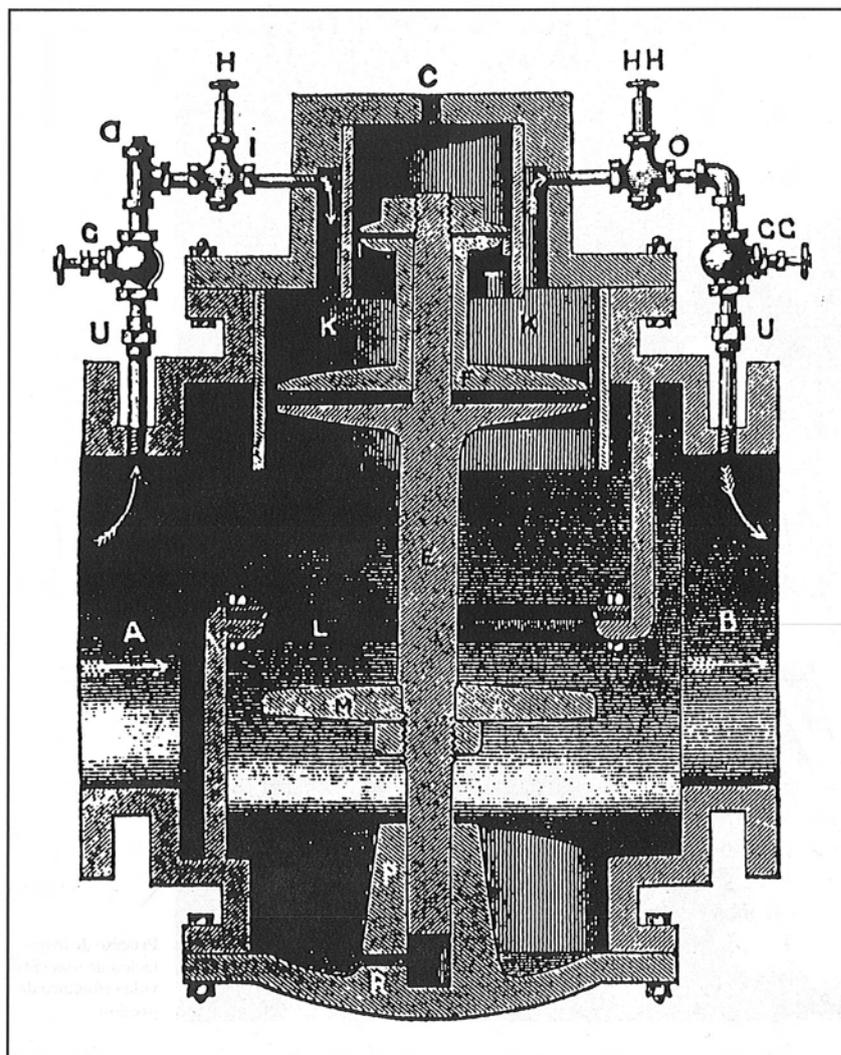
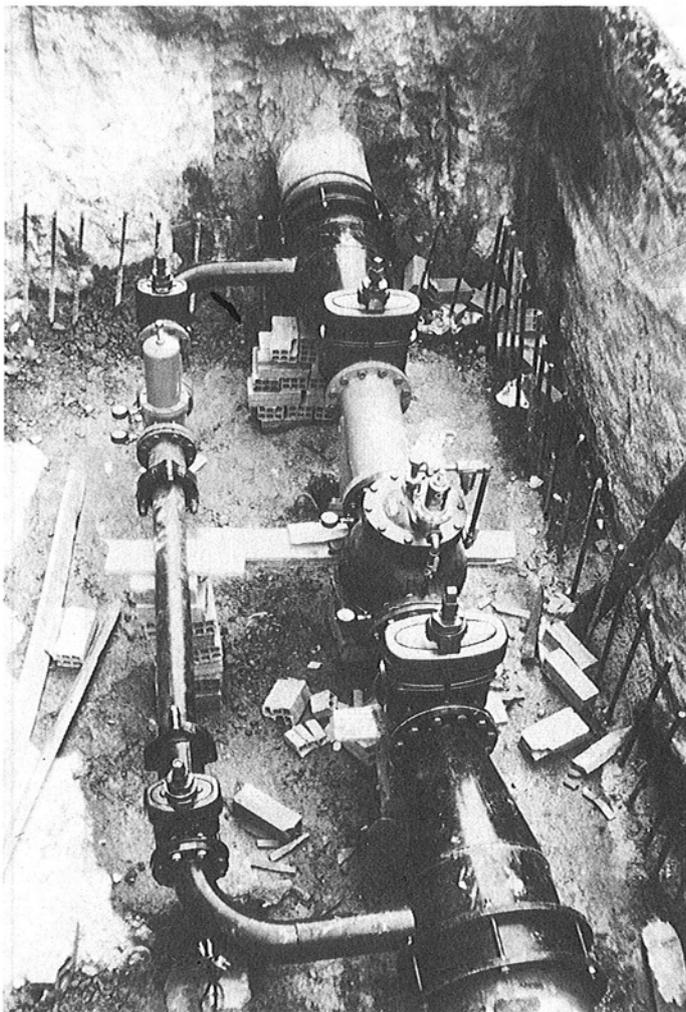


Figura 1. Sección de la válvula reductora de presión patentada en 1892 por George Ross.

el día. Las válvulas reductoras proporcionales sólo se suelen usar en conducciones de depósito a depósito.

trabajo, y que la conducción tenga las ventosas necesarias y apropiadas.

- Si se necesita una válvula reductora completamente estanca, pues no todas lo son.
- Se debe averiguar cual es la presión interna y la externa de trabajo, para evitar que la válvula implote en el caso que se crea un vacío en la conducción lo que puede ocurrir con válvulas hechas de chapa. Para evitarlo deben estar construidas con un espesor suficiente para soportar las presiones internas y externas de
- Hay que tener en cuenta las pérdidas de carga adicionales que se puedan producir en caso que la válvula lleve incorporada en el cuerpo un tamiz o colador. Se ha visto que algunas válvulas reducían la presión simplemente porque llevaban incorporado un colador de malla muy fina para atrapar arenas. Al llegar la noche y haber menos consumo de agua la presión agua abajo se normalizaba con la de agua arriba, haciendo inefectiva la válvula reductora.



Proceso de instalación de una válvula reductora de presión

- El tipo de bridas de las conexiones es también muy importante. Si no se especifica puede llegar a la obra una válvula con bridas distintas a las ya existentes en la conducción.
- Se debe saber en qué posición se va a colocar la válvula, puesto que, en ocasiones, el espacio no permite que se coloquen en posición normal y se debe elegir una válvula que pueda funcionar correctamente en la posición deseada. Generalmente las reductoras funcionan en cualquier posición.
- Deben tenerse en cuenta las velocidades máximas admisibles del agua, pues si son altas, pueden causar erosión en las partes internas de la válvula. Nuestra expe-

riencia nos permite afirmar que la velocidad máxima admisible en las válvulas reductoras de acción directa es de unos 2,5 m/s y en las de mando por piloto es de unos 5 m/s.

- Hay que analizar el salto entre las presiones de agua arriba y agua abajo con objeto de evitar la cavitación. Si es muy grande habrá que instalar dos o más válvulas reductoras en serie.
- En caso de tratarse de una válvula reductora mandada por electricidad, hay que sopesar sus ventajas e inconvenientes, así como su mantenimiento. Los fallos en el suministro de electricidad ocurren continuamente y en ellos no funcionan las válvulas mandadas

por electricidad. Es conveniente indicar que las válvulas de mariposa no regulan bien para pequeños caudales y también que se deterioran fácilmente por cavitación. Aparte de esto, no es aconsejable usar una válvula de mariposa como válvula reguladora de caudal; es decir en posiciones intermedias entre abierta y cerrada. De vez en cuando surge alguien que las usa como válvulas reductoras, con poco éxito.

3. FALLOS DEBIDOS A LA NATURALEZA Y COMPOSICION DEL AGUA

- Las aguas calcáreas pueden formar incrustaciones internas que impiden el normal funcionamiento de las válvulas. Es un problema que se soluciona con un mantenimiento adecuado limpiando las incrustaciones instalando un aparato magnetizador anticalcáreo o recubriendo internamente las piezas afectadas con una capa de teflón.
- Las aguas turbias pueden dar lugar a que se depositen arcillas o limos dentro de las válvulas reductoras. Esto se puede evitar limpiando con frecuencia el colador que algunas válvulas poseen o colocando un filtro especial que se pueda limpiar cada cierto tiempo.

Los productos químicos pueden estropear las partes internas. Por ejemplo el cloro puede destruir ciertos elastómeros o acelerar la corrosión de partes metálicas.

4. FALLOS POR LA INSTALACION INCORRECTA DE LAS VALVULAS Y EN EL MANTENIMIENTO

- Dentro de las válvulas aparecen todo tipo de objetos olvidados en

el interior de las tuberías cuando se están instalando o cuando se están reparando. Estos objetos hacen que se encasquillen las válvulas. Se han encontrado hasta un tablón de obra de gran longitud que hubo que sacar a trozos. Los materiales que se encuentran normalmente son piedras. Para recoger los objetos y materiales que pueda haber dentro de las conducciones se suelen colocar coladores.

- Las heladas pueden neutralizar la función de las válvulas. Si se teme que se pudiera helar el agua dentro de las tuberías conviene cubrir las válvulas con material aislante. Un método sencillo es llenar la arqueta con sacos llenos de poliestireno expandido, paja, u otro material análogo. También se puede colocar una valvulita especial que impide que se hiele el agua dentro de los conductos.
- A veces los operarios embeben en hormigón la parte inferior de la válvula para anclarla y de esta manera se tapa el respiradero de algunos modelos y se impide el funcionamiento de la misma. Otras veces los peones tapan con maderas un respiradero por pensar que es un defecto de la válvula.
- En ocasiones no se puede realizar el mantenimiento de la válvula porque en la instalación se deja muy poco espacio entre la válvula y el techo o entre la válvula y la solera con lo que la reductora no se puede desmontar.
- Hemos visto válvulas reductoras que no funcionaban porque las habían colocado en sentido contrario al correcto, que marcan las flechas indicativas, con lo cual era imposible que funcionaran.
- En el mantenimiento se pueden producir descuidos en el desmontaje y posterior montaje. Esto se podría evitar si se formara

adecuadamente a los operarios que se encarguen de la limpieza de la válvula. Cada cosa tiene que ir en su sitio al efectuar el montaje.

- Hay que construir las arquetas de las dimensiones adecuadas, pues de lo contrario se dificulta la supervisión o mantenimiento; colocar los **pates poco espaciados** pues de lo contrario puede ser posible bajar, pero imposible salir de la arqueta. Hay que disponer de desagüe donde las cámaras puedan quedar anegadas.
- Otras veces las válvulas reductoras han estado sometidas a hidropulsaciones continuas debido a la existencia de bolsas de aire en el interior de las conducciones y que no hayan sido eliminadas al no instalarse las correspondientes ventosas y purgadores, o no ser estos fiables.
- Una válvula reductora puede fallar porque se produzca un golpe de ariete elevado, que normalmente es ocasionado al cerrar los operarios las válvulas de corte bruscamente.
- Las válvulas reductoras no deben cerrar muy rápidamente para no originar sobrepresiones que puedan dañar las instalaciones o romper las tuberías.

5. CONCLUSIONES

La mayoría de los **fallos pueden evitarse** con una vigilancia normal. Hay que tener en cuenta que las válvulas reductoras están en funcionamiento las 24 horas del día, por lo cual necesitan un adecuado mantenimiento para una correcta conservación. Es recomendable realizar las revisiones, siguiendo las instrucciones del fabricante.

El objetivo principal de esta comunicación es exponer los fallos de

las válvulas reductoras y evitar que se sigan produciendo, esperando que sirva de ayuda a otros técnicos para que no cometan los mismos errores. En algunas ciudades han tenido algún fallo con las primeras válvulas reductoras, con lo que en ocasiones consideran que tales válvulas no funcionan, con el consiguiente perjuicio para ellos mismos y desprestigio para un producto que lleva en uso más de un siglo. Por ejemplo en la ciudad de Nueva York hay instaladas más de 600 válvulas reductoras, algunas de ellas desde principio de siglo,... y que sin ellas sería imposible suministrar agua a dicha ciudad. En Madrid hay instaladas unas 100 válvulas reductoras.

BIBLIOGRAFIA

En los libros sobre hidráulica apenas se encuentran un par de líneas sobre válvulas reductoras de presión, y no se han hallado artículos donde se analicen. Ello ha movido al autor a escribir varios artículos sobre estas válvulas.

1. "Válvulas para abastecimientos de aguas", Capítulo 8: Válvulas Reductoras de Presión, pág. 21 a 75, por M. Mateos de Vicente, EDITORIAL BELLISCO, Madrid.
2. "Válvulas reductoras de presión de agua. Funcionamiento y aplicaciones", por M. Mateos de Vicente, CIMBRA, Abril 1980.
3. "Seguridad en las válvulas reductoras de presión", por M. Mateos de Vicente, TECNOLOGIA DEL AGUA, Diciembre 1982.
4. "Válvulas reductoras de presión con funciones adicionales", por M. Mateos de Vicente, CIMBRA, Julio 1983.
5. "Las cámaras de rotura de carga y su alternativa las válvulas reductoras de presión", por M. Mateos de Vicente, CIMBRA, Octubre 1987.

VALVULAS MANTENEDORAS DE PRESION

Por: **Manuel Mateos**, Dr. Ing. C.C.P.
Presidente Válvulas Automáticas Ross S.A.

1. INTRODUCCION

Las válvulas mantenedoras, o sostenedoras, de presión se instalan cuando se desea retener el agua en un punto de una tubería y darla paso, solamente, cuando la presión agua arriba está por encima de aquella a la cual se ha tarado. En cierto modo equivalen a tener una presa hipotética, en ese punto, que dejara pasar el agua por su vertedero cuando el nivel del agua alcanzara la cota del mismo. También se pueden equiparar a tener una chimenea de equilibrio, en la que el agua sólo desborda si la presión es mayor que la altura de tal chimenea.

Estas válvulas resuelven una serie de problemas de una manera económica.

2. APLICACIONES

Algunas de las aplicaciones son las siguientes:

- Mantener una presión mínima agua arriba.
- Suministrar agua a zonas aisladas, situadas lateralmente con respecto a la arteria o conducción principal.
- Garantizar el suministro de agua a zonas altas de una población.
- Evitar que se descargue parte de una tubería de bajada y controlar de esta manera los problemas de admisión y evacuación de aire.
- Regulación del caudal.
- Poder llenar depósitos con excedentes de la red.
- Evitar los efectos de la cavitación.

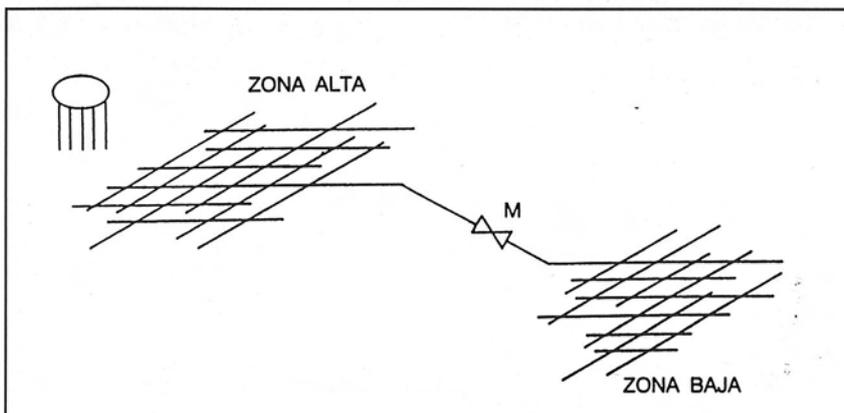


Fig. 1. Abastecimiento a dos zonas de distinta cota.

RESUMEN

Las válvulas mantenedoras frenan el agua para mantener una presión mínima agua arriba. Se citan diez aplicaciones de las mismas siendo la más importante garantizar el servicio a una zona alta, o impedir que se vacíe un tramo de tubería. Algunas de estas válvulas automáticas pueden realizar al mismo tiempo otra función, como de flotador o de reductor, y limitadora de caudal.

Palabras clave: AGUA POTABLE, VALVULAS AUTORREGULADORAS PRESION, NIVEL.

SUMMARY

PRESURE MAINTAINING VALVES.

Back pressure valves act as a partial stop of the water to maintain a minimum pressure upstream. Mentioned are ten applications, among them to service a zone upstream and to keep full a section of conduit. Some of these valves can have a second function, like altitude or float valve, or pressure reducing valve.

Keywords: DRINKING WATER, SELF-REGULATING PRESSURE VALVES, LEVEL.

- Evitar el efecto sifón.
- Mejorar bombes de anti - impulsión.
- Aprovechar una instalación de bombeo diseñada por exceso.

2.1. MANTENER UNA PRESION MINIMA AGUA ARRIBA

Suponemos que se tienen dos zonas de población a distintas alturas, **Figura 1**. Si en el punto M se coloca una válvula mantenedora de presión, se garantiza el suministro a la zona alta. Solamente pasará agua a

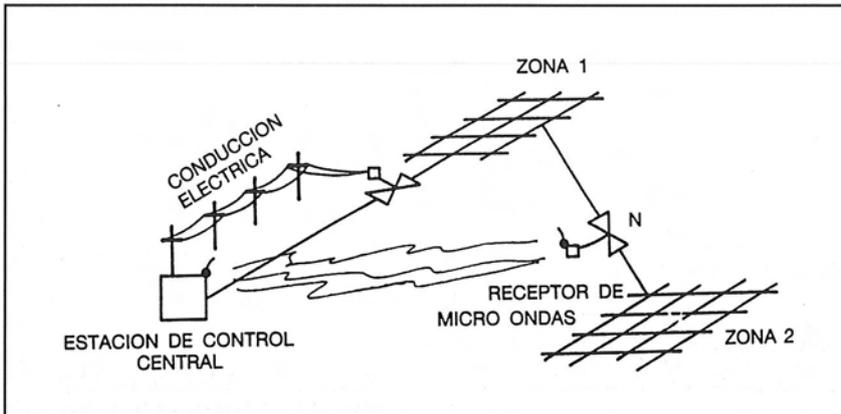


Fig. 2. Mando a distancia de una válvula mantenedora de presión.

la zona baja si la presión en la parte agua arriba de la válvula M sobrepasa la de tarado.

Algunas válvulas mantenedoras se pueden mandar a distancia. Por ejemplo en la **Figura 2** hay también dos zonas a distinta cota, y se quiere dar prioridad a la zona alta. Para ello se instala una válvula mantenedora en el punto N. También se desea que si hay un incendio en la zona baja se pueda abrir completamente la válvula en N, para aportar a la zona baja el mayor caudal posible. Para ello se coloca en la válvula automática mantenedora un aparato para su mando a distancia, que puede ser controlado a través de una conducción eléctrica o por radio. De esta manera se puede actuar a voluntad y a distancia sobre la válvula que da paso al agua hacia la zona baja.

Un caso de aplicación múltiple fue el garantizar el suministro al casco antiguo de Avila. Esta es una ciudad de origen antiguo situada sobre un terreno elevado, rodeado de murallas. En los últimos 60 años ha pasado de una población de 14 mil habitantes a unos 40 mil. Se han poblado las zonas bajas del valle, conectadas a la red primitiva de abastecimiento en cuatro puntos. Estos barrios extramuros atraían el agua hacia ellos dejando el casco antiguo con muy poca presión. Para paliar esta pérdida de presión se

contaba con las siguientes soluciones tradicionales:

- a) **aumentar la presión en las zonas altas por medio de estaciones de bombeo.**
- b) **intercalar en cada una de las cuatro arterias una torre de**

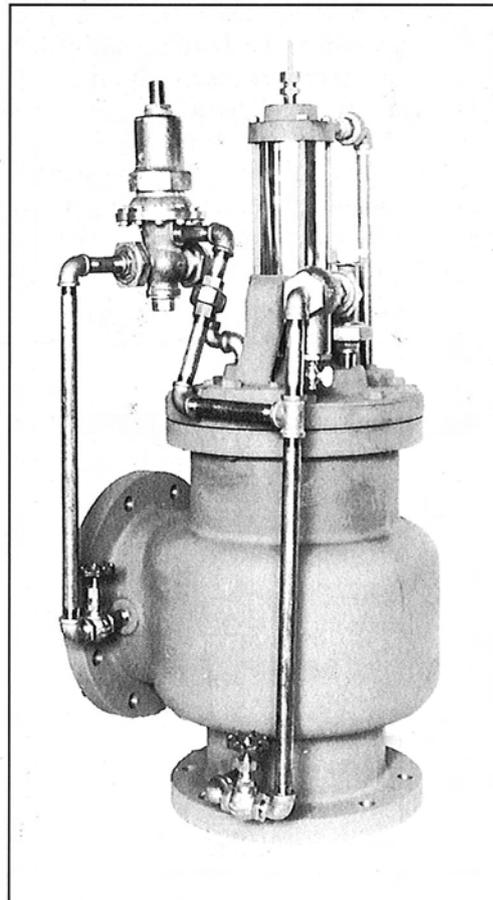


Fig. 3. Válvula mantenedora en ángulo Ross 50 RWR.

unos 30 metros de altura con un aliviadero superior y un depósito con válvula de flotador.

- c) **independizar las redes del casco antiguo de las nuevas zonas de expansión inmobiliaria.**

La solución b), sin sopesar las cuestiones económicas, no era admisible en un conjunto histórico como el de Avila, donde los depósitos romperían la estética existente.

En cuanto a las soluciones a) y c) no eran competitivas, desde el punto de vista económico, comparadas con el coste de cuatro válvulas mantenedoras, que tienen las siguientes ventajas:

- **no se precisan expropiaciones.**
- **rapidez en su instalación.**
- **se puede modificar el tarado en cualquier momento.**
- **posibilidad de revender la válvula si no se necesita.**

La instalación de cuatro válvulas mantenedoras Ross 50 RWR, que fueron de 100 mm de diámetro, resolvieron el problema, **Figura 3**. Estas válvulas disponen de pilotos de alta sensibilidad que pueden ser regulados para mantener la presión a la cota deseada, y por lo tanto permiten llevar a cabo una especie de iteración de la presión si se desea reajustar las presiones en alguno de los cuatro puntos.

2.2. SUMINISTRAR AGUA A ZONAS AISLADAS LATERALES

A veces hay derivaciones de poco diámetro de una arteria principal para suminis-

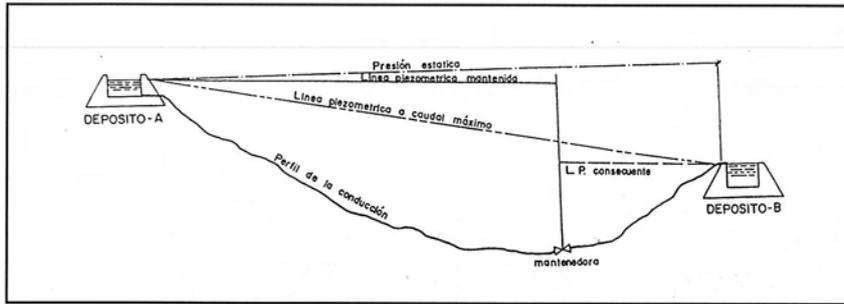


Fig. 4. Válvula mantenedora de presión para retención de caudal. La presión estática es a válvula del depósito cerada. La mantenedora hace que baje a la línea piezométrica mantenida y continúa en la línea piezométrica consecuente. Sin válvula mantenedora se tendría la línea piezométrica a caudal máximo y una velocidad excesiva.

trar caserios cercanos. El agua puede pasar de largo sin derivarse lateralmente. Para asegurar el suministro de las tomas laterales se puede colocar una válvula que mantenga la presión agua arriba.

2.3. EVITAR EL DESCEBAMIENTO DE ANTI-IMPULSIONES

Llamamos anti-impulsión a toda conducción de agua en la cual la entrada, u origen, está a cota más elevada que la salida, y donde el agua circule bajo presión. El agua es ayudada en su desplazamiento por una estación de bombeo.

Es conveniente evitar que la conducción se quede vacía, pues entonces se llenaría de aire que podría ocasionar roturas, al volver a circular el agua por ella, si las ventosas no son fiables, o no existen.

Para impedir el vaciado de algunas conducciones problemáticas, es recomendable instalar agua arriba de la válvula de flotador o altitud de un depósito, en una conducción por gravedad, una válvula mantenedora que se cierre cuando la presión en la tubería sea inferior al valor deseado, a la cual se habrá tarado. De esta forma siempre quedará agua en la tubería, eliminándose los problemas derivados de la evacuación y admisión de aire (Figura 4).

2.4. REGULACION DEL CAUDAL

Las válvulas mantenedoras pueden duplicar como reguladoras de caudal, dentro de unos límites, cuando no existan grandes variaciones de presión agua arriba de la válvula.

2.5. LLENAR DEPOSITOS CON EXCEDENTES DE LA RED

Cuando hay excedentes de agua en la red, la presión sube. Si tenemos una conducción hacia un depósito con una válvula mantenedora, se puede llenar el depósito cuando la presión suba por encima de la cota de tarado de la misma.

2.6. EVITAR EFECTOS DE LA CAVITACION

Cuando la presión residual en una válvula de llenado de depósitos es elevada, se puede producir cavitación. Esta se aminora si antes de la válvula de flotador se coloca una mantenedora. En algunas válvulas automáticas de flotador y de altitud, se puede colocar un piloto que im-

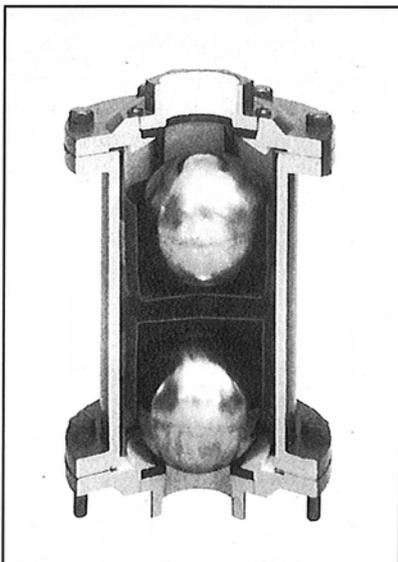


Fig. 5. Ventosa para sifones con presión negativa.

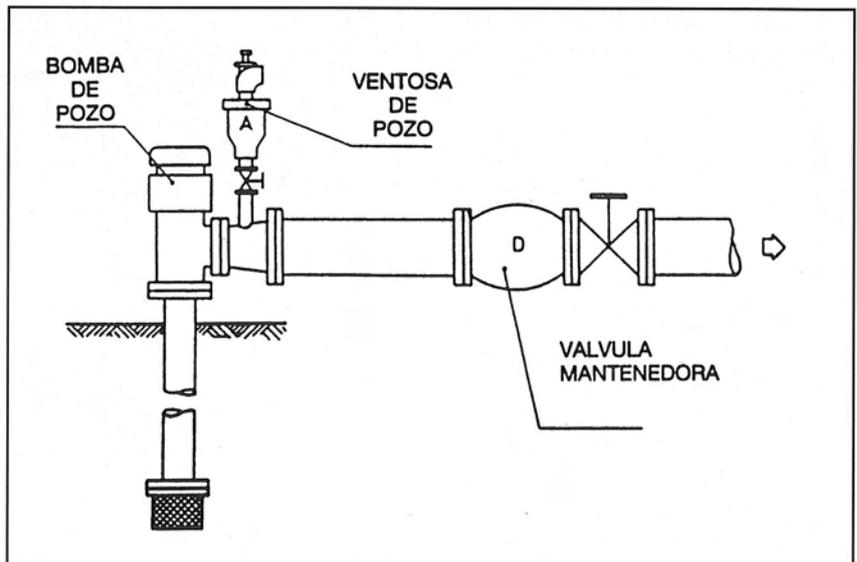


Fig. 6. Mejora de una estación de bombeo sobredimensionada.

parta el efecto mantenedor a la válvula de llenado de depósitos.

2.7. EVITAR EL EFECTO SIFON

En tramos donde la conducción quede en vacío por estar la línea piezométrica por debajo de la línea de conducción, puede formarse un tapón e impedir el paso del agua. Esto se evita también con una válvula mantenedora que deje la tubería cargada con agua en los puntos donde se produce el vacío. El efecto sifón se evita en algunos casos con una ventosa especial, **Figura 5**.

2.8. MEJORA DE ANTI-IMPULSIONES

Cuando el bombeo es hacia un depósito regulador situado por debajo de la cota de la estación de bombeo y en una conducción de poca longitud, se recomienda una instalación similar a la **Figura 6**. La válvula mantenedora se abrirá cuando la presión suba por encima de la mínima, o sea la de tarado. Esta presión mínima se puede ajustar "in situ", de acuerdo con las condiciones particulares del sistema. Se impide así que se saque más agua de la debida del pozo o depósito.

2.9. APROVECHAMIENTO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO DISEÑADA POR EXCESO

Se coloca una válvula mantenedora, de alivio, en una derivación en T (**Figura 7**). Esta válvula se regula para que se abra al llegar el agua al máximo deseado. El agua se conduce de nuevo al depósito o se aprovecha de otra manera.

3. FUNCIONES ESPECIALES

Las válvulas mantenedora trabajan automáticamente para realizar su función. Esta función se puede realizar en combinación con otros mecanismos.

3.1. Con piloto doble o múltiple

Cuando las condiciones agua arriba se deseen cambiar de una manera instantánea, se puede instalar uno o varios pilotos adicionales. Estos pilotos se pueden hacer funcionar manualmente, o también por solenoide para mando a distancia.

3.2. Con piloto motorizado

Cuando los cambios no son para presiones determinadas, sino para presiones cambiantes, se puede realizar la operación manualmente ac-

tuando en el piloto normal, o a distancia, mediante la instalación de un pequeño motor que actúa sobre el piloto.

3.3. Con válvulas de solenoide

Las válvulas de solenoide son generalmente de dos tipos: normalmente abierta o normalmente cerrada. La instalación de este tipo de válvulas es útil cuando se desea automatizar el sistema o mandarlo a distancia. Con ellas se puede realizar una serie de operaciones variadas que hacen aumentar el campo de acción de las válvulas mantenedoras.

3.4. Con mando eléctrico

Todas las válvulas de control actuadas por piloto puede incorporarse en un sistema de mando electrónico.

4. FUNCIONES ADICIONALES EN EL MISMO CUERPO

Si la mantenedora es de piloto externo, se puede aprovechar el mismo cuerpo de la válvula para llevar a cabo otras funciones adicionales, entre ellas las siguientes:

- **Cambiar a voluntad la presión mantenida.**
- **Actuar también como de apertura y cierre.**
- **Hacer que sea reductora.**
- **Hacer que sea de retención.**
- **Hacer que sea de altitud.**
- **Hacer que sea de flotador.**
- **Permitir el flujo en sentido contrario.**
- **Limitar el caudal.**

5. COLOFON

Las válvulas mantenedoras de presión cumplen unas funciones específicas, que contribuyen a que las arterias y las redes de distribución mejoren en algunos casos su comportamiento.

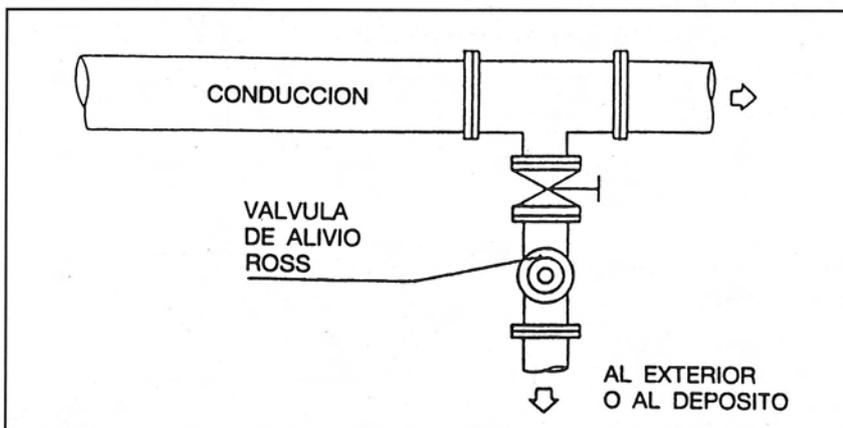


Fig. 7. Válvula mantenedora actuando como válvula de alivio.

Resumen

Se mencionan los distintos tipos de aguas (con sulfatos, carbonatos, cloruros, de mar y usadas); la susceptibilidad de formar pilas galvánicas debido a los distintos metales de las válvulas; la formación de depósitos de carbonos; la materia sólida en suspensión o arrastre en las aguas usadas. Se presentan las Válvulas de retención especiales de bola, manga o clapeta para aguas con materia sólida.

Palabras clave:

Agua potable, Agua residual, Válvulas retención, Diseños, Materiales.

Summary

Check valves for non-drinking water

The different types of waters are mentioned (with sulphates, carbonates, chlorides, marine and used ones). Some waters may form galvanic pairs between different materials of which the valves are made of. Carbonate waters cause deposits which clog pipes. Check valves used with waters carrying solids, such as ball, pinch and swing are evaluated.

Keywords:

Drinking water, Wastewater, Check valves, Designs, Materials.

Válvulas de retención para aguas no potables

Diseños y materiales aplicados

Por: **Manuel Mateos, Dr. Ing.**
 Presidente de Válvulas Automáticas Ross S.A.
 Apartado 31031, 28080 Madrid. Tel. (91) 650 37 12

1. Introducción

Cuando el agua no es potable es conveniente seleccionar las válvulas de acuerdo con los productos físicos o químicos que arrastre o contenga el agua. Hay que tomar medidas especiales que aseguren el funcionamiento de las válvulas, o elegir los materiales adecuados para su fabricación. Cuando las aguas son potables se pueden distinguir tres tipos: ácidas, neutras o alcalinas; estas aguas potables no contienen productos químicos en abundancia por lo que la selección de las válvulas es más sencilla que cuando las aguas no son potables. Si el agua contiene yesos que puedan hacer que actúe como electrólito entre los metales no similares, es posible que uno de ellos desaparezca o se debilite. Lo mismo ocurre con los cloruros. Las aguas pueden tener carbonatos, que originan incrustaciones en las tuberías. Las aguas de mar, y todas las salinas, son particularmente corrosivas para casi todos los metales. Con aguas usadas, de saneamientos, hay que distinguir entre las que llevan plásticos, trapos y otras materias, y aquellas en las cuales las partículas son muy pequeñas y están en suspensión en el agua.

Así tenemos, básicamente, los siguientes tipos de aguas:

a) Con sulfatos;

- b) Con carbonatos;
- c) Con cloruros;
- d) De mar;
- e) Usadas.

Aguas yesosas

El peligro principal de estas aguas, selenitosas, es que pueden hacer de electrólito y destruir algunos elementos internos. Por ejemplo si están en contacto con el agua partes de bronce y de acero o hierro, aun del llamado inoxidable, las partes de hierro se destruirán por formación de pilas. En algunos casos las partes pequeñas de hierro o acero, tal como muelles, han quedado destruidos en menos de un año. Hay que estudiar los materiales internos para que no se destruyan aquellos cuya función es importante. Hay que procurar que el que se destruya tenga una gran masa para que tarde muchos años en ser destruido.

En la **Tabla 1** se presentan los potenciales de equilibrio con el hidrógeno, de electrodos de varios metales, o serie galvánica.

Con yesos o sales hay que prestar atención a los varios metales componentes de las válvulas de retención.

Con carbonatos

La formación de anillos concéntricos en tuberías por depósitos de

Tabla 1

Serie galvánica

Metal	Potencial voltios
Plata	+0,84
Cobre	+0,34
Bismuto	+0,28
Antimonio	+0,25
Hidrógeno	0,00
Estaño	-0,1
Plomo	-0,12
Níquel	-0,23
Cobalto	-0,29
Cadmio	-0,40
Hierro	-0,44
Cromo	-0,56
Zinc	-0,76
Manganeso	-1,34
Aluminio	-1,34
Magnesio	-2,34

En esta tabla el elemento que esté por debajo de otro es el que se corroe, u oxida. Por ejemplo, el hierro se oxida cuando está en la misma válvula con el cadmio, o con el cobalto, o con el níquel, o con el plomo, o el estaño, o con el antimonio, o con el bismuto, o con el cobre, o con la plata.

carbonato cálcico es un problema conocido por los técnicos de hidráulica. La opinión del autor es que estos depósitos se pueden formar en toda clase de tubos, mientras no sea demostrado lo contrario (Ver Referencia 1 al final). Hay tubos que llegan a tener la sección disminuida casi enteramente. Los de plástico de pared delgada se pueden colmatar enteramente en menos de un año. Los depósitos de caliza u otros carbonatos cálcicos se presentan en tres modalidades dentro de los tubos:

- a) Concéntricos, en anillos;
- b) En forma de piedras, sin forma especial;
- c) En múltiples escamas.

El procedimiento más corriente es eliminar el ion calcio con zeolitas o polifosfatos, aunque también se pueden eliminar los carbonatos con ácidos o ciertas sales. Hay que tener cuidado en el tratamiento pues la incorporación de sales o de fosfatos al agua puede ser perjudicial para algunos procesos metabólicos. Hay procedimientos magnéticos que pueden dar resultado satisfactorio en algunos casos, pero para cerciorarse de su eficacia conviene hacer previamente un tratamiento a pequeña escala.

Por el procedimiento magnético no cambia la composición del agua, pero puede hacer desaparecer las incrustaciones existentes. Según parece cambia la estructura de algunas sales disueltas en el agua, lo que en algunos casos ahorra jabón al lavar, mejora el crecimiento de las plantas y hasta elimina cálculos salivares o del riñón.

Con carbonatos se pueden usar prácticamente todas las válvulas de retención, aunque se deben desmontar con la frecuencia debida para retirar las incrustaciones. En las flexibles, como las de manga, no se deberían formar incrustaciones.

Con agua de mar o cloruros

Vale lo indicado para aguas con sulfatos. Lo mejor para agua de mar es utilizar válvulas de retención de compuestos de cobre: bronce a poder ser.

Con aguas usadas

Llamamos aguas usadas a las de saneamiento o de recogida de calles. Se están reutilizando en muchos casos, lo que da lugar a impulsiones y a largas conducciones (Ref.2). Estas aguas pueden ser de dos clases:

- a) Con materia sólida diminuta en suspensión;
- b) Con materia sólida arrastrada o flotando.

Para el primer caso se pueden emplear algunas de las válvulas para aguas limpias.

Para el segundo caso hay que emplear válvulas sin partes salientes. Algunas de clapeta colgada suelen ser idóneas, sobre todo las de asiento inclinado y algunas de clapeta con asiento vertical más contrapeso y amortiguador. Sin embargo, las más usadas son las de bola y las de manga.

Válvulas para aguas usadas o de saneamiento

Merece la pena extenderse sobre este tipo de válvulas dado que son poco conocidas y que se suelen utilizar cuando el agua transporta ma-

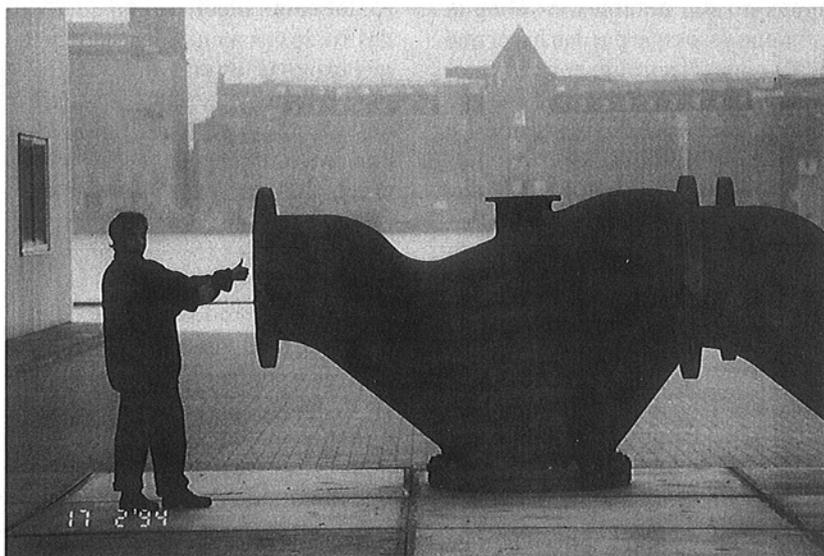


Figura 1. Válvula de retención de bola. (Cortesía HDL)

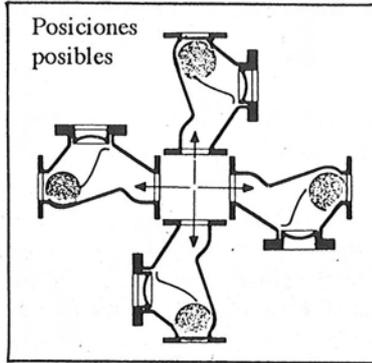


Figura 2. La válvula de bola puede ir en cualquier posición, dependiendo de la densidad de la bola.

teria sólida de cierta entidad, como trapos o maderas. Como se ha mencionado hay básicamente tres tipos: de bola, de manga y de clapeta colgada.

Válvulas de retención de bola

Una de las aplicaciones de estas válvulas es para aguas sucias (Figura 1). También se pueden emplear para lechadas o lodos, así como con aguas limpias. Debido a su diseño, al estar el diámetro completamente exento cuando la bola se esconde, tienen poca pérdida de carga. Se fabrica con bolas de distintos pesos que dependen de la magnitud del golpe de ariete o de la posición de la válvula. Admite cualquier posición,

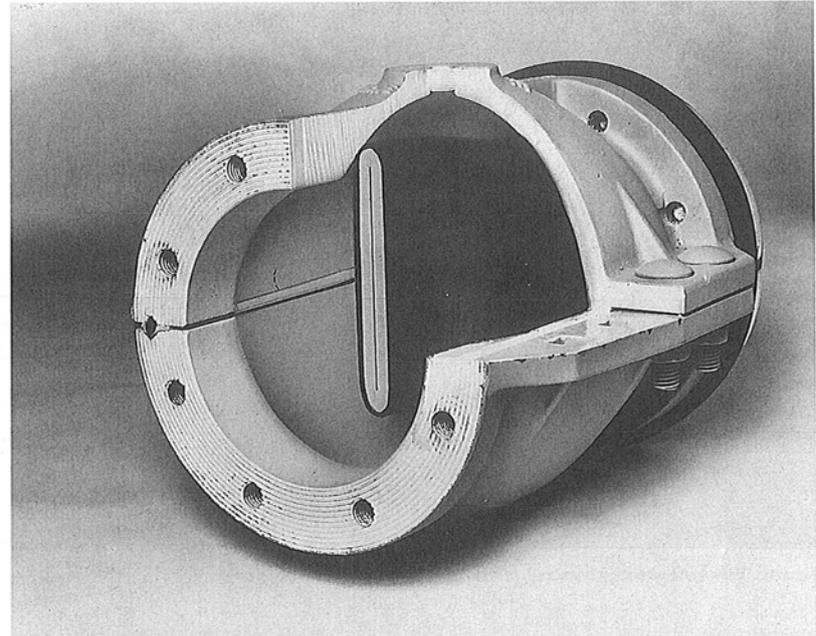


Figura 4. Válvula de retención de manga con carcasa (Cortesía Red Valve).

dependiendo del peso de la bola (Figura 2). Su funcionamiento se puede ver en las Figura 3. Tal vez sean las que constan de menos piezas, pues están compuestas solamente de tres: cuerpo, bola y tapa. Se suelen fabricar de función gris (hasta 700 mm), o de función dúctil (hasta 300 mm). Como curiosidad reproducimos las tablas de pérdida de carga de uno de los modelos. No suelen admitir presiones superiores a los 10 bares. Estas válvulas o una

variedad se pueden emplear para evitar inundaciones en sótanos. Sus ventajas con las siguientes:

- Consta de sólo tres piezas;
- Amplia área para el paso del agua;
- Se pueden usar hasta 10 atmósferas de presión;
- Se pueden usar con flujos en cualquier dirección;
- Las bolas se pueden hacer de distintos pesos;
- Se pueden usar para evitar inundaciones en sótanos.

Sus inconvenientes son que admiten poco golpe de ariete, y que la bola puede aumentar de tamaño al quedarse pegados en ella trozos de materia cuando esta ha sido dividida en pequeños trozos previamente a la impulsión.

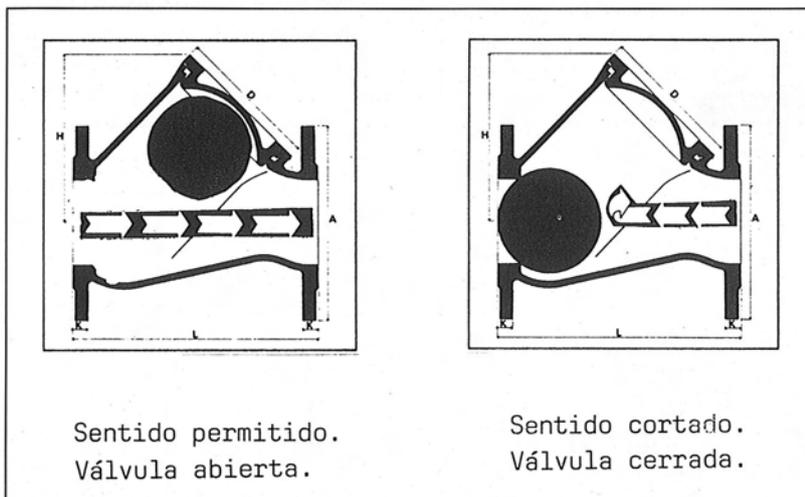


Fig. 3. Funcionamiento de la válvula de retención de bola.

Válvulas de retención con manga

Las válvulas de retención de manga, están basadas en las válvulas de corte "de pinza". Su uso es muy específico, pero es necesario mencionarlas por las aplicaciones particulares que pueden tener.

Consta de un trozo de tubo flexible, o manga, con un estrangula-

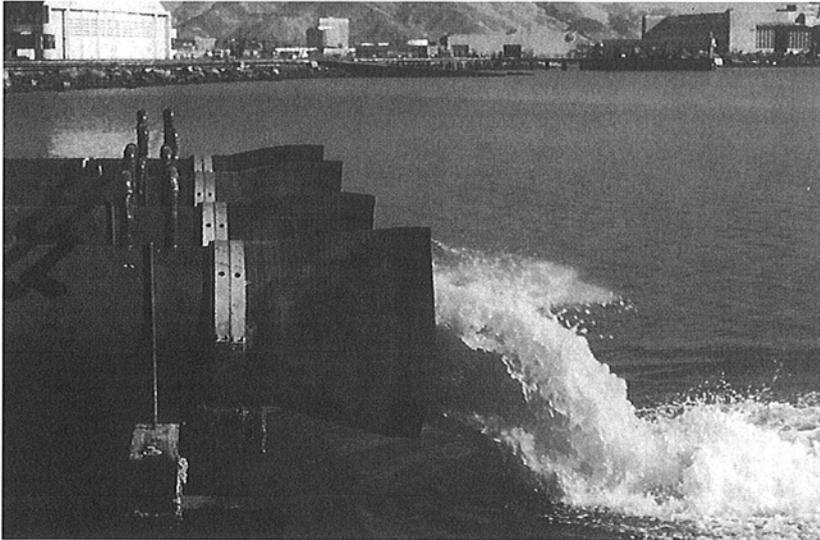


Figura 5. Válvula de retención de manga para final de tubería (Cortesía Red Valve).

miento en un extremo, que se abre con muy poca presión del agua y se cierra cuando el fluido trata de retornar.

Existen básicamente tres modelos:

- a) Con carcasa, o cuerpo, para colocarla dentro de una tubería;
- b) Sin carcasa pero con bridas;
- c) Sin carcasa y sin bridas.

Modelo con carcasa

Está representado en la **Figura 4**. El cuerpo, o carcasa, puede ser de varios metales (fundición gris, dúctil, etc.) dependiendo de los líquidos que pasen por la tubería. Lo mismo,

el material de la manga puede ser de distintos materiales (Buna N es el que se suele emplear para aguas sucias).

Sus ventajas:

- Impiden la formación de depósitos al ser elásticas;
- El golpe de ariete se reduce, absorbido por la flexibilidad de la manga;
- Las pérdidas de carga pueden ser menores que las de otras válvulas;
- Son silenciosas.

Sus inconvenientes:

- Coste elevado;
- Admiten poca presión de retorno porque se pueden revertir.

Modelos sin carcasa

Se suelen emplear al final de una tubería (**Figura 5**). En el caso de aguas sucias van al final de una conducción que termina en el mar o en un río.

Sus ventajas:

- Pueden impedir la formación de depósitos;
- Fácil instalación en muchos casos;
- La parte manga, flexible se puede construir de diversos elastómeros;
- Se pueden usar para evitar la inundación de sótanos.

Sus inconvenientes:

- Al exterior pueden deteriorarse ante un fuego;
- Coste elevado;
- En los ríos pueden estar poco protegidas ante una riada a menos que se construya un desvío, muro o gavión, aguas arriba.

Válvula de clapeta colgada

Estas son ampliamente conocidas, y han sido ya comentadas (Ref.3); existen dos tipos esenciales

- Con un recorrido de 90° de la clapeta;
- Con un recorrido menor de 90°.

El primero, **Figura 6**, tiene el inconveniente que el clapetazo puede ser muy fuerte, pues en ocasiones repercute en otros elementos de la instalación, lo que puede hacer disminuir su período de utilización. A veces se les coloca un amortiguador, pero éste es difícil de tarar para que vaya en consonancia con las hidropulsaciones del golpe de ariete. También se pueden colocar varias válvulas en la misma carcasa para disminuir el golpe de la clapeta (**Figura 7**).

El segundo, **Figura 8**, parece que es más eficaz pues la clapeta tiene un recorrido muy pequeño. Es difícil encontrarlas en España.

Referencias

Se incluye información sobre otros artículos, o libros, del autor relacionados con el tema.

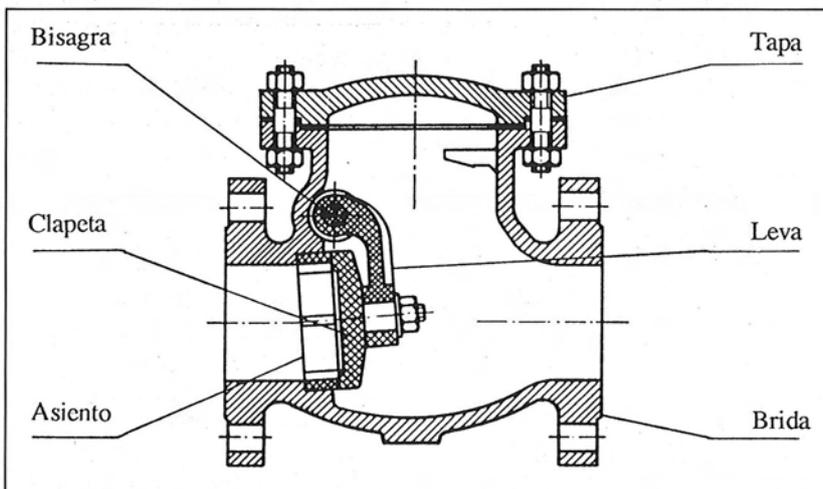


Figura 6. Válvula de retención de clapeta (Cortesía Cerrese).

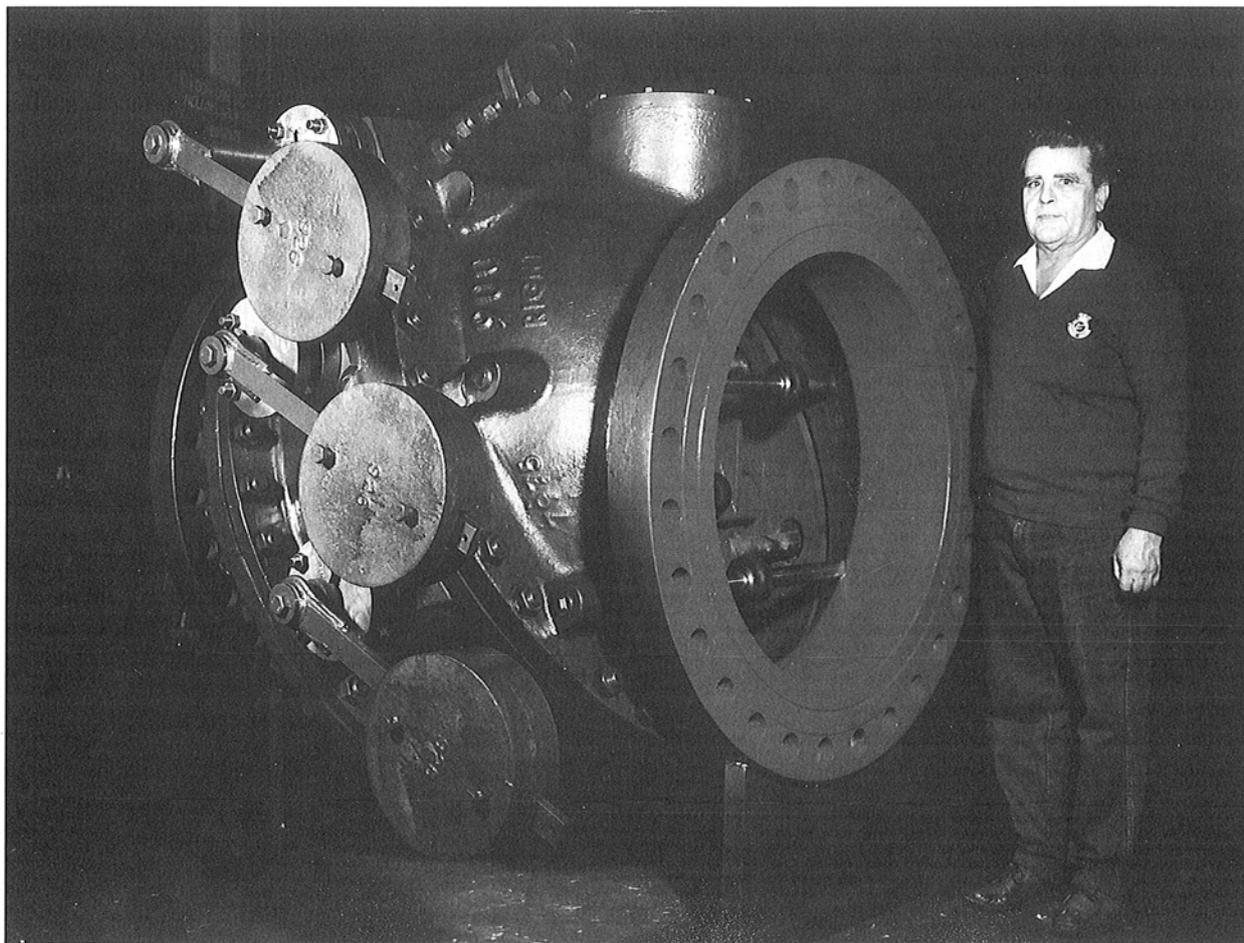


Figura 7. Válvula de retención compuesta de tres válvulas de clapeta con contrapesos (Cortesía Premier).

1. "EL problema de las incrustaciones aceleradas de caliza en tuberías", por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1986.
2. Libro "Reutilización del Agua", por Rafael Mujeriego Sahuquillo, Takashi Asano y Manuel Mateos de Vicente, Colección Obras Hidráulicas, en preparación.

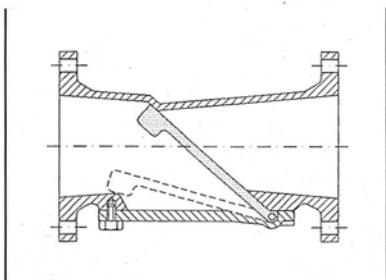


Figura 8. Sección de una válvula de retención de clapeta inclinada.

3. "Las válvulas de retención tipo clapeta", por M. Mateos, CIMBRA Nº 200, Marzo 1983.
4. "Clasificación y selección de válvulas de retención", por M. Mateos, Revista de Bombas y compresores, Noviembre 1989.
5. "Usos de las válvulas de retención", por M. Mateos, Revista de Bombas y Compresores, Marzo 1989.
6. "Efecto de válvula de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas", por M. Mateos, CIMBRA, Febrero 1983.
7. "Válvulas especiales para aguas sucias", por M. Mateos, CIMBRA, Febrero 1984.
8. "Válvulas de retención tipo clapeta", por M. Mateos, CIMBRA, Marzo 183.
9. "Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1983.
10. "Válvulas para emisarios submarinos", por M. Mateos, INDUEQUIPO, Abril 1987.
11. "Válvulas de retención para aguas sucias", por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, Junio 1991.
12. "Mejora de las impulsiones de aguas negras", por M. Mateos, Tecnología del Agua, Marzo 1983.
13. Libro "Válvulas para abastecimientos de aguas", por M. Mateos, Colección Obras Hidráulicas, Editorial Bellisco, 1990.
14. Libro "Válvulas de Retención", por M. Mateos, Colección Obras Hidráulicas, Editorial Bellisco, en preparación ca. 1995.

Valvulería para conducciones forzadas

Por: **Manuel Mateos**, Dr. Ingeniero, Dr of Ph., M.Sc.
 Válvulas Automáticas ROSS
 S.A. Apartado 31031
 28080 Madrid
 Tel: 91 6500971
 Fax: 91 6500972

1. Introducción

ACTUALMENTE existe una gran variedad de válvulas para ser instaladas en tuberías. Para conducciones forzadas, es decir "a caño lleno", existen, principalmente, los siguientes tipos.

2. Válvulas para apertura y cierre

* Válvulas de **compuerta** para apertura y cierre (hay varios tipos, las más fiables parecen ser las de cierre elástico). Es una tajadera, dentro de un cuerpo, que se baja y sube bien por acción manual o por un actuador eléctrico.

* Válvulas de **mariposa**, para apertura y cierre (también hay varios tipos, depende que el cierre se haga sobre un cilindro de goma, que lleve una goma alrededor de la lenteja, etc.). Consisten en una especie de lenteja o disco que gira en un eje central. Este eje puede ser vertical u horizontal. Puede estar en el centro de la lenteja o a un lado. Puede ser de una pieza o de dos piezas.

* Válvulas de **aguja** (Larner-Johnson). Se usaban para grandes conducciones.

* **De chorro hueco** (Howell-Bunger), se suelen usar al final de una conducción, generalmente a la salida de las presas. Son las que expulsan el agua en abanico para disi-

par la energía que presta la altura del agua almacenada en la tubería a presión o por la altura del agua en la presa.

* Válvula de **pistón**. Se usan en industria para casos especiales. Suelen ser caras.

* Válvulas de **diafragma**. Lo mismo que las anteriores.

* Válvulas de **bola**. Se están usando mucho actualmente para fontanería pues son mejores que las usadas antes tipo compuerta. En las de bola se ve enseguida si están abiertas o cerradas, pues están mandadas por un mango.

* Válvulas de **guillotina**. Se usan en las estaciones de tratamiento de aguas.

* Válvulas de **manguito**. Se usan en industria o donde trabajan con líquidos que puedan contener sólidos de grandes tamaños.

3. Válvulas de control

Existen muchos tipos bien por realizar una sola función o varias. Aunque existen en el mercado desde hace más de 100 años, se empezaron a utilizar en España, con cierta profusión, hace unos 20 años. Realizan su cometido ellas mismas. La energía para abrirse o cerrarse o mantenerse a una cierta apertura lo toman del agua de la conducción. Es

decir la energía la toman de la presión del agua dentro de la conducción.

* Válvulas **reductoras de presión** de salida constante o variable. Reducen la presión para tener una determinada presión aguas abajo de la válvula. Son las primeras válvulas de control que se inventaron, pues datan de hacen más de un siglo y el inventor fue George Ross, que la patentó en 1979. Más adelante se explican éstas y las siguientes con más detalle.

* Válvulas que mantienen una presión dada agua arriba

* Válvulas de flotador para depósitos

* Válvulas de altitud para depósitos

* Válvulas anti-inundaciones

* Válvulas anti-ariete, de alivio o de desfogue

* Válvulas para optimizar bombeos

4. Válvulas automáticas complementarias

* Válvulas **antí-retorno**, o **de retención**. Son las que impiden que el agua vuelva por donde venía. Su uso más común es en las impulsiones. También hay algunas en las conducciones. Un tipo especial se usa en todas las acometidas, para impedir que el agua de las viviendas o de las industrias, una vez usadas, retornen a la red, con el consiguiente peligro. Estas válvulas están ampliamente descritas en el libro "Válvulas de retención", por M. Mateos, (Editorial Técnica Bellisco, 1995).

5. Las ventosas como válvulas automáticas

Hacen su labor solas sin la ayuda de ninguna energía externa o actuador. Se colocan para controlar el aire que tiene que entrar o salir de las tuberías. Se pueden clasificar de la siguiente manera:

* **Ventosas** para simple, doble y triple función

* **Purgadores para salida del aire a presión**

- * Aireadores hacen sólo la función de ventosa simple de meter aire en la conducción

6. Otros aparatos automáticos

- * Válvulas para dejar pasar basta un caudal máximo, o limitadores de caudal
- * Contadores de caudal.

7. Accionamiento de las válvulas

Las válvulas pueden ser para accionamiento manual, automático tomando la energía del agua, o automático tomando la energía de una fuente exterior (electricidad, aire comprimido, etc). Algunas se mandan a distancia por señales que hacen que actúen motores eléctricos.

Ciertas válvulas pueden fabricarse en modelos baratos, de bajo coste, pero que después se pueden estropear pronto y ser inútiles. A veces las partes internas están fabricadas con materiales poco idóneos, por el hecho que no se ven, ya que no se suelen desmontar las válvulas por los técnicos sino por operarios con poco conocimientos de la mecánica y prestaciones de los materiales. Algunas válvulas tienen un diámetro nominal exterior que no se corresponde con el diámetro nominal de las partes internas.

En algunos caso se están mandando a distancia las válvulas de sistemas de conducciones, apoyándose en la electrónica. Conviene, al estipular tipos de válvulas, que éstas se puedan mandar en un futuro desde un puesto central, pues parece que en pocos años todo será controlado por ordenadores centralizados.

8. Ventosas

Hay que tener sumo cuidado en la selección de las ventosas; por ejemplo era casi norma general, hasta hace unos 20 años, que las ventosas no funcionaran bien, y que no fueran fiables; hay quien nos ha informado que las cerraba y quedaban anuladas, o que las cubría de hormigón también para anularlas, o que se re-

tiraban y se taponaba su conexión a la tubería, con el consiguiente efecto negativo en la conducción. Esto parece que estaba originado porque se explicaba que era mejor que el aire no entrara en las tuberías, porque era peligroso. La aclaración de estos conceptos la debemos en gran parte a Enrique Mendiluce Rosich, quien los mencionó con insistencia a través de sus muchas publicaciones y conferencias. Fue el primero que se dio cuenta de la gran importancia de que las ventosas funcionaran bien, no que simplemente estuvieran colocadas y se deformaran las bolas o se quedaran pegadas. Hasta hace pocos años se proyectaban conducciones de varios kilómetros sin ventosa alguna en toda la conducción. Hay que tener en cuenta que el aire tiene que entrar en las tuberías y tiene que salir de dos maneras: sin presión y con presión; dando así lugar a lo que el autor comenzó a llamar "ventosas trifuncionales". Más información sobre ventosas se puede hallar en el Capítulo 10 del mencionado libro "Válvulas para abastecimiento de aguas".

9. Válvulas de Control

El autor empezó en 1979 a mencionar, en clases, conferencias y artículos, la existencia de este tipo de válvulas y su integración en los sistemas de abastecimiento y saneamiento de aguas. Esta labor se refleja con más detalle en el libro titulado "Válvulas para abastecimientos de aguas". No obstante se mencionan aquí a continuación algunos tipos de válvulas de control automáticas, y sus prestaciones.

9. 1. Válvulas reductoras de presión, las hay

- * de salida constante.
- * de salida proporcional a la presión de entrada, y
- * de salida dentro de ciertos límites de presión.

Las más recomendadas son las de presión de salida constante, independientemente de la presión de entrada. Es decir que sale siempre la misma presión, aunque varíe la pre-

Hay que tener sumo cuidado en la selección de las ventosas

sión de entrada. Esto es necesario para evitar roturas, tanto en redes, como en viviendas, en las zonas donde la presión fuera muy elevada.

9. 2- Válvulas mantenedoras de la presión agua arriba. Sólo dejan pasar el agua cuando la presión agua arriba está por encima de la mínima establecida en el tarado. Suelen colocarse en algunos tramos de bajado de arterias a ciudades para no dejar sin agua a los poblados intermedios.

9. 3- Válvulas de flotador para llenado de depósitos. Las suele haber de muy distintos tipos:

- * de acción directa;
- * por cámaras compensadas colocadas en el depósito; y
- * compensadas, colocadas fuera del depósito, pero con mando por flotador colocado en el depósito.

También las hay de apertura diferida. Es decir que se empiezan a abrir cuando la altura del nivel del agua haya bajado una cierta distancia, que suele estar comprendida entre medio metro y dos metros por debajo del nivel máximo. Con esta apertura diferida se pretende que las impulsiones trabajen menos tiempo, con lo cual la duración de los distintos mecanismos tendría menos mantenimiento.

9. 4- Válvulas de altitud llamamos a aquellas cuya apertura o cierre se efectúa al captar en un piloto, muy sensible, la altura del agua en el depósito. Se colocan generalmente en las cámaras de llaves, a nivel del terreno o bajo tierra, para depósitos

elevados. Es decir, en estas se substituyen los flotadores por un piloto de alta sensibilidad que mide la altura del agua en el depósito y regulan así la apertura y cierre de la válvula. Las hay también de apertura diferida. Estas válvulas de altitud sólo se pueden colocar en depósitos elevados o en algunos depósitos enterrados en los cuales parte del depósito está construida por encima de la cámara de válvulas.

Ambos tipos de válvulas para llenado de depósitos (de flotador y de altitud), están ampliamente analizados en el Capítulo 10 del libro "Diseño de Depósitos de Agua", por L. Yges, Editorial Bellisco, y en el Capítulo 8 del libro "Válvulas para abastecimiento de aguas".

9. 5- Optimizadoras de bombos, son aquellas que funcionan en consonancia con la puesta en marcha y parada de las bombas para mejorar la impulsión y eliminar el golpe de ariete. Son unas válvulas más complicadas que las otras de control. Mejoran el trabajo de las bombas, su puesta en marcha y su parada. Algunos tipos eliminan en buena parte los golpes de ariete causados al parar las bombas. Están descritas en el libro mencionado de "Válvulas para abastecimiento de aguas", donde se analizan varios casos de su empleo.

9. 6- De alivio, que eliminan las sobrepresiones dejando escapar una cantidad de agua al exterior. Están las antes llamadas de seguridad que

consistían en un muelle y un tapón. Las variedades actuales se pueden clasificar como sigue:

- * De muelle y tapón, de apertura proporcional a la presión
- * De apertura rápida con piloto interno, de apertura total independiente de la presión
- * De apertura rápida total, con piloto externo

9. 7- Contra inundaciones, también llamadas de seguridad contra roturas, que se cierran al haber una rotura en la conducción. Las hay que de las siguientes variedades:

Por aumento de la velocidad del agua:

- * que actúan en un sentido
- * que actúan en ambos sentidos
- * automáticas, sin necesidad de electricidad
- * eléctricas

Estas válvulas actúan por sensores que captan el aumento de la velocidad del agua.

Por disminución de la presión:

- * que actúan en un sentido

9. 8- De apertura y cierre totalmente automáticas, pocas usadas en conducciones de agua por su elevado coste. Básicamente son parecidas a las anteriores pero efectúan el trabajo de apertura y cierre; suelen ser muy caras con respecto a las de mariposa o de compuerta. Sin embargo algunas de control se pueden programar para que sirvan también de apertura y cierre con un coste adicional muy bajo, más bien insig-

Estas válvulas de altitud sólo se pueden colocar en depósitos elevados

nificante cuando son de grandes diámetros.

9. 9- Que combinan varias funciones. Hay válvulas de control en las cuales se programan dos o más funciones en el mismo cuerpo. Así tenemos las reductoras-mantenedoras, las de altitud-retención, las reductoras retención, las reductoras para dos o más presiones de salida, las reductoras que permiten el flujo en sentido contrario, las mantenedoras que permiten el flujo en sentido contrario, la reductora - seguridad contra roturas que fue creada por primera vez por el autor (Ver "La válvula Ross-Mateos bifuncional, reductora de presión y de seguridad", Cap. 9 del libro "Válvulas de seguridad para suprimir inundaciones causadas por roturas en tuberías. por M. Mateos, Servicio de publicaciones, Revista de Obras Públicas, E.T.S. de Ingenieros de Caminos. 1985).

Las válvulas de retención

Aplicaciones y clasificación

Por: **Manuel Mateos de Vicente**
 Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.
 Presidente de "Válvulas Automáticas Ross S.A."
 Apartado 31031, 28080 Madrid
 Tel. 91 6500971, Fax: 91 6500972

1.1. Introducción

Las válvulas de **retención**, llamadas también **anti-retorno**, son aquellas que dejan que el agua circule en un solo sentido. Esto es necesario en muchas ocasiones, según se indica más abajo. Existe en la actualidad una amplia variedad de estos mecanismos, lo que permite elegir la válvula más adecuada para cada caso, aunque en ocasiones será difícil decidirse por una u otra.

Hasta hace pocos años solamente se fabricaba en España la válvula de retención de clapeta colgada que gi-

raba por una especie de bisagra o charnela, situada en la parte superior (**Figura 1**); debido a esta limitación se tenían excesivas roturas porque se colocaban hasta en sistemas de tuberías donde esas válvulas no daban las prestaciones necesarias. Actualmente se fabrican numerosos modelos y es fácil importar otros tipos o variantes distintos de los que se fabrican en España.

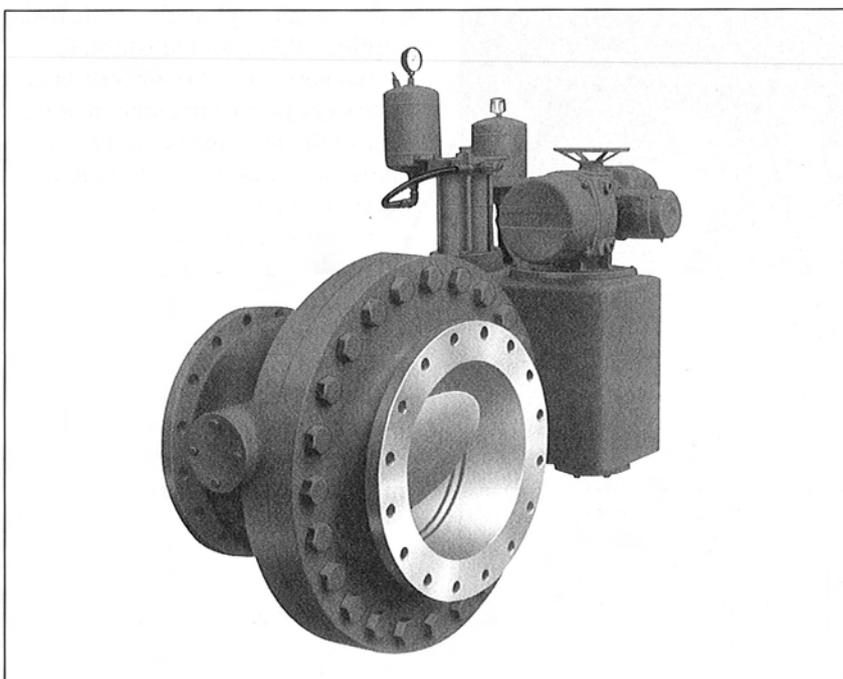
La mencionada variedad actual requiere mayor conocimiento de las prestaciones e inconvenientes de cada uno de los tipos, y un trabajo

del proyectista más detallado que hace unos años, lo que al final redundará, si se ha realizado a conciencia, en una mayor seguridad de las instalaciones.

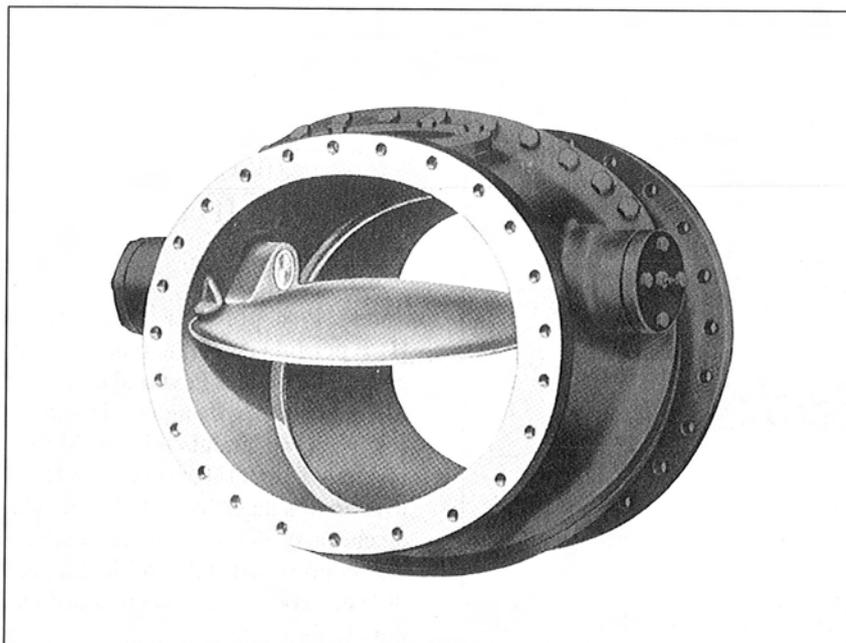
2. Aplicaciones

Las válvulas de retención se utilizan en los siguientes casos:

- **En impulsiones, a la salida de las bombas**, para proteger a éstas del golpe de ariete y también evitar que la tubería se vacíe.
- **En impulsiones, en tramos intermedios**, para seccionar el golpe de ariete en dos o más tramos.
- **Para evitar la contaminación del agua**, en sistemas donde se incorporan aguas de varias procedencias.
- **En las bocas de riego** para evitar que se introduzcan productos químicos indeseables en la red.
- **En las acometidas para viviendas o fábricas**, para que no se introduzcan en la red productos de desecho o químicos.
- **Para independizar varios suministros** a la misma red de distribución.
- **Cuando agua abajo puede subir la presión** en exceso, por circunstancias especiales, y romper tuberías débiles agua arriba.
- **Para aislar el agua caliente de la fría**, en viviendas o fábricas.
- **Para evitar inundaciones en sótanos, garajes, o en vías del Metro**, al ponerse en carga la red de saneamiento cuando hay lluvias torrenciales.
- **Para evitar el flotamiento de canales, piscinas, depósitos o edificios**, cuando la capa freática está muy somera.
- **Para evitar que al subir la marea el agua penetre en las redes de alcantarillado** que desaguan al mar, o en ríos durante riadas.
- **Para evitar que se vacíe el tubo de aspiración de un bombeo.**
- **Para evitar que se vacíe parte de una red**, cuando haya una rotura en las tuberías agua arriba del punto donde se instale la válvula de retención.



Válvula de retención para optimizar una estación de bombeo (Cortesía de APCO).



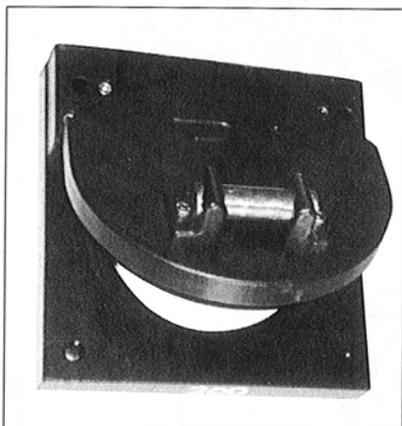
Válvula con la clapeta descentrada.

- Para eliminar o disminuir el golpe de ariete si se intercala en la tubería.
- Para eliminar o disminuir el golpe de ariete si la válvula de retención es una optimizadora de bombes.

3. Tipos

El diseño de las válvulas de retención obedece a los siguientes tipos generales:

1. De clapeta o clapetas que giran en bisagras.



Válvula de retención para final de conducción. Para evitar que las mareas o las crecidas de los ríos hagan que el agua penetre en las conducciones de saneamiento (Tipo ligero Rowat).

2. De clapeta que gira en torno a un eje.
3. De disco que se desplaza en un eje.
4. De bola.
5. De diafragma o material elástico.

4. Variedades

En abastecimientos o saneamientos de agua se suelen colocar alguna de las variedades que se mencionan a continuación:

4.1 Dependiendo de su diseño

- a) De clapeta colgada de una bisagra o charnela.
- b) Con "by-pass" (conexión más válvula especial automática)
- c) De eje longitudinal centrado, o muelle y pistón (denominadas Williams-Hager).
- d) De bola.
- e) De globo.
- f) De diafragma.
- g) De efecto adicional en válvulas de funciones múltiples.
- h) Compensada por pilotos.
- i) Optimizadora de bombes.
- j) De manga o pinza.
- k) De anillo elástico.
- l) De clapeta con eje descentrado.

*Existe una amplia
variedad
de válvulas
de retención*

- m) De dos semidiscos o disco partido.
- n) De múltiples válvulas de retención pequeñas.
- ñ) De cono.

4.2. Dependiendo de la presión agua arriba

La válvulas de retención pueden ser:

- a) Para altas presiones.
- b) Para presiones medias.
- c) Para bajas presiones.
- d) Para mareas.

4.3. Dependiendo de la calidad del agua

- a) Para aguas limpias potables.
- b) Para aguas sucias son partículas en suspensión.
- c) Para aguas sucias con elementos arrastrados, o trozos de materiales flotando.
- d) Para agua de mar.

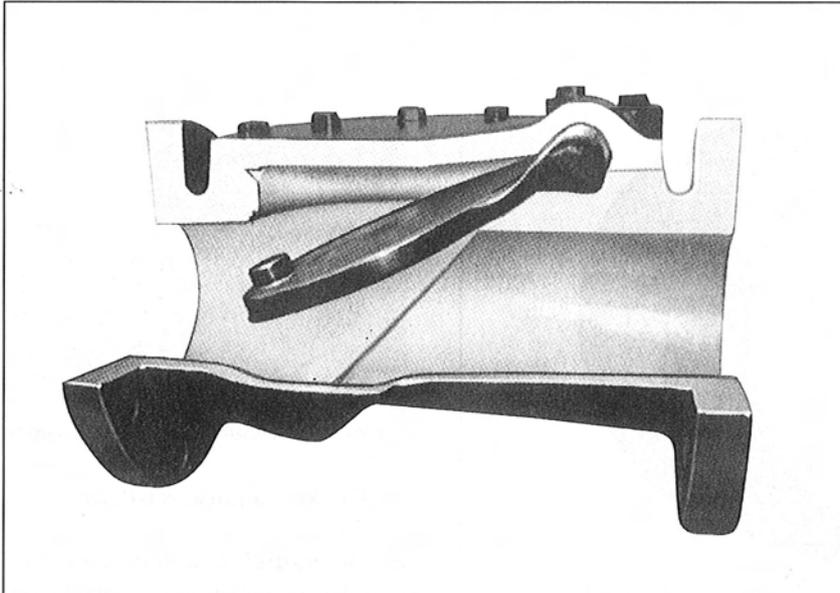
4.4. Dependiendo de su colocación

- a) Para agua que circula hacia abajo.
- b) Para agua que circula hacia arriba.
- c) Para agua que circula en sentido horizontal.
- d) Para una inclinación intermedia.

4.5. Dependiendo de los materiales

Las válvulas pueden ser fabricadas con los siguientes materiales:

- a) **Para el Cuerpo**
De fundición gris.



Válvula con la clapeta colgada, con poco recorrido, poco golpe a caer la clapeta, especial para aguas sucias.

- De fundición dúctil, nodular.
- De acero forjado.
- De acero fundido.
- De acero inoxidable.
- De bronce.
- De plástico o compósitos.

b) Para las Partes Internas

- De hierro fundido, o dúctil.
 - De acero inoxidable.
 - De bronce.
 - De plástico o compósitos.
- Puede ser de materiales distintos que los del cuerpo. A veces a un cuerpo de hierro fundido se le acoplan partes internas de fundición dúctil, acero o bronce.

4.6. Dependiendo del tiempo de funcionamiento

En impulsiones tiene importancia el tiempo de funcionamiento y el horario nocturno. Por ello hay que considerar lo siguiente:

- Que no importe la pérdida de carga porque funcione ocasionalmente
- Que la pérdida de carga produzca costes elevados.

El primer caso es cuando las bombas trabajan poco tiempo, y a poder ser por la noche, habiendo poco gasto de electricidad o combustible.

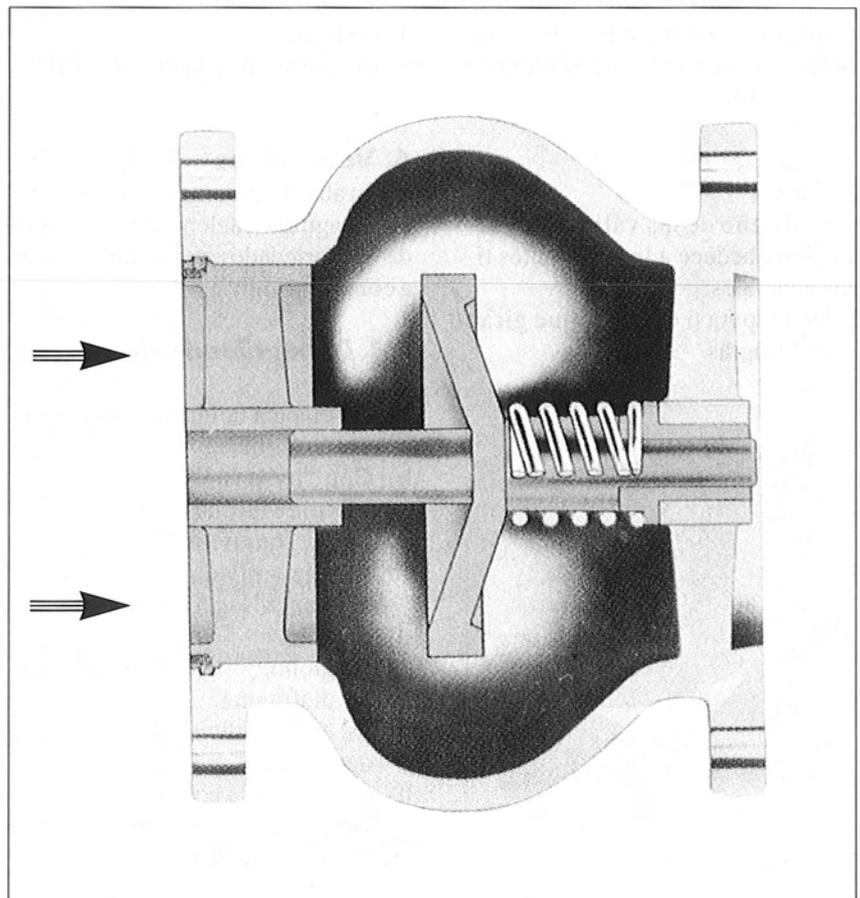
El segundo caso es cuando las bombas trabajan durante muchas horas. El coste de la electricidad de-

be, entonces, ser considerados; se evalúa por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \text{ (l/seg)} \times H_m \times 9,81}{\Pi \times 1000}$$

donde P = potencia consumida; H_m = pérdida de carga, o presión, al paso del agua por la válvula, en metros de columna de agua; Π = rendimiento; Q = Caudal en l/seg. Multiplicando P por el coste horario del kilovatio nos da el coste de la pérdida de carga, es decir nos da la incidencia económica de tal pérdida. La pérdida de carga se suele aceptar la dada por el fabricante.

Los diferentes tipos y diseños de válvulas y las posibles aplicaciones de cada uno están presentados en el libro "Válvulas de Retención", por M. Mateos de Vicente.



Válvula con el disco centrado, silenciosa, tipo Williams Hager.

Resumen

Esta es una exposición de los errores que hemos visto sobre válvulas reductoras de presión y que pueden influir en la decisión sobre la instalación de estas válvulas. Las reductoras deben de ser de buena calidad, y no tratar de comprar basándose solamente en el coste inicial de compra sino también en el mantenimiento. Se analizan numerosos aspectos de la selección, instalación y mantenimiento de estas válvulas.

Palabras clave:

Válvulas reductoras de presión, diseño, eficiencia.

Abstract

Warnings, errors, faults and remedies in pressure reduction valves

Abstract: This article describes the errors we have observed regarding pressure reduction valves that may have a bearing on decisions as to whether or not to install such valves. Pressure reducers must be of good quality. Purchase decisions should be based not only on initial cost, but also maintenance. Various aspects of the selection, installation and maintenance of these valves are examined.

Keywords:

Pressure reductor valves, design, efficiency.

Advertencias, errores, fallos y remedios en válvulas reductoras de presión

Por: **Manuel Mateos de Vicente**, Dr. ICCP, PhD, MSc. Itop. Presidente de Válvulas Automáticas Ross

Válvulas Automáticas Ross, S.A.

C/ Torres Quevedo, 9
28108 Alcobendas (Madrid)
Apdo. 1130
28108 Alcobendas (Madrid)
Apdo. 31031
28080 Madrid
Tel.: 914 900 560
Fax: 914 900 562
Web: www.valvulasross.com

1. Introducción

En los libros se explica generalmente como hay que hacer las cosas, como realizar las tareas. Sin embargo, lo que considero de más interés es saber en qué errores o fallos podemos incurrir. Es decir, anticiparnos al accidente. En los varios libros que he escrito sobre hidráulica he incluido un capítulo sobre fallos. Esto también lo hago en otros campos de mi actividad. Por ejemplo, en cuestión de reducción de accidentes viales, trato de anticipar los fallos, para remediarlos, según explico en los libros donde he recopilado mis experiencias en esta técnica. Menciono esto aquí porque la técnica de la circulación y la de la hidráulica tienen muchos puntos comunes, cuando consideramos la autopista como dos tubos, y las trayectorias de los vehículos como moléculas de agua. Los errores en una de estas técnicas nos ayudan a encontrar los errores en la otra.

Este análisis es sobre un tema difícil de sopesar. Se pueden eliminar muchos fallos seleccionando una

válvula reductora cuyo fabricante tenga amplia experiencia y sus válvulas hayan sido ya instaladas en muchas conducciones y por períodos de varios años. Al adquirirlas hay que tener presente que su mecanismo funciona las 24 horas del día, continuamente, y que el caudal que pasa suele cambiar mucho, excepto en conducciones de embalse a depósito. También hay que evaluar que una válvula reductora realiza el trabajo equivalente al de unos seis hombres, en trabajo continuo con personal correturnos incluido.

Para tener una buena válvula reductora, o cualquier otra válvula, no hay que seleccionarla teniendo en cuenta el máximo ahorro, no hay que guiarse por comprar barato. Por lo cual es recomendable que las compre el departamento que ha de llevar el mantenimiento.

Las válvulas reductoras se construyen desde hace más de un centenar de años por la compañía Ross (concretando desde 1879, cuando concedieron la primera patente a la reductora inventada por George

Ross). Vi, personalmente, una válvula en cuyo cuerpo se podía leer el año de fabricación y el nombre del fabricante: 1905 – ROSS; hecha por la fábrica de quien inventó este tipo de mecanismos. Llevaba más de 80 años funcionando, instalada en la ciudad de Nueva York, y era de gran diámetro; fue limpiada y acondicionada y se volvió a instalar en la misma ciudad. Esto da fiabilidad a este tipo de mecanismos, si han sido bien fabricados, con buena tecnología y de acuerdo con el necesario control real de calidad.

Con razón hay actualmente unas 1.500 válvulas de la empresa Ross en funcionamiento en la ciudad de Nueva York, instaladas en unas 500 cámaras. Las válvulas Ross han sido adquiridas por unos 100 países. Hay que tener en cuenta que un buen control de calidad no significa que la válvula sea idónea para una cierta instalación, pues lo que impera en su fiabilidad es que tenga un diseño probado; también que las partes internas tengan en cuenta los factores cambiantes y los parámetros (o sea factores no cambiantes) del lugar donde se instala, sobre todo si son de gran diámetro (digamos superior a 200 mm). Como garantía, en la empresa Ross se prueban todas las válvulas reductoras antes de aprobar su salida de fábrica.

En España hay unas 1.500 válvulas reductoras Ross instaladas, del Modelo 40 WR; en Madrid, por ejemplo, hay unas 300 en el Canal de Isabel II, donde las primeras fueron colocadas hacia 1971. En fechas anteriores se instalaron unas válvulas reductoras Ross de 600 mm en Cádiz, hacia los años 50, así como en otras ciudades (Zaragoza, Rota, etc.). La importancia de estas primeras instalaciones se puede cotejar con el hecho de que hasta muchos años después, hacia los años 80, no se empezaron a colocar en España válvulas reductoras en grandes cantidades, principalmente para regadíos.

Actualmente ciframos las válvulas Ross instaladas en España en

unas 5.000 unidades, de los distintos tipos.

Los fallos en válvulas reductoras pueden ocasionar roturas en las conducciones, y por lo tanto inundaciones en calles o sótanos. En edificios pueden dañar el mobiliario. La experiencia del autor está basada en el análisis de numerosos tipos de válvulas reductoras, de varios fabricantes, así como en la intervención en centenares de fallos o supuestos fallos. A continuación se exponen algunos, encontrados en válvulas de varios fabricantes.

En el Capítulo 4 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas", por Manuel Mateos, distribuido por Editorial Técnica Bellisco en la Colección Obras Hidráulicas, hay 50 páginas dedicadas exclusivamente a las válvulas reductoras y ahora he escrito un libro dedicado enteramente a tales válvulas. La razón es porque ya son miles las válvulas reductoras colocadas en las ciudades de España y se seguirán colocando más y más al aumentar la calidad y la amplitud de los abastecimientos. Por ello es necesario conocer bien estas válvulas, para evitar fallos, no cometer errores tanto de diseño como de selección y para minimizar el mantenimiento, que es en lo que se da énfasis en este escrito. La oferta ha aumentado considerablemente desde 1970 cuando era prácticamente nula, habiendo actualmente cientos de miles instaladas, agrupando las tres variedades: para abastecimientos, regadíos y viviendas.

2. Las condiciones de trabajo y de proyecto

Hay actualmente un gran número de fabricantes de válvulas reductoras de presión. Para poco caudal, como suele ser el de una vivienda casi todas las existentes en el mercado suelen funcionar debidamente. Sin embargo, para grandes caudales o abastecimientos de aguas a ciudades hay que tener presente las prestaciones y el diseño. Como nuestras válvulas se emplean casi exclusiva-

mente en abastecimientos, no en regadíos, nuestras recomendaciones y observaciones van dirigidas a esa clase de instalaciones, que son las más exigentes.

En el diseño de la válvula hay que tener en cuenta si funciona para la gama de presiones que se desea. Existen algunas válvulas en el mercado que tienen un diseño distinto al cambiar el ámbito de la regulación; es decir, que si la usamos para bajar de una presión determinada a otra menor del 50% tiene un diseño distinto que si queremos bajar la presión menos del 50%. Ampliando lo anterior que si tenemos tal reductora para bajar de 8 bar a 3 y la queremos modificar para que baje de 8 a 5 sería necesario cambiar completamente tal válvula. Por ello puede ser más acertado elegir válvulas reductoras que no presenten tal inconveniente, como las Ross y Ramus.

Otras reductoras tienen un mecanismo de ajuste múltiple, a base de regular una serie de muelles, lo que a veces no es posible llevar a cabo en la arqueta.

Las hay con diseño muy simple, con diseño complicado, con diversos tipos de diafragma. En fin, la oferta actualmente es muy grande. Como es natural seguimos la evolución del mercado en cuanto a materiales y dispositivos y nos informamos de todo lo que va apareciendo, para poder comparar y evolucionar si es necesario.

Nuestros fabricantes también evolucionan, pues los requisitos de suministro cambian, sobre todo porque se tiende a construir conducciones muy largas o mancomunadas por la falta de agua cercana, al consumir cada vez más, y por las macrociudades que están surgiendo en muchos países. Siguen, en Ross, con la experiencia de varias generaciones, fabricando válvulas reductoras y realizando los cambios con cautela, cuando hay que enfrentarse con nuevos problemas. Las válvulas Ross y Ramus (empresa que data de 1850) admiten cambios en las pre-

siones de entrada y de salida, sin necesidad de desmontar la válvula

Hay que tener en cuenta que es muy difícil hallar una reductora que sea completamente estanca. En Ross lo hemos conseguido. Pero si se necesita una estanquidad absoluta, conviene mencionarlo. En abastecimientos de agua no se suele necesitar la estanquidad absoluta, excepto en válvulas para algunos depósitos de pequeña capacidad.

En algunos casos es necesario cambiar la regulación normal in-situ, es decir aumentar o disminuir la presión de salida, sin llevar la válvula a la fábrica. Si se espera que esto pueda ocurrir en el futuro hay que cerciorarse de que la válvula reductora que se compre admite una regulación en más o en menos, dentro de los límites esperados. Algunos fabricantes las hacen de manera que las válvulas no admiten regulación dentro de una gama de presiones y se puede llegar al extremo de que haya que sustituirla por otra, o mandarla a fábrica para su regulación. El cambio de la presión regulada de salida se efectúa en las válvulas Ross (y Ramus) de una manera simple, apretando o aflojando un tornillo exterior. Si el cambio se sale de ciertos límites de regulación puede requerir el cambio del piloto o de algún muelle, operación muy sencilla.

Hay algunas válvulas cuya velocidad, o tiempo, de cierre no se puede regular. Conviene tener esto en cuenta si se necesita tal regulación, para evitar sobrepresiones en la red o en la conducción.

En cuanto a su selección hay que comprobar los caudales que tenemos y ajustar la compra de la válvula para esos caudales. Algunas válvulas pueden tener una dimensión en los diámetros de las bridas externas -las cuales se ven- y otra menor en el paso interior del agua, con lo cual estamos comprando una de un diámetro real menor; esto lo debe advertir el fabricante, pues se está ofreciendo algo que no es así en realidad. Es decir si adquirimos una de estas válvulas reductoras puede que

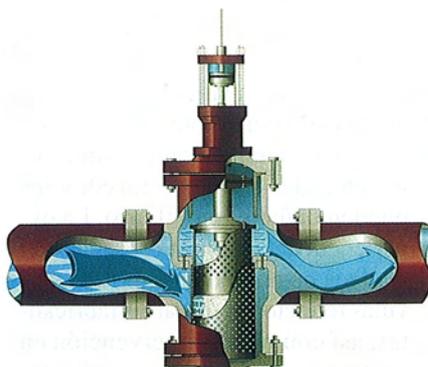


Figura 1. Nueva válvula Ross para grandes reducciones de presión sin producir la peligrosa cavitación.

compráramos una de coste más barato, pero peor teniendo en cuenta su menor diámetro interno y, por lo tanto, sus prestaciones. Este es un aspecto que hay que tener en cuenta y que se salva analizando los caudales que pasan para cada pérdida de presión; para ello hay que escudriñar las curvas características hechas ex profeso para tal válvula, analizar los diámetros internos en los planos y despieces, o, mejor aún, abrir la válvula para ver sus partes internas.

El golpe de ariete, causado por un cierre brusco de alguna válvula, puede causar sobrepresiones que proyecten el pistón de la válvula hacia arriba y lo deje encajado, o dañe el diafragma en otras. En ocasiones y debido al aire presente en el interior de las tuberías, y no evacuado por buenas ventosas, se originan unas pulsaciones que pueden dar lugar a que la válvula abra y cierre continuamente; hay que cerciorarse de que existen ventosas en los puntos adecuados que sean de buena calidad, y que funcionan perfectamente.

Los golpes de ariete pueden averiar las partes internas o mecanismos de algunas reductoras (ver el libro "El Golpe de Ariete en Impulsiones", por E. Mendiluce, de la Colección Obras Hidráulicas). Ya se sabe que todas las operaciones de cierre de cualquier tipo de válvula hay que hacerlas lentamente.

Algún tipo de válvula reductora puede cerrar tan rápidamente que ocasione roturas en la tubería agua arriba. Normalmente una reductora

bien diseñada cierra paulatinamente y no origina sobrepresiones.

En ocasiones hay exceso de presión durante la noche y falta de presión durante el día, porque se han colocado válvulas reductoras de la variedad que tiene la salida de presión proporcional a la de presión de entrada.

Conviene cerciorarse de que la válvula reductora es necesaria; que hay presión que aminorar. Pudiera ocurrir que al ir a poner en funcionamiento la reductora, la presión a la que se deseaba regular el flujo fuera inferior a la presión a la cual llega el agua a ese punto.

Si se desea regular para muy altas o muy bajas presiones conviene cerciorarse de que la reductora cumplirá con estas necesidades. Para bajas presiones, la mayoría de las válvulas regulan para una salida superior a 10 mca (metros de columna de agua). No obstante, hay ciertos tipos de reductoras que permiten una salida regulada desde 3,5 mca, como las Ross 40 WR. Las presiones normales son las de PN 10 o PN 16. En cuanto a altas presiones suelen no ser superiores a 25 bar (250 mca); sin embargo, en alguna ocasión hemos tenido que fabricar válvulas para 40, o más bar de presión.

Si la arqueta pudiera quedar inundada hay que saber si la reductora puede funcionar bajo agua (las Ross funcionan inundadas); si fueran de accionamiento eléctrico, o con solenoides conviene cerciorarse de que el material eléctrico es impermeable, pues de lo contrario se anularía su funcionamiento al mojarse la instalación eléctrica.

Generalmente, las válvulas se pueden colocar en cualquier posición, inclinada u horizontal, como ocurre con las Ross y las Ramus. Pero hay algunas que sólo se pueden colocar verticalmente. En las válvulas automáticas Ross y Ramus, al tomar la energía del interior de la conducción pueden, generalmente, funcionar no sólo en cualquier posición, sino al aire libre o dentro del agua. Cuando se colocan en posición que no sea vertical hay partes

internas que se pueden desgastar más rápidamente.

Las vibraciones pueden causar la rotura de las partes internas. Se menciona esto porque hay tipos de válvulas en el mercado que entran en vibración fácilmente para ciertos caudales; suele ocurrir en algún tipo de las de diafragma, por ello la Ross y la Ramus no favorecen este tipo de válvulas, aunque la Ross también las fabrica de diafragma.

La fuerza erosiva del agua a altas velocidades, y durante mucho tiempo, puede hacer que desaparezcan algunas partes internas, o que se desenganchen de su sitio.

Hay quien piensa que se puede regular bien la presión agua abajo de un punto con una válvula de mariposa. Desde luego se puede fabricar un sistema que haga que una válvula de mariposa actúe como reductora. Estas válvulas de apertura y cierre actuando como reductoras suelen perder parte de la lenteja muy pronto, bien por trozos o por erosión continuada. Además, no hay que confiar en que estas válvulas mantengan durante mucho tiempo la presión regulada prevista, sobre todo para pequeños caudales. Cada tipo de válvula debe de tener su cometido. Las de mariposa son para estar abiertas o cerradas, no para una apertura intermedia de forma continua.

En ocasiones hemos visto que se proyectan válvulas reductoras para velocidades del agua máximas continuas hasta 8 m por segundo. Nuestra experiencia nos hace ser cautos a este respecto. Con algunas válvulas se puede alcanzar esta velocidad, ocasionalmente, en algunas de pistón, pero no con otras y dudamos que en las válvulas de diafragma se pueda alcanzar, de manera continua, la velocidad mencionada de 8 m/seg. Fiarse de esto puede confundir al comprador o al proyectista, pues se puede colocar una de menor diámetro, más barata, pero sin las prestaciones deseadas. El buen proyectista debe tener experiencia previa o estar en contacto con las secciones de mantenimiento, lo que evitaría fallos.



Figura 2. Efecto de una rotura de una tubería. La selección de las válvulas no se debe de hacer basándose sólo en el coste de compra, pues suponen una parte insignificante del coste total de la obra y pueden aumentar el coste del mantenimiento.

Si se recomienda una velocidad continua máxima, digamos de 5 m/seg, conviene cerciorarse si es para las dimensiones de las bridas, o sea del diámetro externo, o para las partes internas, pues algunas válvulas tienen partes internas de menor diámetro que el de las bridas. Como hemos mencionado antes lo mejor es fiarse de las curvas características para saber la relación caudal - pérdida de carga (siempre que sean fiables).

A veces vemos que se ha tratado de bajar la presión a cero en una conducción, con una válvula reductora, pero ello no es posible. Para esto existe otro tipo de válvulas que son las usadas a la salida de presas de embalse (tipo Howell Bungler, o chorro hueco, multichorro, etc.). Generalmente, lo piden para la salida a un depósito; naturalmente la válvula reductora normal al no encontrar presión a la salida, se mantiene siempre completamente abierta. Hay formas de solucionar este problema usando ciertas válvulas de flotador, pero no nos extendemos aquí en ello, por ser un caso que concierne a una combinación de válvulas, que está fuera del cometido de este escrito.

En sitios donde hay fuertes heladas pueden estallar algunas piezas de las exteriores de las válvulas, debido a la fuerza expansiva del hielo que se forme en su interior o en los conductos exteriores.

Hay diseños de válvulas reductoras que no permiten velocidades mayores de unos 2,5 m/seg, lo que hay que tener en cuenta en el Proyecto.

La hidráulica de las conducciones de grandes diámetros -o caudales- se puede decir que difiere de aquella de pequeños diámetros. Esto quiere decir, en general, que un diseño de válvula reductora que funciona bien en cañerías de edificios no funcione en absoluto en conducciones de grandes diámetros; esto es lo mismo para otros tipos de válvulas.

Otro peligro son los caudales mínimos, pues algunas válvulas pueden sufrir vibraciones, o producir ruidos muy intensos. También pueden estar sujetas a desgastes acelerados. Por ello solemos pedir siempre información sobre los caudales máximos y mínimos esperados, para recomendar la instalación adecuada.

Hasta hace pocos años bajar de mucha presión a poca presión requería la instalación de dos o más válvulas reductoras en serie, pues una sola se podía deteriorar rápidamente por cavitación. Tenemos ahora una solución para llevar a cabo este proceso con una sola válvula (Figuras 1 y 2).

3. Conclusiones

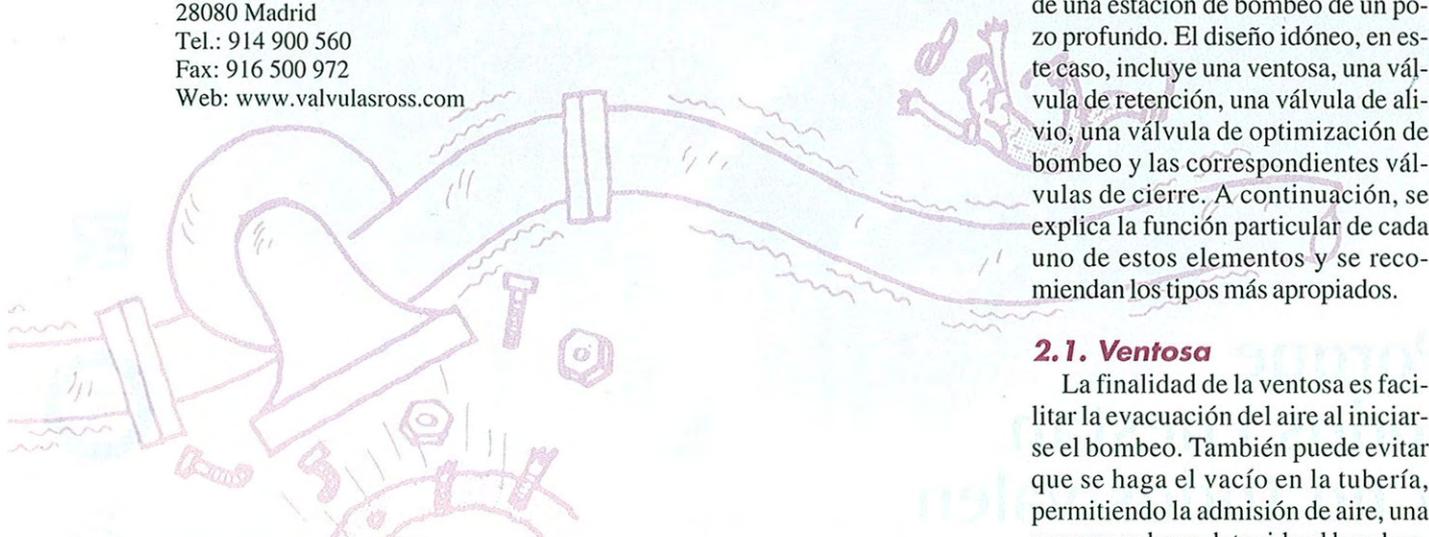
Para confianza de los proyectistas conviene indicar que en España hay varios miles de válvulas reductoras instaladas, de diferentes modelos y presiones, que hemos suministrado, y que funcionan perfectamente. A ello ha contribuido el autor, pues cuando empezó a estudiar el problema de la reducción de presión, en 1970, se tomaban sus recomendaciones de una manera escéptica. Por ello hemos tenido que escribir numerosos artículos sobre estas y otras válvulas de control y dar conferencias, hasta que han llegado a ser consideradas como una alternativa por prácticamente todos los proyectistas, aunque todavía se construyen cámaras de rotura de carga donde es más económico y fiable poner válvulas reductoras de presión. La complejidad en los factores que hay que analizar para la elección de la más adecuada me ha llevado a escribir un libro exclusivamente sobre este tipo de válvulas.

Valvulería para bombeos

Por: Manuel Mateos de Vicente, presidente de Válvulas Automáticas Ross

Válvulas Automáticas Ross, S.A.

Apdo. 31031
28080 Madrid
Tel.: 914 900 560
Fax: 916 500 972
Web: www.valvulasross.com



1. Introducción

En el diseño de las estaciones de bombeo de agua conviene distinguir tres aspectos fundamentales: el dimensionamiento de las conducciones que permita suministrar los caudales de proyecto a las presiones óptimas de distribución; la elección de las bombas; y el sistema de protección de las instalaciones contra las sobrepresiones e hidropulsaciones.

Es sabido que la puesta en marcha y la parada de las bombas producen sobrepresiones en las conducciones e instalaciones de la estación de bombeo; los mismos, o mayores, efectos causan las interrupciones en el suministro de energía eléctrica. La manera tradicional de eliminar las sobrepresiones consistía en colocar una válvula de clapeta y calderines. Actualmente, debido al considerable avance que ha experimentado el diseño de las válvulas, es posible dar una solución satisfactoria a los problemas de las hidropulsaciones por medio de válvulas automáticas.

En las páginas siguientes se describen algunos sistemas de protección de

las instalaciones de bombeo y se explica la función desempeñada por cada válvula dentro del esquema correspondiente. Se han tenido en cuenta dos tipos de bombeo: el de aguas profundas y el de aguas someras.

La mayor inversión inicial que requieren los sistemas que a continuación se analizan está plenamente justificada, ya que no sólo permiten la optimización automática del bombeo sino que su mayor fiabilidad y eficacia los hacen competitivos con los sistemas de protección tradicionales que exigen, a menudo, cuantiosas inversiones en mantenimiento y reparación de roturas. Cuando la impulsión sobrepase los 3 km puede ser lo más económico el instalar una válvula optimizadora del bombeo. Para longitudes menores de 3 km se puede proteger con válvulas de alivio solamente. Las re-impulsiones no se comentan por no ser corrientes, se puede ampliar información consultando la tercera referencia bibliográfica. Las anti-impulsiones se estudian en la referencia séptima.

2. Bombeo desde un pozo profundo

Se entiende como la optimización de bombeos con válvula de retención controlada y análisis de válvulas auxiliares.

En la **Figura 1** se presenta el conjunto de válvulas que deben instalarse para optimizar el funcionamiento de una estación de bombeo de un pozo profundo. El diseño idóneo, en este caso, incluye una ventosa, una válvula de retención, una válvula de alivio, una válvula de optimización de bombeo y las correspondientes válvulas de cierre. A continuación, se explica la función particular de cada uno de estos elementos y se recomiendan los tipos más apropiados.

2.1. Ventosa

La finalidad de la ventosa es facilitar la evacuación del aire al iniciarse el bombeo. También puede evitar que se haga el vacío en la tubería, permitiendo la admisión de aire, una vez que se haya detenido el bombeo.

Es conveniente que la ventosa vaya equipada con un mecanismo que regule la salida del aire, evitándose así los daños que los cierres bruscos suelen ocasionar en las ventosas que carecen de un sistema de regulación.

Se recomienda la ventosa «de pozo profundo» de tamaño ligeramente superior al estrictamente necesario, para facilitar la regulación in-situ de la salida de aire.

2.2. Válvula de alivio rápido

La inclusión de una válvula de alivio rápido en el diseño esquematizado en la **Figura 1** se justifica sobradamente si tenemos en cuenta que esta válvula desempeña las siguientes funciones:

a) Protege el tramo de conducción, comprendido entre la bomba y la válvula de optimización, de las sobrepresiones que se producen al poner en marcha la estación de bombeo.

b) Expulsa las primeras aguas bombeadas que suelen contener sólidos indeseables.

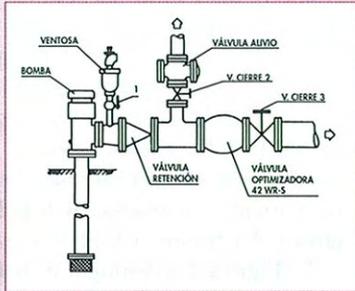


Figura 1. Bombeo de un pozo profundo.

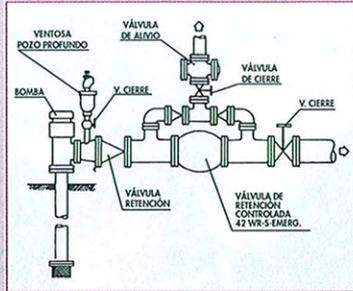


Figura 2. Bombeo de un pozo profundo con protección especial.

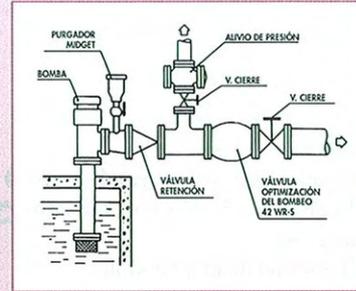


Figura 3. Bombeo de un pozo somero.

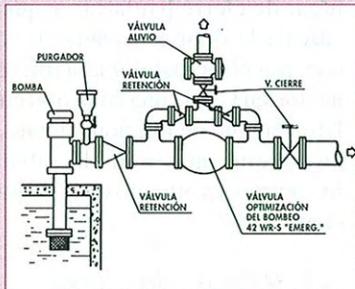


Figura 4. Bombeo de un pozo somero con protección especial.

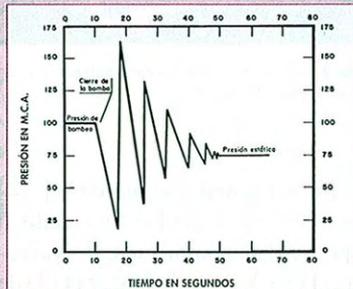


Figura 5. Gráfico teórico de las hidropulsaciones en una estación de bombeo sin proteger.

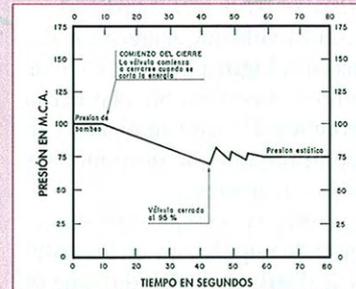


Figura 6. Gráfico teórico de las hidropulsaciones en un bombeo optimizado.

c) Elimina el golpe de ariete que podría dañar las tuberías de distribución, en el caso que se cierre la válvula de retención por un fallo del suministro eléctrico.

d) Permite reducir el timbraje de las conducciones ya que neutraliza las sobrepresiones que se producen durante las operaciones de arranque y parada de las bombas.

e) Protege a las bombas de las elevadas presiones que ocurren al iniciarse el bombeo, mientras está cerrada la válvula de optimización. Al evitarlas se reducen considerablemente los gastos de conservación y mantenimiento de las pompas.

f) Impide que comience el bombeo efectivo hasta que se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes de válvulas recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad de régimen. Esta práctica es perjudicial para las bombas y la instalación de una válvula de alivio rápido la hace completamente innecesaria.

g) Asegura la circulación de un caudal mínimo mientras que la bomba está trabajando. En el caso



Foto 1. Instalación de alivio de presión mínima en una instalación de bombeo.

de bombas sumergibles esta función es primordial pues permite el enfriamiento de los motores.

El análisis de los epígrafes anteriores confirma la trascendencia del cometido de las válvulas de alivio en estas instalaciones.

Hay válvulas compensadas de alivio rápido que se abren en cuanto la presión excede de un 10 a 20% a la presión manométrica de la conducción, descargando instantáneamente el volumen de agua, preciso para que se anulen las sobrepresiones. El funcionamiento de estas válvulas es mucho más eficaz y fiable que el de las válvulas de seguridad que consisten en un resorte y un tapón.

2.3. Válvula de retención

La misión de esta válvula de retención es aislar la bomba de la tubería impidiendo, al cerrarse, el retorno de la columna de agua sobre la bomba. La válvula se cerrará cuando ocurra alguna de las situaciones siguientes:

a) Un fallo en el suministro de energía eléctrica; en este caso, la bomba dejará de funcionar y como la válvula de optimización se cierra, en este caso, paulatinamente existirá un retorno de la columna de agua sobre la bomba que se elimina intercalando entre ésta y la válvula de optimización una válvula de retención (para que esto no ocurra se recurre al cierre de emergencia, descrito en el apartado 3).

b) Un fallo interno de la bomba; en esta circunstancia la bomba se detendrá y la válvula de optimización seguirá abierta por lo que se producirá una situación análoga a la descrita en a).

Parece que las válvulas de retención más apropiadas para este tipo de instalaciones son las Williams-Hager, las de doble disco, las de cla-

peta amortiguada, o las de eje descentrado. La elección de uno u otro tipo, vendrá impuesta por condiciones tales como:

- Espacio disponible para la instalación de la válvula.
- Máxima pérdida de carga admisible.
- Presión manométrica de la conducción.
- Economía de la inversión.

2.4. Válvula para optimización del bombeo

Esta válvula que aparece a la derecha en la **Figura 1** es la que incide más directamente sobre el proceso de bombeo. Ha sido analizada y se ha comprobado que introduce las ventajas siguientes:

a) Protege contra presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución debido a que su apertura se efectúa gradualmente.

b) Se abre cuando se haya expulsado todo el aire existente desde la impulsión y cuando se hayan evacuado, a través de la válvula de alivio, las primeras aguas bombeadas.

c) Se va cerrando lentamente con la bomba aún en marcha, durante la parada de la instalación; sólo cuando la válvula se ha cerrado en un 90 o 95%, un interruptor detiene la bomba. De esta manera se eliminan las hidropulsaciones que originarían golpes de ariete.

d) Elimina la formación del vacío durante el ciclo de cerrado del sistema de bombeo.

Las posibilidades de la válvula de optimización pueden ampliarse mediante la incorporación de equipos adicionales como:

1. Apertura y cierre manual.
2. Control que cierra la válvula en caso de rotura de la tubería de impulsión.
3. Cierre de emergencia.
4. Mando a distancia.

2.5. Válvulas de cierre

La función de estas válvulas es aislar los elementos que integran la instalación en el caso que se tenga que proceder a la sustitución o revisión de alguno de ellos.

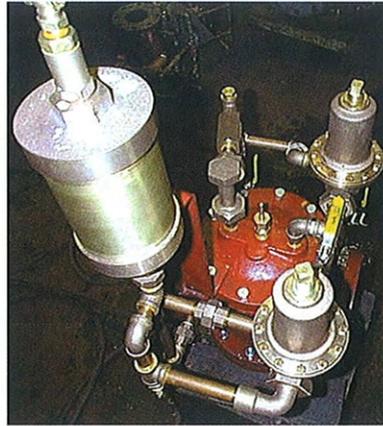


Foto 2. Válvula de apertura anticipada por baja de presión Ross 50 AR-WR.

En la **Figura 1** se indica la posición de estas válvulas: en cuanto al tipo, recomendamos que las válvulas (1) y (2) sean de bola y la (3) de mariposa o de compuerta.

3. Bombeo de un pozo profundo con protección especial

Se entiende como la optimización de un bombeo de pozo profundo con una válvula de retención controlada y cierre de emergencia en caso de fallar el fluido eléctrico, con posibilidad de instalar un pre-

siómetro para parar las bombas en caso de rotura en la conducción.

El esquema presentado en la **Figura 2** constituye la mejor protección contra las sobrepresiones que se generan durante las operaciones de bombeo. Este diseño introduce algunas variantes en relación al de la **Figura 1**. Analicemos las diferencias.

La **Figura 2** se distingue de la **Figura 1** en que incluye una válvula con cierre rápido de emergencia en lugar de cierre paulatino y que la válvula de alivio está unida a la conducción principal por una interconexión en vez de una conexión en T. El principio de funcionamiento de los dos esquemas es similar salvo en los puntos explicados a continuación.

3.1. Válvula de alivio rápido interconectada

La interconexión permite que la válvula pueda realizar una doble función: alivio en el tramo comprendido entre la bomba y la válvula optimizadora y alivio en la conducción, después de la optimizadora.

El alivio del primer tramo se efectuará durante el arranque y la parada de las bombas; el alivio de la conducción se producirá cuando se acti-



Foto 3. Instalación con dos ventosas y sus purgadores para evacuar tanto el aire al poner en marcha la instalación como el aire a presión.



Foto 4. Válvula de alivio para evitar las sobrepresiones causadas por el golpe de ariete.

ve el cierre de emergencia de la válvula optimizadora por un fallo en el suministro de energía eléctrica.

Para interconectar la válvula de alivio se han de intercalar dos válvulas de retención adicionales en las posiciones que aparecen en la Figura 2. Estas válvulas pueden ser del tipo Williams-Hager, de doble disco o de clapeta; en cualquier caso, serán de tamaño reducido y seleccionadas en función de las presiones a que estén sometidas.

El tipo de válvula de alivio recomendado coincide con el caso correspondiente a la Figura 1.

3.2. Válvula optimizadora del bombeo con cierre de emergencia

Para comprender la diferencia entre esta válvula y la de cierre paulatino analicemos la situación provocada por un fallo en el suministro de electricidad.

En el caso de un corte de corriente, la válvula, merced a un mecanismo que actúa sobre una válvula solenoide, se cierra con cierta rapidez evitando la acción del golpe de ariete sobre la impulsión. Simultáneamente la válvula de alivio, merced a la interconexión, elimina las sobrepresiones sobre la conducción mejorando el rendimiento del sistema de protección. Por el contrario, en el apartado 2, era la válvula de retención la que eliminaba las sobrepresiones sobre la bomba cuando había un corte en el suministro eléctrico, pues la válvula optimizadora se cerraba muy lentamente.

La experiencia ha demostrado que se consigue mejor protección con la válvula con cierre de emergencia que sólo con la combinación de cierre paulatino y válvula de retención.

4. Bombeo desde un pozo somero o depósito

Se entiende por la optimización del bombeo con válvula de retención controlada (Figura 3).

Este caso es muy similar al de la Figura 1, de pozo profundo. La única diferencia estriba en la ventosa que se coloca a la salida de la bomba. No se requiere que la ventosa sea modulante (tipo pozo profundo) porque la cantidad de aire que expelle es mínima, a menos que se originen vórtices.

Se recomienda una ventosa purgador pequeña o, si la instalación es de importancia, purgador de bielas para expulsión de aire a presión.

5. Bombeo desde un pozo somero o depósito con protección especial

Se entiende por la optimización del bombeo utilizando una válvula de retención controlada con cierre de emergencia (Figura 4).

Este es un caso muy similar al de la Figura 2, de pozo profundo. La única diferencia estriba en la ventosa que se coloca a la salida de la bomba. No se requiere que la ventosa sea modulante (tipo pozo profundo) porque la cantidad de aire que se expelle es mínima, a menos que haya vórtices.

Se recomienda ventosa purgador pequeña o, si la instalación es de importancia, purgador de bielas para expulsión de aire a presión.

La explicación del funcionamiento de la válvula optimizadora con protección especial está dada en el apartado 3.

6. Efectos de la optimización

En el apartado 2 se mencionan los efectos favorables en el sistema. El gráfico de las Hidropulsiones, o Golpes de Ariete, para los apartados



Foto 5. Estación de bombeo que incluye una válvula optimizadora y una de alivio Ross.

2 al 5 pasa de ser similar al de la Figura 5 a ser similar al de la Figura 6.

7. Impulsión de poca altura

Impulsión de poca altura para descargar en un depósito regulador adyacente situado por encima de la estación de bombeo. En este caso no se utilizan válvulas optimizadoras (Figura 7).

7.1. Ventosa (A) de pozo profundo

Si el pozo es profundo se utilizará una de con dispositivo para pozo profundo.

7.2. Válvula (B) de retención

Dado el poco coste adicional que representa en el conjunto, es recomendable usar una buena válvula como puede ser una de disco partido o de Williams-Hager.

7.3. Válvula (D) de regulación

Es una válvula mantenedora de la presión del lado de la pompa. Sólo

se abre cuando la presión suba por encima de la mínima. Esta mínima se puede regular in situ de acuerdo con las condiciones particulares del sistema en marcha. Impide que se saque del pozo más agua de la debida y asegura un caudal determinado en el bombeo.

8. Impulsión en conducción larga descendente

Se entiende como la optimización con válvula automática de retención controlada (Figura 8).

8.1. Ventosa

Si el pozo es profundo se utilizará una especial con dispositivo = para pozo profundo.

8.2. Válvula (C) de alivio rápido

Se debe colocar para evitar que la presión sea excesiva cuando se pone en marcha la bomba. Se regula en función de la válvula D.

8.3. Válvula (D) optimizadora

Para automatización del sistema, esta válvula optimizadora se abre y se cierra lentamente con el fin de evitar sobrepresiones. La válvula se mantiene cerrada al comenzar a funcionar las bombas y se abre por un relé eléctrico cuando se haya evacuado el aire por la ventosa. También se pueden programar a esta válvula sistemas de seguridad.

9. Aprovechamiento de un estación de bombeo diseñada por exceso

Se trata del funcionamiento óptimo de una estación de bombeo en donde las bombas suministran agua a una presión excesivamente alta que puede romper las tuberías. Es un caso especial de impulsiones.

Se puede colocar una válvula reductora de presión y una válvula de alivio para no sobrecargar las bombas (Figura 9). Por muy poco coste adicional se tiene la solución de la

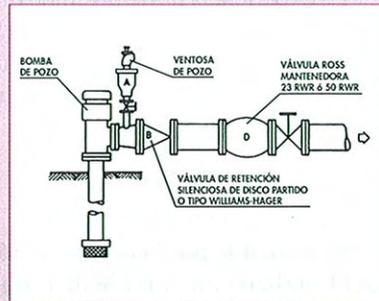


Figura 7. Bombeo por impulsión a poca altura.

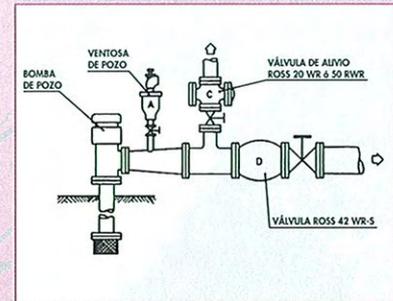


Figura 8. Bombeo para conducción larga descendente, con válvula optimizadora normal.

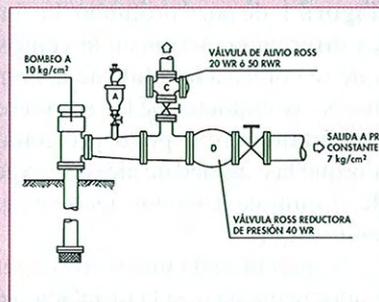


Figura 9. Instalación de una estación de bombeo diseñada para tener un exceso de presión.

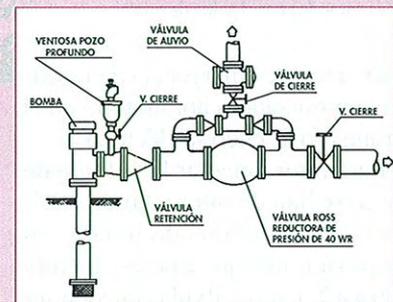


Figura 10. Caso de la figura 9 con sistema de seguridad.

Figura 10, con un sistema de seguridad para que después de la válvula reductora no suba excesivamente la presión, aprovechando la válvula de alivio rápido.

10. Sistema opcional de seguridad

Al haber una rotura en un tramo intermedio de una impulsión pueden las bombas seguir funcionando indefinidamente causando inundaciones, aparte de los costes de pérdidas de agua y de consumo de energía.

Para evitar esto se ha mencionado anteriormente que se puede colocar en las válvulas optimizadoras un piloto especialmente conectado que capte una caída en la presión manométrica. Al ocurrir esto el piloto manda la válvula optimizadora para que se cierre y que ésta a su vez interrumpa el funcionamiento de las bombas.

11. Otros problemas en impulsiones

La inadecuada expulsión del aire puede causar roturas en las tuberías

durante su llenado o aun en funcionamiento. La poca admisión de aire durante el vaciado puede causar el aplastamiento de las tuberías.

Hay que analizar la impulsión en su conjunto y seleccionar el sistema de cierre adecuado en los depósitos, situados al final, una vez que estén llenos.

El problema de la interrupción inesperada y sin aviso de la corriente eléctrica está solucionado en los apartados 3 y 5.

A veces se forman vórtices en la admisión de agua por las bombas. Estos vórtices pueden introducir en la tubería grandes cantidades de aire, que hay que evacuar cuanto antes.

12. Automatización del sistema

Actualmente se está empleando la informática para automatizar válvulas y mandarlas a distancia por electricidad, radio, o microondas. En los casos presentados todo es automático; generalmente se puede ampliar el automatismo para mando a distancia.

13. Conclusiones

Se presentan los cuatro casos típicos de impulsiones largas resueltas con válvulas especiales automáticas para eliminar el golpe de ariete.

No se necesita la instalación de calderines ni de chimeneas de equilibrio. Se presentan otros tres casos especiales de impulsiones con recomendaciones para su optimización.

Cabe advertir que algunos bombeos aminoran el golpe de ariete acoplado al sistema un variador. En este caso se puede obviar la necesidad de colocar una válvula optimizadora. Estas soluciones no las tratamos aquí porque forman parte de la técnica de bombeos.

14. Bibliografía

- [1] *Optimización de impulsiones largas o con altas presiones*, por M. Mateos, Cimbra, marzo 1985.
- [2] *Sobre Discrepancias en el cálculo del golpe de ariete*, por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, junio 1988.
- [3] *Optimización de re-impulsiones largas o con altas presiones*, por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, julio 1986.
- [4] *Sobre Un estudio de las oscilaciones en las cámaras de aire*, por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, febrero 1986.
- [5] *Sobre Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo*, por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, enero 1983.
- [6] *Sobre De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones*, por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, enero 1980.
- [7] *Optimización de anti-impulsiones*, por M. Mateos, Cimbra, junio 1986.
- [8] *Adiós golpe de ariete*, por M. Mateos, Cimbra, junio 1982.
- [9] Réplica a los comentarios de E. Mendiluce sobre *Adiós golpe de ariete*, por M. Mateos, Cimbra, diciembre 1982.
- [10] *La interrupción repentina en el suministro de energía eléctrica en las electrobombas y su solución*, por M. Mateos, Tecnología del Agua, abril 1986.
- [11] *Impulsiones largas - Valvulería de seguridad normal y para un corte brusco del fluido eléctrico*, por M. Mateos, Tecnología del Agua, abril 1988.
- [12] *Valvulería para estaciones de bombeo de impulsiones largas*, por M. Mateos, Revista de Bombas y Compresores, noviembre 1985.
- [13] Libro: *Válvulas de Retención*, por M. Mateos, 1995.
- [14] Libro: *Conducciones*, por M. Mateos, 1997.
- [15] Libro: *Válvulas para Abastecimientos de Aguas*, por M. Mateos, 1990.
- [16] Libro: *Válvulas Reductororas de Presión*, por M. Mateos, 2000.

Válvulas de final de línea: las del tipo “manga” o “pico de espátula”

Por: **Manuel Mateos de Vicente**, presidente de Válvulas Automáticas Ross

Válvulas Automáticas Ross, S.A.

Apartado 31031

28080 Madrid

Tel.: 914 900 560

Fax: 914 900 562

Web: www.valvulasross.com

1. Introducción

Hasta época reciente las válvulas que se colocaban al final de una conducción que desembocara en un río, mar, lago, alberca o depósito eran del tipo “clapeta”. O sea una especie de portón colgado de unas bisagras. Este aparato también ha evolucionado, sobre todo, en los tres últimos lustros, pasando de fabricarse casi exclusivamente de hierro, acero normal o acero inoxidable a emplear algunos de los muchos plásticos existentes, conservando el principio de la clapeta.

También han aparecido otras válvulas fabricadas con materiales flexibles, como el caucho o el neopreno, con formas muy distintas de las de clapeta. Estas válvulas las denominamos tipo “manga”, o de “pico de espátula” (la espátula es un ave, de la familia de los patos, que se puede hallar en Doñana, cuyo pico es igual al terminal de estas válvulas. También se suelen llamar de “pico de pato”).

2. Utilidad y colocación

Estas válvulas poseen unas características que las hacen irremplazables en ciertos casos, como cuando al agua lleva sólidos de cierto volumen, pues al cerrarse aprisionan los sólidos, impidiendo que el agua

retorne por la conducción. En las de clapeta puede quedar una rama u otro sólido encajado en el cierre y hacer que el agua penetre y retorne por la conducción. Como estas conducciones suelen desaguar zonas urbanas, entonces el agua de la marea alta o de las crecidas de los ríos inundaría las partes bajas de la población, o los sótanos de las casas; esto lo evitan las válvulas anti-retorno o de retención.

La utilidad de la flexibilidad de estas válvulas se ha empezado a reconocer en algunos países, pues aunque su precio excede al de las clapetas tradicionales, su fiabilidad ofrece grandes ventajas económicas ante los supuestos desastres que puedan causar las inundaciones. En cuanto al tamaño, ya se han colocado en España, por ejemplo, alguna de 1.800 mm de diámetro (la mayor del mundo hasta ahora, aunque será sobrepasada por otra de 2.200 mm instalada en otro país).

También se pueden colocar dentro de una conducción, en una carcasa, pero hay que tener en cuenta que al ser flexibles tienen un límite cuando están colocadas dentro de una tubería, pues la antipresión de retorno que soportan no sobrepasa apenas unos metros de columna de



Figura 1. Se fabrican válvulas de varios tamaños. Los pequeños se suelen usar como difusores en emisarios submarinos.



Figura 2. Válvula de gran diámetro con los labios en línea recta.



Figura 3. Válvula instalada con el detalle de los flejes.

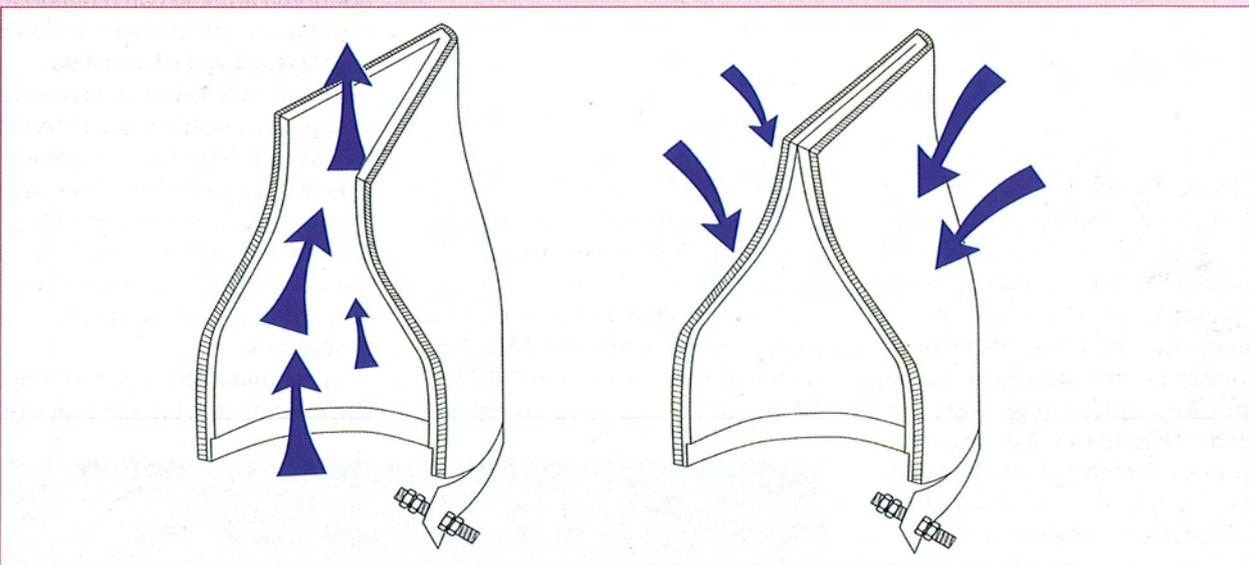


Figura 4. Efecto del flujo y contraflujo en una válvula (al final de una conducción)

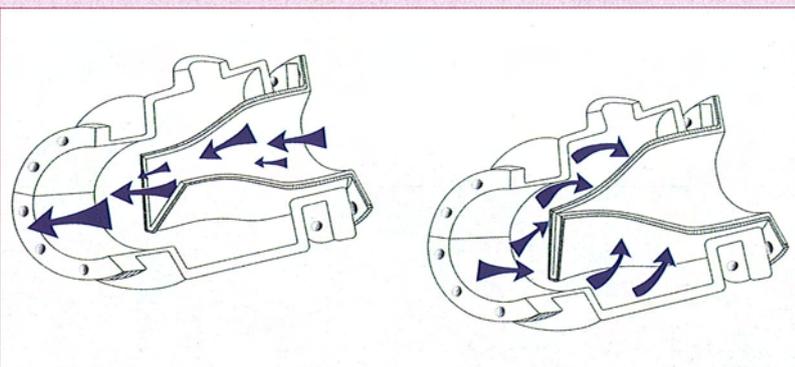


Figura 5. Efecto del flujo y contraflujo en una válvula (en medio de una conducción)

agua. Rebasada esta presión se pueden “revolver” y quedar inutilizadas. La antipresión que pueden soportar depende de la construcción y espesor de los materiales, así como del diámetro de la válvula, por lo que es necesario que el proyectista se cerciore de las presiones de retorno que pudieren tener que soportar.

Las fotografías adjuntas expresan gráficamente los usos y variedades de este tipo nuevo de válvulas de retención.

Auditoría a las normas ISO 9000: su aplicación en las válvulas de conducciones

Por: Manuel Mateos de Vicente, Dr. ICC, ITOP, PhD, MSc. PE, y presidente de Válvulas Automáticas Ross

Válvulas Automáticas Ross, S.A.
Torres Quevedo, 9
Polígono Industrial de Alcobendas
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: 914 900 560
Fax: 914 900 562
Web: www.valvulasross.com

Los grandes cambios que se han producido en estos últimos años, en cuanto a materiales, normas de construcción, ampliación de las dimensiones hasta más y mayores tuberías, mayor exigencia en la calidad del agua y mayores costes de mantenimiento, pueden ha-

ber producido una cierta confusión cuando el profesional del agua se enfrenta a la adquisición de una válvula. Se ha pretendido dar calidad estableciendo las normas ISO, pero conviene que sepamos a qué se refiere en este caso el concepto de calidad.

Me considero ecologista normal, no extremista, pues datan nuestros primeros trabajos de investigación ecológica de 1956 (ver referencias en www.manuelmateos.info, pulsando en Ecología). Lo que me ha llamado la atención de las normas ISO 9000 es que en general todo sigue igual, pero la producción del papeleo ha aumentado varias veces, aunque estamos en la era del ordenador, inventado por Atanasoff en los años 30.

Las especificaciones y el control de calidad

Conviene tener en cuenta que las homologaciones de un fabricante, siguiendo las normas ISO 9000, no tienen que ver con las prestaciones de las válvulas y su calidad. Se están dando casos de exigir productos que cumplan las auditorías, o control de los procesos de la empresa (más bien que control de calidad) de acuerdo con las normas ISO 9000, y

que después no cumplen su cometido, se rompen, o, si son válvulas, no funcionan adecuadamente (referencia: "Errores y fallos en instalaciones de válvulas reductoras de presión", por M. Mateos, Editorial Bellisco).

Insistimos en que las normas ISO 9000 son, más bien, de auditoría, de una forma secuencial de trabajar u organizarse, y no analizan la bondad del producto, no analizan la calidad de las válvulas, no analizan si sus prestaciones son buenas, o si sirven para lo que han sido diseñadas, o si las curvas características de los fabricantes son reales. Hemos trabajado durante muchos años en laboratorios de ensayo y control de calidad, tanto en España como en otros países. Empecé desde 1962 como miembro de la conocida ASTM (American Society for Testing and Materials) y de dos de sus comités de preparación de normas, labor que hacemos por prestación gratuita.

Una fase del control verdadero de calidad es el análisis de las prestaciones del producto, y si no se hace no se puede hablar de calidad porque puede confundir.

Nuestra profesión nos llevó a trabajar en los primeros laboratorios de control de obra que se establecieron en 1954 cuando se construyeron las bases compartidas con los Estados Unidos. Desde entonces he estado afecto a varios laboratorios habiendo trabajado en varios países y como empresario en España controlando obras.

Las normas ISO 9000 son buenas, en tanto en cuanto ayudan al fabricante a que sus procesos, buenos o malos, se sigan al pie de la letra. Muchos fabricantes realizan su labor de control de calidad aun muchos años antes de que se establecieran las normas ISO actuales. En la casa Ross, que data del año 1879 por tomar un ejemplo, se han ensayado siempre todas las válvulas, aun

cuando todavía no existieran las ISO 9000.

Dejemos que sean otros quienes opinen e informen al consumidor de lo que son las normas ISO. El párrafo que sigue está tomado de la Revista OCU – Compra Maestra, número 219, noviembre 1998, página 44. Y dice:

“¿Qué significan las certificaciones ISO?”

Calidad del proceso de fabricación, no del producto.

La ‘calidad’ como Argumento Publicitario.

Es decir, estas técnicas o sistemas de calidad no aseguran que el producto final sea de buena calidad, tal como lo entienden los consumidores: que esté hecho con buenas materias primas. Simplemente aseguran que el producto será siempre igual, según unas determinadas especificaciones diseñadas por el propio fabricante. Para un fabricante de piñatas, por ejemplo, querrá decir que sus piñatas se hacen siempre de la misma manera, que contienen siempre el mismo número de caramelos y de serpentinillas, que se fabrican siempre con el mismo tipo de papel o cartón, pero no que los caramelos, las serpentinillas o la piñata entera sean de buena calidad.

En resumen, son normas (las ISO 9000) que se refieren a la calidad del proceso de fabricación, no a la calidad del producto. Los consumidores deberíamos tener claros estos conceptos, para no dejarnos engañar por el mal uso que algunos fabricantes suelen hacer de la palabra calidad en la publicidad de sus productos”.

La calidad de las válvulas se suele comprobar por organismos acreditados para ello, que las ensayan, bien en fábrica, en almacén o en obra, para comprobar su buen funcionamiento y prestaciones. Algunas de estas compañías son Factory Mutual, Lloyds o Bureau Veritas. Suelen analizar las válvulas en sí, ya fabricadas, bien todas o una cierta proporción estadística de las mismas, lo que sí que garantiza la calidad del producto y de sus prestaciones en obra.



Esta válvula ha sido fabricada de acuerdo con procedimientos que se han ido mejorando a lo largo de más de un siglo. Sin embargo, y a pesar de que las normas ISO 9000 no iban a significar una mejor calidad del producto, los procesos han tenido que adherirse a tales normas para tener el certificado pertinente y cumplir con la exigencia piramidal (¿legal o ilegal?) que exigen algunos organismos.

Hemos creído necesario este comentario pues hay fabricantes con productos finales de poca calidad para las prestaciones deseadas, pero que son aceptadas por la dirección de obra y compradas por los contratistas por haber pasado los requisitos de auditoría de las normas ISO, que, repetimos, no son normas de calidad aunque se las quiera presentar así. Además pueden ser unas normas cuestionables -tal vez legalmente- por su organización piramidal y exigir a todos los que están debajo de un comprador a seguirlas. Su excesivo coste, y pérdida de tiempo, puede eliminar, arruinar, a muchas pequeñas empresas que no pueden afrontar los cuantiosos gastos de establecimiento y mantenimiento de las mencionadas normas.

Nuestros 40 años de trabajo desinteresado para la ASTM, en la preparación de las especificaciones que todos usamos, nos hace pensar que tal vez las normas ISO sean cuestionables legalmente, dada su exigencia piramidal (Las organizaciones con esta exigencia están prohibidas en España). Además con la exigencia piramidal, si se sigue hasta el final, terminaremos por tener que presentar hasta la norma ISO de la esposa que prepara la comida del marido que trabaja en una fundición. O que el que invite en su casa a un amigo tenga que presentar las normas ISO del tomate, del gas y hasta del constructor de la vivienda. Cuando esto llegue, que tiene que llegar por lo pi-

ramidal de las ISO, habremos eliminado todos los bosques de la Tierra por la cantidad de papeleo que comporta el aprobar las normas ISO 9000 y seguir aplicándolas.

Como amante de la ecología he de mencionar que aunque las normas ISO podrían eliminar papeleo, en la práctica nos dicen que hacen que aumente el gasto de papel, producto que procede de la madera, aparte de ocupar gran parte del tiempo, llenando impresos y preparando informes, desde los técnicos hasta capataces. Es decir que a más ISO menos bosques. Tenemos que cuidar nuestra madre Tierra que es la que nos soporta y tratar de que el ser humano no sea el ‘geocancer’ (referencia: “El agua en el Siglo XXI”, por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, abril 1998).

Conclusión

Las normas ISO que inicialmente se establecieron para controlar productos de gran responsabilidad, como pueden ser los aviones de línea, han pasado a ser requeridas rutinariamente para muchos productos corrientes, como las válvulas, sin que haya habido un consenso entre los fabricantes y las grandes empresas de gestión del agua, o sea, que se han puesto en marcha sin cuestionarlo por todos los afectados.

Antes de llevar a cabo la adquisición de una válvula conviene asegurarse de que sus prestaciones corresponden a lo que se requiere en la conducción. Y, repetimos, no comprarlas basándose sólo en el coste de adquisición, sin tener en cuenta el futuro coste del mantenimiento.

Tampoco las normas ISO son la garantía total en sí mismas, ya que son simples auditorías de empresas y no lo son de control del producto final. Es imprescindible tener en cuenta el funcionamiento de válvulas ampliamente experimentadas.

En resumen, se debe confiar en fabricantes con amplia experiencia y se debe de cuestionar la norma ISO y hacer un seguimiento de su valía en lo que se refiere a control de calidad del producto.

Las válvulas automáticas de control y los apagones

Por: **Manuel Mateos de Vicente**, presidente de Válvulas Automáticas Ross

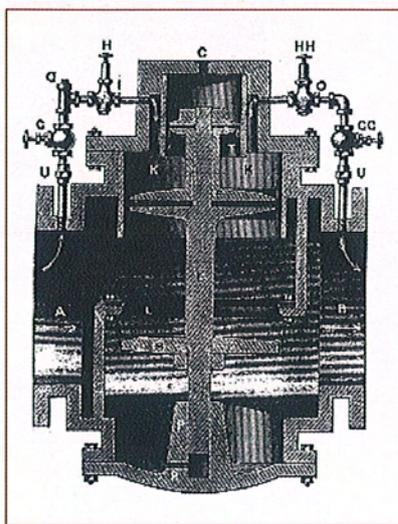
Válvulas Automáticas Ross, S.A.
 Polígono Industrial de Alcobendas
 C/ Torres Quevedo, 9
 28108 Alcobendas (Madrid)
 Tel.: 914 900 560 - Fax: 914 900 562
 Web: www.valvulasross.es

Los apagones ocurren con poca frecuencia en nuestra sociedad moderna, por ello sus efectos son más desastrosos. Como casi todos los equipos están conectados a la red eléctrica, consecuentemente se produce una paralización de prácticamente todas las actividades y servicios, muy especialmente de aquéllos que no tienen prevista o no es posible disponer de otra fuente energética alternativa. En el campo de los proyectos de abastecimientos y saneamientos de agua, y más concretamente en el caso de las válvulas automáticas de control, éstas no deben estar afectadas por los apagones.

Todos recordamos que el pasado mes de diciembre de 2005 los vecinos de las Islas Canarias estuvieron sin electricidad durante varios días. También aquel verano de 2003, cuando hubo un apagón en la isla de Mallorca de los más importantes que han ocurrido en España. Y cómo no, el enorme apagón del este de los Estados Unidos y de Canadá, que dejó sin electricidad a unos 50 millones de personas hace pocos años y por el cual algunas ciudades estuvieron sin luz durante tres días. Otros grandes apagones en los Estados Unidos ocurrieron en los años 1965, 1977, 1982 y 1996. Está claro, aunque no nos enteremos de ello, que la electricidad falla ("cada español soporta más de dos horas y media de apagones al año", se leía en La Razón del 16 de julio de 2003), aspecto que debe tenerse en cuenta en los proyectos de abastecimientos y saneamientos de aguas.

Efectos de los apagones

Uno de los efectos que conlleva un apagón o la pérdida de electrici-



La primera válvula reductora de presión se patentó en 1879 a nombre de G. Ross.

dad es que muchas ciudades y pueblos, además de sin luz, se quedan sin agua. Así ocurrió, por ejemplo, en el gran apagón de Italia a finales de septiembre del año 2003, pero no en el gran apagón de Nueva York. En este caso, a pesar de paralizarse todo en la ciudad (que se quedó sin luz, sin ascensores, sin metro, sin



Instalación de una válvula reductora.

semáforos para regular el poco tráfico que había o sin tiendas para comprar lo imprescindible), no se quedaron sin agua pues existen más de 1.000 válvulas automáticas Ross que funcionan sin energía, casi todas a decenas de metros bajo calles como la 42 o la Quinta Avenida, distribuyendo el agua recogida en los montes Catshill.

¿Qué hubiera ocurrido si se hubieran quedado sin agua, sin beber, con olores insostenibles? La respuesta puede ser, simplificando mucho, y sin cargar demasiado las tintas, un problema sanitario enorme que hubiera inducido enfermedades con sus correspondientes defunciones y también probablemente pánico en la población atrapada. Casi nada.

Las válvulas automáticas

La primera válvula automática fue creada por George Ross en el año 1879 y no necesitaba electricidad pues por aquellos años ésta no existía. Desde entonces la casa Ross se ha dado cuenta de que una válvula hay que fabricarla para que funcione independientemente de todas las soluciones energéticas exteriores actuales, es decir, para que funcione siempre (aunque admitan la electricidad para aquellos proyectistas que lo deseen). Su idea ha sido copiada por otros fabricantes que han ido surgiendo a lo largo de los años, aunque todavía nos preciamos de tener la válvula más robusta y, de acuerdo con nuestra información, la que menos problemas ocasiona a las cuadrillas de mantenimiento (lo que se dice en España: "lo que cuesta responder", o sea que "lo barato es caro").

Fallos en válvulas para conducciones

Por: **Manuel Mateos de Vicente**, presidente de Válvulas Automáticas Ross, S.A.

Válvulas Automáticas Ross, S.A.
Torres Quevedo, 9
Polígono Industrial de Alcobendas
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: 914 900 560 - Fax: 914 900 562
Web: www.valvulasross.es

Son numerosas las instalaciones que una vez terminadas tienen problemas con las válvulas. Estos elementos suponen una parte mínima en el coste total de las obras. La diferencia entre una válvula adecuada y una no adecuada es insignificante, pero el afán de minimizar costes lleva en demasiadas ocasiones a colocar válvulas de prestaciones o materiales corrientes. Los muy pequeños ahorros en válvu-

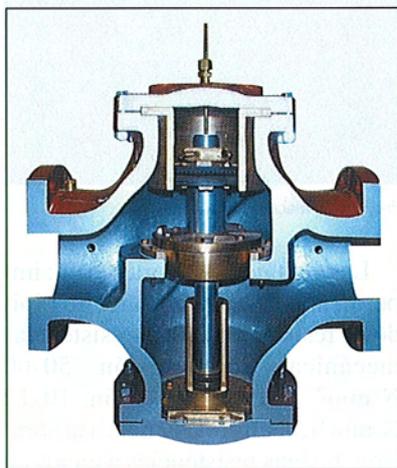
las se traducen en costosas adaptaciones o reemplazos en el mantenimiento. Puede existir cierta confusión con los grandes cambios que han surgido últimamente en cuanto a materiales, normas, construcción de más y mayores tuberías, calidad del agua y gastos de mantenimiento. El autor analiza algunos de estos problemas, que pueden aplicarse a los varios tipos de válvulas.

Hay obras donde, después de haber "enterrado" miles de millones de euros, por el coste de las tuberías y demás trabajos, al ponerlas en funcionamiento se encuentran fallos en las válvulas que hacen que las instalaciones sean inoperantes. El gran papeleo originado por la exigente servidumbre piramidal de las normas ISO sigue sin garantizar la bondad del producto final, en nuestro caso las válvulas, pues las normas ISO no garantizan la calidad de los productos sino la "calidad" de los procesos de fabricación, no de los materiales ni de las prestaciones de las válvulas.

Materiales

Personalmente favorecemos la fundición gris para presiones normales en la valvulería PN 10 y PN 16 (no así en los tubos, que sufren otros procesos distintos de las válvulas), pues tiene las siguientes ventajas:

- No se colapsa.



Interior de una válvula Ross.

- Tiene grandes espesores, con lo cual resiste muy bien a la corrosión al haber más material que se pudiera oxidar, pues la fundición dúctil también se oxida.
- La fundición dúctil se oxida en válvulas tanto o más que la gris (en tuberías es distinto pues van ahora protegidas por dentro, y ya

suelen ir también protegidas exteriormente.

- Sufre poco de cavitación (la mitad que la fundición dúctil).

Si las válvulas están construidas con acero hay que cerciorarse de que son lo suficientemente fuertes, o espesas, para que no se aplasten al crearse un vacío dentro de la conducción, es decir que no implosionen. Para ello deben estar construidas con el espesor suficiente en la chapa, o cuerpo, para que soporte las presiones interiores y exteriores de trabajo. Esto no suele ocurrir en las de fundición gris, que es el material recomendado por nosotros en válvulas, para presiones normales, y es el usado generalmente por Ross, mejorado con la adición de acero durante el proceso de fundición, teniendo al final una especie de fundición acerada. Otra razón expuesta es que la fundición dúctil sufre mucho más de la cavitación que la fundición gris. Todas las



Proyección mecánica vía seca.

10.1. Espesores entre 9 y 50 mm

Para espesores entre 90 y 50 mm, la regeneración se realizará mediante un mortero preparado de un componente y de fraguado normal a base de cemento, áridos de granulometría seleccionada y humo de sílice.

Dicho mortero es proyectable por vía seca con máquina tipo Aliva 246.

Las características técnicas del mortero son: impermeable al agua; alta resistencia a hielo y sales de deshielo; inhibidor de la carbonatación; mínimo riesgo de escamación o exfoliación debido a su bajo módulo de elasticidad (24.000 N/mm²); baja formación de polvo; escaso rechazo (5%); y consumo aproximado 22-24 kg/m² y un espesor de 10 mm.

10.2. Espesores entre 5 y 30 mm

En este caso la proyección se realizará por vía seca mediante máquina Aliva 246, o bien por vía húmeda mediante Putzmeister P-13, Turbosol o similar de un mortero monocomponente de retracción controlada a base de cemento y con microarmadura de fibra de poliamida sintética.

El espesor por pasada será de 2-3 cm en caso de necesitar un mayor espesor se debe armar con una malla electrosoldada con un recubrimiento mínimo de 1,5 cm.

El mortero cuenta con las siguientes propiedades: altas resistencias mecánicas, es muy compacto, permeable al vapor de agua, es tixotrópico y buena adherencia. El consumo aproximado para un espesor de 2 cm es de 36 kg/m².

10.3. Espesores menores de 5 mm

En estos casos el revestimiento de las superficies se realizará mediante la aplicación de dos capas de masas para espátular de dos componentes a base de cemento, resinas sintéticas y humo de sílice reforzado con fibras de poliamida.

La aplicación se puede realizar por proyección por vía húmeda con máquina tipo Putzmeister S 85, con un consumo de 2 kg/m² y mm de espesor.

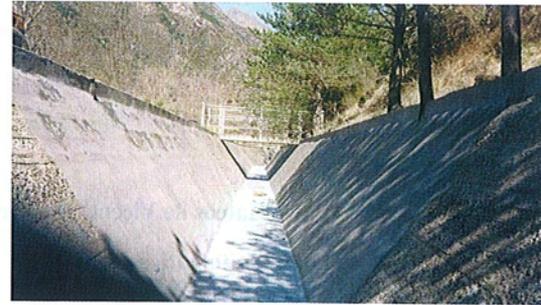


Proyección mecánica vía húmeda.

Las ventajas del mortero son: impermeable al agua, desarrollo rápido de resistencias, altas resistencias mecánicas (compresión 50-60 N/mm² y flexo tracción 10-12 N/mm²), buena resistencia a la abrasión, buenas resistencias a ciclos de hielo-deshielo, y adherencia al hormigón (2-2,5 N/mm²).

El revestimiento impermeable de las superficies se realizará mediante morteros que dependiendo de la fisurabilidad del soporte se podrán armar con fibra de vidrio con tratamiento antialcalino.

Dicho revestimiento se tratará mediante mortero de dos componentes a base de cemento y resinas sintéticas.



El sistema de proyección mecánica es apto para uso en contacto con agua potable.

11. Tratamiento elástico de las juntas en los canales

Conocida la función principal de una junta, es necesario valorar con la mayor exactitud posible las sollicitaciones previstas.

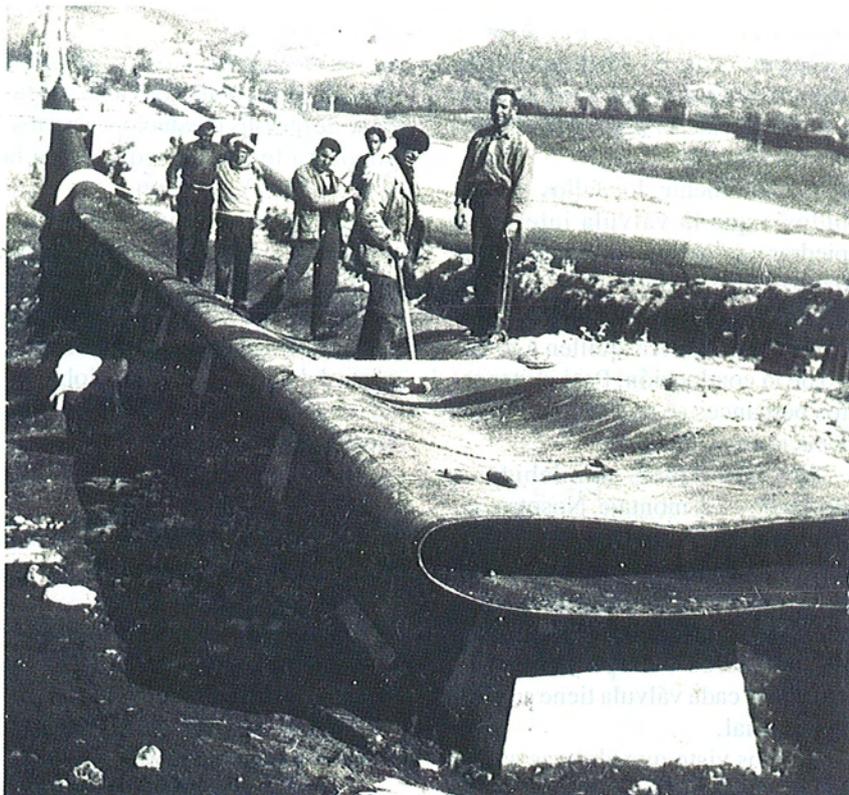
En función de las sollicitaciones el tratamiento elástico se realizará utilizando un sistema de sellado para juntas irregulares o con grandes movimientos estando constituido por resina epoxi o lámina de polietileno clorosulfonado con un alargamiento a rotura >400%.

El adhesivo de resina epoxi garantiza la buena adherencia a la lámina y el perfecto anclaje al soporte, mientras que la lámina permite el libre movimiento de la junta en todas las direcciones y además la hace impermeable.

Esta solución es la más eficaz, ya que no tiene las limitaciones derivadas del factor de junta. Además, permite la realización de las juntas entre elementos situados en el mismo plano o en planos diferentes, permitiendo el movimiento en cualquiera de las direcciones.

12. Conclusión

En su conjunto, el sistema de proyección mecánica en paramentos y tratamientos elásticos de las juntas en los canales posee las siguientes ventajas: buena resistencia química, resistente a los rayos UV e intemperie, buen comportamiento a bajas temperaturas, al cabo de 2-3 días puede ser sometido a las sollicitaciones prevista y, muy importante, es apto para uso en contacto con agua potable.



El aplastamiento de esta tubería de gran diámetro fue debido a que al vaciarla se creó algo de vacío por no haber colocado ventosas en la conducción.

válvulas pueden sufrir cavitación cuando se crea un régimen turbulento por cambios en la trayectoria de las moléculas de agua.

Hemos visto que algunos fabricantes recurren a la calderería para construir sus válvulas. Ya sabemos que, por ejemplo, una válvula reductora hecha con trozos de tubos puede ser más barata que una de fundición, pero sus prestaciones no tienen por qué ser las mismas. Y siempre queremos una reductora que funcione las 24 horas del día todos los días del año.

Para presiones de hasta 25 bares pueden ser de fundición gris, aunque se suele recurrir a la fundición dúctil hasta 40 bares, y a la fundición de acero a partir de 25 bares y siempre para más de 40 bares.

Consideraciones sobre válvulas o aparatos complementarios de la instalación

Se deben colocar coladores (a veces mal llamados filtros) antes de

ciertas válvulas para impedir que la materia sólida que a veces queda en la tubería, al construirse la conducción o al reparar roturas, pase por la válvula y se quede encajada en ella. Algunos coladores con malla (rallo o tamiz) muy fina producen grandes pérdidas de presión para caudales diurnos, que pueden reducir la presión de salida de la válvula que protegen. Si durante el día llega el agua con la presión debida al consumidor, puede ocurrir que para los pequeños caudales de consumo nocturno la presión deseada tal vez no se mantenga (debido a haber menos pérdida de presión al paso por el colador), siendo superior a ella, lo que puede causar roturas de las tuberías. Por ello siempre analizamos el paso de la malla en función de su posible pérdida de carga excesiva.

Abundando en el tema, a veces un colador muy fino hace que durante el día, en las horas de mayor consumo, actúe como una válvula reductora, por estrechar mucho el

paso normal del agua. La regulación aparente durante el día era debida a la malla muy fina del colador, y en algún caso causaba roturas en las horas del conticinio.

En otros casos no se ha podido regular el funcionamiento de las válvulas debido a la acumulación de aire dentro de la tubería y a la falta de ventosas adecuadas.

Si se colocan válvulas de apertura y cierre del tipo mariposa hay que cerciorarse de que sería posible abrirlas, pues si se colocan pegadas a la válvula automática la válvula de mariposa no se puede abrir.

La naturaleza y características del agua

Las aguas calcáreas pueden dar lugar a que se formen incrustaciones calcáreas internas, impidiendo el normal funcionamiento de los mecanismos de las válvulas. Las aguas turbias pueden dar lugar a que se deposite arcilla dentro de las cámaras de las válvulas, y que llegue a endurecerse la arcilla.

Ciertos productos químicos pueden estropear o deteriorar las partes internas de las válvulas. Por ejemplo el cloro puede destruir ciertos elastómeros o acelerar la corrosión de las partes metálicas.

Las válvulas con piloto están pensadas para funcionar con agua limpia, sin sólidos en suspensión. En el caso de existir sólidos hay que recurrir a otras soluciones.

Las válvulas de control están generalmente funcionando en ambientes muy húmedos o en lugares inundables. Por lo tanto hay que huir de operar con instalaciones eléctricas. Hemos sabido de válvulas que han quedado inservibles por inundarse las cámaras y quedar anulado todo el sistema eléctrico, con las consiguientes pérdidas materiales por inundaciones. Por eso casi todas las válvulas suministradas por la casa Ross son para actuación automática, tomando la energía del agua que hay dentro de la tubería, no de actuación eléctrica.

La instalación incorrecta de las válvulas durante el montaje en obra

Debido a la falta de conocimientos, o al hecho de no leer las instrucciones, a veces han cubierto en obra la parte baja de la válvula con hormigón, en la creencia de que así quedaba más sujeta. Se deben respetar los gálibos facilitados por el fabricante, pues de lo contrario puede ser imposible realizar el mantenimiento sin romper parte de la arqueta.

En algunos casos, las cámaras o arquetas donde van instaladas las válvulas son tan pequeñas que impiden llevar a cabo la conservación. Es muy difícil desmontar para su limpieza una válvula teniendo que trabajar colgado por los pies como nos ha ocurrido en alguna ocasión.

El mantenimiento

Es necesario tener muy presente que las válvulas de control están, algunas, regulando el caudal 24 horas al día, 365 días al año. Si se hiciera

manualmente se necesitarían unas siete personas, en corretornos, teniendo en cuenta que tiene que haber alguien las 24 horas del día y todos los días.

Generalmente, los fallos son debidos a que la válvula intercepta piedras u otros objetos, que han quedado en la tubería al instalarla o en alguna reparación posterior, y que causan que se encasquillen a lo largo de la conducción. Para evitar estos percances se recomienda la colocación de coladores.

Muchos errores son debidos a descuido en el montaje. Nosotros tenemos la "partida de nacimiento" de cada válvula importante, que nos indica todas las características internas y externas, diámetros, tamaño de los cueros o empaquetaduras, etc., pues cada válvula tiene su diseño especial.

Hemos visto que algunas válvulas de control funcionaban como por impulsos para ciertos caudales, generalmente en unas válvulas de diafragma de diseño especial.

Conclusiones

Antes de llevar a cabo la adquisición de una válvula conviene asegurarse de que sus prestaciones corresponden a lo que se requiere en la conducción. Y, repetimos, no comprarlas basándose en el coste de adquisición, sino en el coste del mantenimiento. Tampoco hay que fiarse de las normas ISO que son simples auditorías de empresas y no son de control del producto final. Sobre todo, confiar en las válvulas ampliamente experimentadas.

En resumen:

- Hay válvulas muy fiables.
- Hay que estar seguro de colocar la válvula de acuerdo con las prestaciones esperadas.
- No hay que basar la compra en la economía, sino en los posibles gastos en el mantenimiento.
- Hay que confiar en fabricantes con amplia experiencia.
- Se debe cuestionar la norma ISO 9000, por su exigencia piramidal, en lo que se refiere a control real de calidad del producto final.