

**El Alcalde**

**ARTE Y CEMENTO**

**INDUEQUIPO**

EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS  
**MUNICIPALES**

Revista de Urbanismo y Medio Ambiente

**RIEGOS**  
y drenajes XXI

**a Aeas**

**potencia**

EQUIPAMIENTO Y PROCESOS

**ENTORNO XXI**

Revista de Bombas y Compresores





# ÍNDICE

**1 – LAS VENTOSAS Y SU CLASIFICACIÓN.**

Publicado en la Revista Induequipo. Marzo – Abril de 1989.

**2 – VÁLVULAS PARA EMISARIOS SUBMARINOS.**

Publicado en la Revista Induequipo. Marzo – Abril de 1987.

**3 – VÁLVULAS AUTOMÁTICAS PARA ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS DE AGUA.**

Publicado en la Revista Induequipo. Marzo – Abril de 1988.

**4 – SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL LLENADO DE DEPÓSITOS.**

Publicado en la Revista Induequipo.

**5 – LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA Y LAS PERDIDAS EN LOS DEPÓSITOS.**

Publicado en la Revista El Alcalde. Enero de 1986.

**6 – HACIA UNA ELIMINACIÓN DE LAS INUNDACIONES.**

Publicado en la Revista El Alcalde. Mayo de 1986.

**7 – ADQUISICIÓN DIRECTA DE VÁLVULAS PARA ABASTECIMIENTOS DE AGUA.**

Publicado en la Revista El Alcalde. Septiembre de 1987.

**8 – VALVULERÍA PARA RE-IMPULSIONES.**

Publicado en la Revista El Alcalde. Febrero de 1991.

**9 – VÁLVULAS DE RETENCIÓN PARA EVITAR INUNDACIONES POR AGUAS PROCEDENTES DEL ALCANTARILLADO.**

Publicado en la Revista El Alcalde. Junio – Julio de 1991.

**10 – VENTOSAS PARA AGUAS RESIDUALES.**

Publicado en la Revista Equipamiento y Servicios Municipales. Noviembre – Diciembre de 1985.

**11 – VÁLVULAS PARA HIDRÁULICA (AGUAS) Y SU AUTOMATIZACIÓN.**

Publicado en la Revista Equipamiento y Servicios Municipales. Noviembre – Diciembre de 1985.

**12 – VÁLVULAS PARA EL LLENADO DE DEPÓSITOS.**

Publicado en la Revista Riegos y Drenajes. 1994.

**13 – ELIMINACIÓN DE LA DEPENDENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR INUNDACIONES.**

Publicado en la Revista de Equipamiento y Procesos. 1988.

**14 – CAPTADORES DE AIRE EN CONDUCCIONES DE FLUIDOS.**

Publicado en la Revista Entorno XXI. 1992.

**15 – LA RECARGA DE ACUIFEROS Y LAS PRACTICAS DE CONSERVACIÓN DEL AGUA Y DEL SUELO.**

Publicado en la Revista AEAS 1992. Mayo de 1992.

**16 – SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS DE FLOTADOR PARA EL LLENADO DE DEPÓSITOS.**

Publicado en la Revista Arte y Cemento. Abril de 1987.

**17 – COLOCACIÓN DE TUBOS SIN ABRIR ZANJAS.**

Publicado en la Revista Potencia. Noviembre de 1972.

**18 – VENTOSAS PARA BOMBEO DE POZOS PROFUNDOS.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Marzo de 1987.

**19 – VALVULERÍA PARA ESTACIONES DE BOMBEO DE IMPULSIONES LARGAS.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Noviembre de 1987.

**20 – HIDROPULSACIONES.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Octubre de 1987.

**21 – VÁLVULAS MANTENEDORAS DE PRESIÓN.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Abril de 1990.

**22 – USOS DE LAS VALVULAS DE RETENCIÓN.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Marzo de 1989.

**23 – ERRORES EN VALVULAS DE RETENCIÓN.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Abril de 1989.

**24 – CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE RETENCIÓN.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Noviembre de 1989.

**25 – VÁLVULAS PARA LLENADO DE DEPÓSITOS.**

Publicado en la Revista de Bombas y Compresores. Diciembre de 1994.

**26 – SOBREPRESIONES DE RESONANCIA EN TUBERÍAS POR FALTA DE VENTOSAS O POR VENTOSAS QUE NO FUNCIONAN.**

Publicado en la Revista La Voz del Colegiado. Abril de 1985.





# Las Ventosas y su Clasificación

Por Manuel Mateos

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.  
Master of Science (Iowa St. University)  
Director Técnico, Válvulas Automáticas Ross

Las ventosas se vienen utilizando desde hace muchos años. Hasta muy recientemente el término ventosa se aplicaba a todos los diferentes tipos. Al no existir una clasificación era difícil entenderse. Por ello he ido tratando de clasificarlas, cotejando términos y discutiéndolos con otros técnicos. Creo que ya se puede comprometer una clasificación total de estos tipos de mecanismos.

Cuando empecé a analizar problemas de roturas de algunas conducciones de agua, comprobé que en la mayoría de los casos no se habían colocado ventosas, o se colocaban las que no eran adecuadas. En parte la culpa era la carencia de una clasificación, que hiciera ver claramente al ingeniero los distintos tipos, y por lo tanto la complejidad de la selección de las ventosas.

## Clasificación

Por la función de las ventosas 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.*

Las monofuncionales pueden ser:

*De admisión, o inyectores;*  
*De expulsión.*

A su vez las monofuncionales de expulsión las clasifico en las siguientes:

*Expulsores para sifones puros;*  
*Expulsores para emisarios submarinos;*  
*Purgadores para conducciones bajo presión;*  
*De pozo profundo.*

Dependiendo de la presión de trabajo para:

*Muy baja presión (hasta 1 atm);*  
*Baja presión (de 1 atm a 6 atm);*  
*Media presión (de 6 atm a 16 atm);*  
*Alta presión (de 16 atm a 25 atm);*  
*Muy alta presión (de 25 atm a 40 atm);*  
*Hiper presión (más de 40 atm).*

Las de altas presiones no se encuentran generalmente en el mercado, ya que suelen fabricarse de aceros espe-

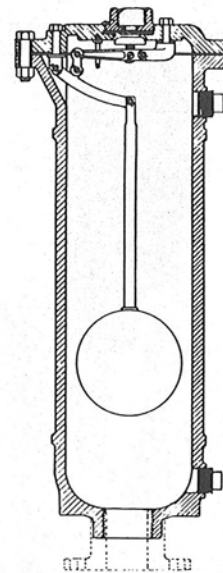


Figura 1. Purgador especial para aguas sucias. Elimina aire de la tubería en carga (bajo presión).

ciales o de otros metales. Se pueden fabricar hasta de 100 atmósferas.

Dependiendo de la clase de agua que circule dentro de la tubería en:

*Para aguas limpias;*  
*Para aguas sucias con materia sólida arrastrada o flotante;*  
*Para aguas sucias con materia en suspensión;*  
*Para aguas salobres o yesosas.*

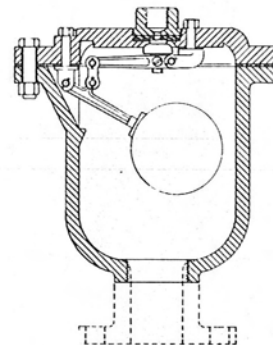


Figura 2. Purgador especial para aguas limpias. Construido bajo el mismo concepto que el de la figura 1.

## 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.

## Ventosas monofuncionales

Las de admisión simplemente inyectan aire dentro de la tubería cuando tiende a formarse un vacío.

Las de expulsión para sifones puros se colocan para que no se produzca el descebamiento.

Las de expulsión para emisarios submarinos de aguas sucias son de un diseño especial, que estamos actualmente analizando en condiciones extremas, dentro del mar.

Los purgadores para aguas limpias constan de un agujero pequeño, de uno o varios milímetros, y realizan la labor única y especial de expulsar el aire que se desprende bajo presión.

Los purgadores para aguas sucias se basan en el mismo principio que los anteriores, pero sus partes internas son completamente distintas. También expulsan los gases que se originan dentro de las conducciones de agua sucias.

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, véase figura 2, el cuerpo es completamente distinto.

Las de pozo profundo se usan en bombes para eliminar al principio el aire que pueda estar acumulado a lo largo de la tubería vertical de impulsión.

## 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.*

Estas son las funciones más conocidas de las ventosas. Bifuncionales hay instaladas cientos de miles en conducciones y redes de distribución, algunas de ellas con una eficacia discutible, hasta el punto que algunos profesores recomendaban no colocar nunca ventosas.

## Ventosas trifuncionales

Como en las conducciones de agua se desprenden continuamente gases y aire disuelto, conviene siempre tener en cuenta si es necesario realizar las tres funciones en cada punto donde se piense instalar ventosas. Es

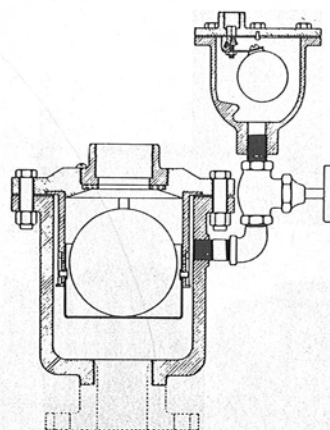


Figura 3.  
Ventosa «trifuncional»  
de doble cuerpo.

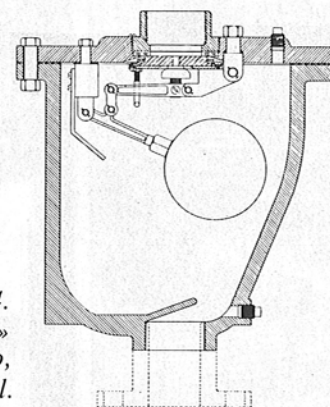


Figura 4.  
Ventosa «trifuncional»  
de un solo cuerpo,  
modelo Universal.

decir que se realice:

*La aireación durante el vaciado;  
Expulsión durante el llenado, y  
Expulsión bajo presión.*

Ello se puede conseguir de dos formas:

- Con una ventosa bifuncional más un purgador (figura 3).
- Con una ventosa que realice las tres funciones en el mismo cuerpo (figura 4).

En este tipo de ventosa trifuncional en un solo cuerpo he llevado a cabo un seguimiento de varios años, habiendo comprobado su fiabilidad. Tiene la ventaja de su tamaño más reducido que cuando se realizan las funciones en dos cuerpos separados.

## Resumen

Como se ve las ventosas son unas válvulas que necesariamente tienen que diferir bastante unas de otras, pues pueden realizar unas funciones muy variadas y trabajar bajo diversas condiciones. Su selección hay que hacerla con detenimiento, analizando todo el perfil longitudinal. En el libro de Mendiluce «El Golpe de Ariete en Impulsiones» (Editorial Bellisco, Apartado 156.133 de Madrid) se han reproducido varios artículos sobre ventosas, su ubicación y diversos tipos. Más información sobre ventosas aparecerá en el libro en preparación «Válvulas para abastecimientos de agua», por M. Mateos (también en Editorial Bellisco).

Para mayor información dirigirse a: **VÁLVULAS AUTOMÁTICAS ROSS** - Apartado 31031 - 28080 MADRID - ☎ (91) 650 09 71.

## Válvulas para emisarios submarinos

Por: Manuel Mateos

Dr. Ingeniero Caminos, C. y P.

Master (I.S. University)

Cátedra Obras Hidráulicas, EUITOP de Madrid

La utilización del mar como "cloaca máxima", es una práctica tan vieja como la existencia del hombre. Mientras la tierra albergaba unos cientos de millones de personas no existía problema alguno de desechos o desperdicios ni en el mar ni en los ríos ni en ciudades. Los problemas de tratamiento de aguas residuales y de vertederos comenzaron a surgir en España hacia los años 50. Hasta entonces las aguas se vertían directamente en los ríos o en el mar dando lugar a la formación de obas en tramos cortos de río o a tener una pequeña área de la costa con suciedad.

En lo que respecta al mar se comenzaron a verter las aguas residuales a cierta distancia de la costa para la cual surgieron los emisarios submarinos.

Las tuberías de estos emisarios se oxidaban rápidamente si eran de hierro o acero, pero los tratamientos anticorrosivos y los plásticos o compósitos (p.e. fibras de vidrio más resina poliéster) solucionaron el problema. En tierra se puede paliar la oxidación con una protección catódica (Referencia Bibliográfica 21). (Ver también la Tabla 1). Hay que seguir pensando en anclar las tuberías o cubrirlas con hormigón para que las corrientes marinas no las desvien, considerar su flotabilidad, la profundidad máxima de la ola, y exigir el tipo adecuado de válvulas.

Para la valvulería lo mejor sería recurrir a los materiales clásicos de los barcos: bronce y latones, aunque se suelen usar también de materiales corrientes recubiertos por poliámidas o resinas epoxi.

Hay válvulas especiales reductoras de presión, mantenedoras de presión, reguladoras y anti-retorno de globo, etc.

### SERIE GALVANICA DE LOS METALES Y ALGUNAS ALEACIONES

ANODO (se corroen)	Magnesio
	Zinc
	Aluminio
	Acero
	Hierro fundido
	Plomo
	Estaño
	Latón
	Cobre
	Bronce
	Plata
(se protegen)	Oro
CATODO	Platino

Tabla I. Si dos metales indicados en la tabla están dentro del agua del mar, se oxida el que está más arriba en la tabla. Por ejemplo entre acero y latón, se oxida el acero.

que están hechas completamente en bronce para pequeños diámetros, incluso sus pilotos. (Referencias bibliográficas 1 a 6).

Respecto a válvulas de retención para emisarios conviene estudiar cada caso en función de los elementos sólidos en el agua, su velocidad, diámetro de la tubería y presiones. Conviene elegir la adecuada y no una válvula anti-retorno sin especificar, pues hemos tenido noticias de fallos importantes en este tipo de válvulas automáticas (Referencias 4 a 8).

Las ventosas son más necesarias en aguas sucias que en aguas limpias según experiencias recogidas por nosotros y por otros técnicos y operarios. Creemos que esto sea debido a la producción de gases por descomposición de la materia orgánica. Las ventosas en emisarios hay que colocarlas aparte de en los puntos altos también en tramos de tubería horizontales y separadas no más de 500 m. Más información sobre ventosas está presentada en la bibliografía que indicamos al final. (Ref. 9 a 13). Las ventosas pueden ser de bronce, o cubiertas de poliamida o epoxi especial. No se deberán mezclar materiales dispares, por ejemplo en una válvula de bronce las partes hechas con acero inoxidable se pueden oxidar, destruir, en menos de un año (la oxidación de metales distintos en un electrolito está mencionada en la Referencia 14). Es decir, que el acero inoxidable es también oxidable en ciertos medios electrolíticos como el agua del mar, o enterrado en suelos con sulfatos (Ver Tabla 1). En cuanto al dimensionamiento de las ventosas depende de cada fabricante. En ventosas fiables, por ejemplo del tipo Universal, se pueden colocar de un diámetro que sea la doceava parte del de la tubería en los puntos que no sean altos, aunque esto depende del tipo del perfil longitudinal. Se pueden colocar también dentro del mar. Al llenarse la tubería, o bajo presión, expulsarán aire o gas, pero al vaciarse dejarán entrar agua del mar en lugar de aire, lo cual no causa ningún problema en emisarios de aguas sucias.

Conviene saber las características del agua antes de decidir qué tipo de valvulería hay que colocar. Si el agua es limpia o contiene partículas diminutas en suspensión su valvulería puede ser la normal en conducciones, pero si tiene sólidos hay que recurrir a válvulas especiales. (Referencias 7 y 8). Por ejemplo en las Figuras 1 y 2 se presenta un tipo de ventosa preparada para aguas limpias (Figura 1) o sucias (Figura 2).

Mención muy especial merecen las impulsiones en emisarios submarinos. Una impulsión bien proyectada y con los mecanismos adecuados puede ser más cara de instalación pero se minimizan las averías, el mantenimiento y a la postre son más económicos.

En las Figuras 3 y 4 se presentan los esquemas con mecanismos en estaciones de bombeo necesarios, por ser normal el tener velocidades en la tubería de 2,5 m/s y longitudes

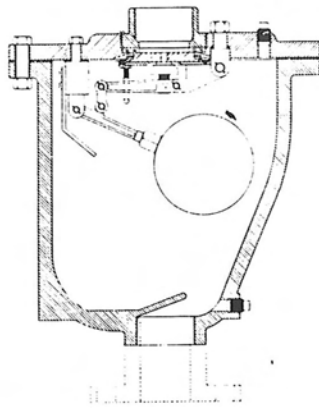


Figura 1. Ventosa "Universal", de alta tecnología, trifuncional, para presiones escalonadas hasta de 100 atmósferas, para aguas limpias. Casa Hy-Con Valve.

largas al ser la práctica en emisarios submarinos que terminen por difusores a una distancia no menor de 1500 m de la costa y a una profundidad de al menos 20 m. A continuación se explica el efecto de cada uno de los mecanismos.

**Ventosa.** Se elegirá de acuerdo con las características de la instalación y del agua. Su finalidad es facilitar la evacuación del aire al iniciarse el bombeo y evitar que se produzca el vacío en la tubería, permitiendo la admisión de aire una vez que se haya detenido el bombeo. Es conveniente que elimine en origen la mayor cantidad posible de aire cuando se está bombeando a presión por lo que recomendamos se instale de un modelo parecido al de las Figuras 1 ó 2.

**Válvula de alivio de descarga.** La inclusión de una válvula de alivio se justifica sobradamente si tenemos en cuenta que desempeña las siguientes funciones:

- a) Protege el tramo de conducción comprendido entre la bomba y la válvula de optimización de las sobre-

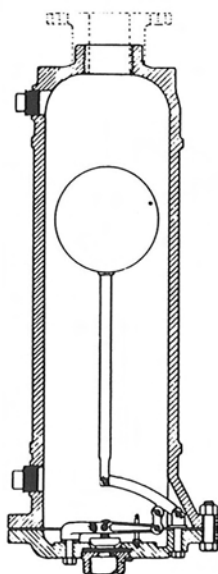


Figura 2. Ventosa "Universal", para aguas sucias, Casa Hy-Con Valve.

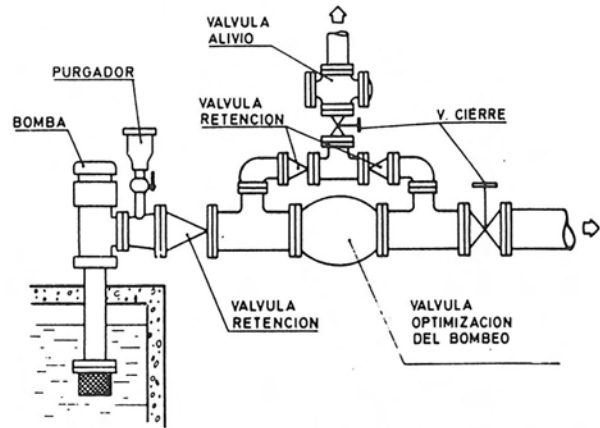


Figura 3. Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo somero o depósito, con válvula optimizadora con cierre de emergencia por fallo en el suministro de energía eléctrica.

presiones que se producen al poner en marcha la estación de bombeo.

- b) Expulsa las primeras aguas bombeadas que suelen contener sólidos indeseables.
- c) Protege 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 se reducen considerablemente los gastos de conservación y mantenimiento de las mismas.
- d) Impide que comience el bombeo efectivo hasta que no se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes de bombas recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad de régimen. Esta práctica es extremadamente perjudicial para las bombas y ya vemos que la instalación de una válvula de alivio se hace completamente necesaria. En la figura 5 se presenta un corte de una de estas válvulas.
- e) Asegura la circulación de un caudal mínimo mientras la bomba esté trabajando. En el caso de bombas sumergidas esta función es primordial pues permite el enfriamiento de los motores.

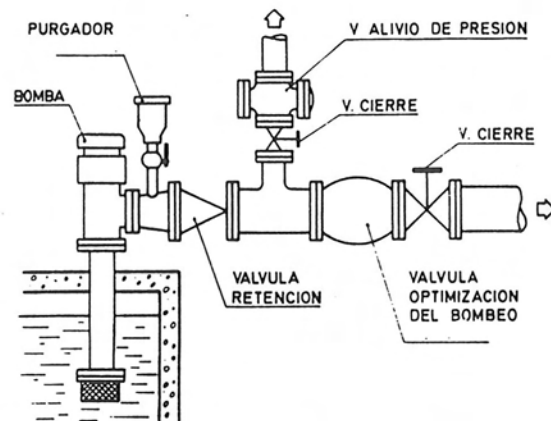


Figura 4. Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo somero o depósito, con válvula optimizadora normal.



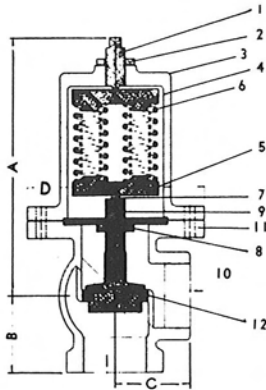


Figura 5. Válvula de alivio especial para aguas sucias. Puede ser construida en bronce. Cortesía de la Casa Ross. Este modelo se fabrica hasta 76 mm, para mayores diámetros se colocan varias, o se recurre a válvulas de alivio mandadas por piloto externo especiales para aguas sucias.

El análisis de los epígrafes anteriores confirma la trascendencia de las válvulas de alivio en estas instalaciones. Algunos tipos de estas válvulas las estamos analizando por simulación en ordenador. (Referencia 22).

**Válvula para Optimización del Bombeo.** Esta válvula es la que incide más directamente sobre el proceso de bombeo. Ha sido analizada por nosotros ampliamente (Ver referencias 15 a 20) y comprobado que introduce las ventajas siguientes:

- Protege contra presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución debido a que su apertura se efectúa gradualmente.
- 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 90 ó 95 por 100, un interruptor detiene la bomba. De esta manera se eliminan las oscilaciones que originarían golpes de ariete.
- 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.
- Esta válvula elimina la formación del vacío durante el ciclo de cerrado del sistema de bombeo.
- 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 de golpes de ariete sobre la impulsión. (Referencia 24). Simultáneamente la válvula de alivio, merced a la conexión en by-pass (Figura 3), elimina las sobrepresiones sobre 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 de cierre paulatino y válvula de retención, que es el caso presentado en el esquema de la Figura 4.
- Se puede instalar un presiómetro que haga parar las bombas cuando haya habido una rotura en el emisario, que se acusa por una bajada de presión.

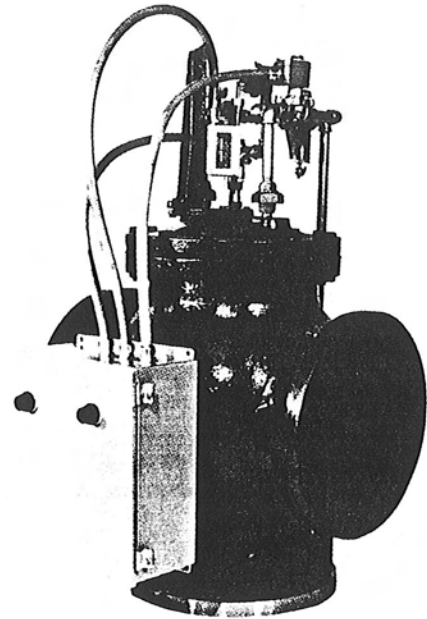


Figura 6. Válvula optimizadora de bombes de tipo pistón. Preparada para cerrarse rápidamente al haber un corte imprevisto del fluido eléctrico. De esta manera se elimina el corte de la vena líquida y se minimizan las sobrepresiones y depresiones del golpe de ariete. Cortesía de la Casa Ross.

Esta válvula optimizadora puede ser de tipo pistón (Figura 6) si no hay materias sólidas, de tipo mariposa (Figura 7) o de tipo cilíndrico-esférico (Figura 8). Esta última puede funcionar con los sólidos que hay normalmente en las aguas sucias, sean trapos, papeles, o plásticos. Todas estas responden al modelo mencionado más arriba, incluso el cierre de emergencia ante un fallo de corriente. Así la secuencia de presiones de un golpe de ariete, que está idealizada en la Figura 9, pasa a ser similar a la representada en la Figura 10.

**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:

- Un fallo en el suministro de energía eléctrica; en este caso, la bomba dejaría 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. Esta válvula de retención es necesaria en el caso de la Figura 4. No así en el de la Figura 3, por llevar un dispositivo para cierre rápido de emergencia cuando hay un fallo de corriente. No obstante la recomendamos en la Figura 3 por tener mayor seguridad.
- Un fallo interno de la bomba; en esta circunstancia la bomba se detendría y la válvula de optimización seguiría abierta por lo que se produciría una situación análoga a la descrita en a).

**Válvula de Cierre.** La función de estas válvulas es aislar los elementos que integran la instalación en el caso que se

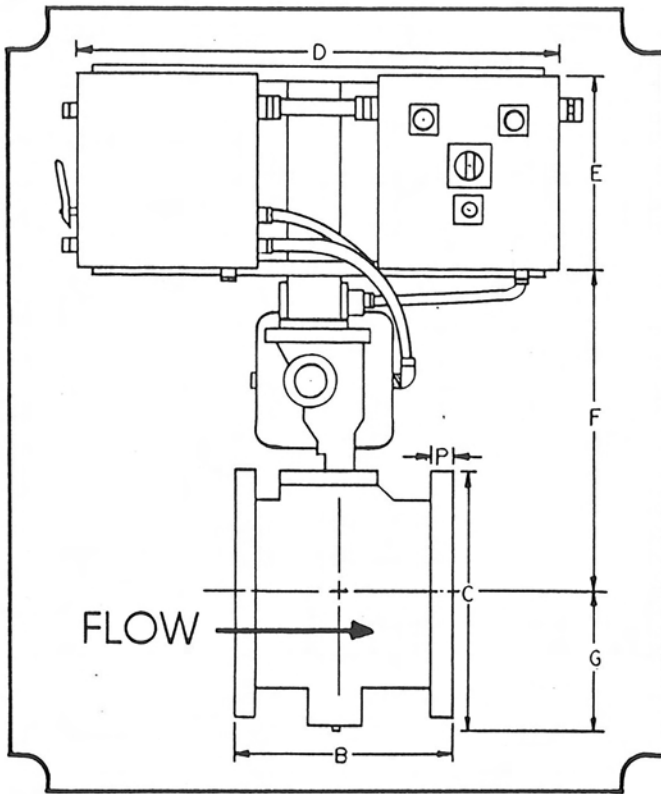


Figura 7. Válvula optimizadora de bombes de tipo mariposa. Con las mismas características que la de la Figura 6. Este tipo -mariposa- no es aconsejable para impulsiones que funcionan continuamente, sino para bombes ocasionales. Cortesía de Hispantec.

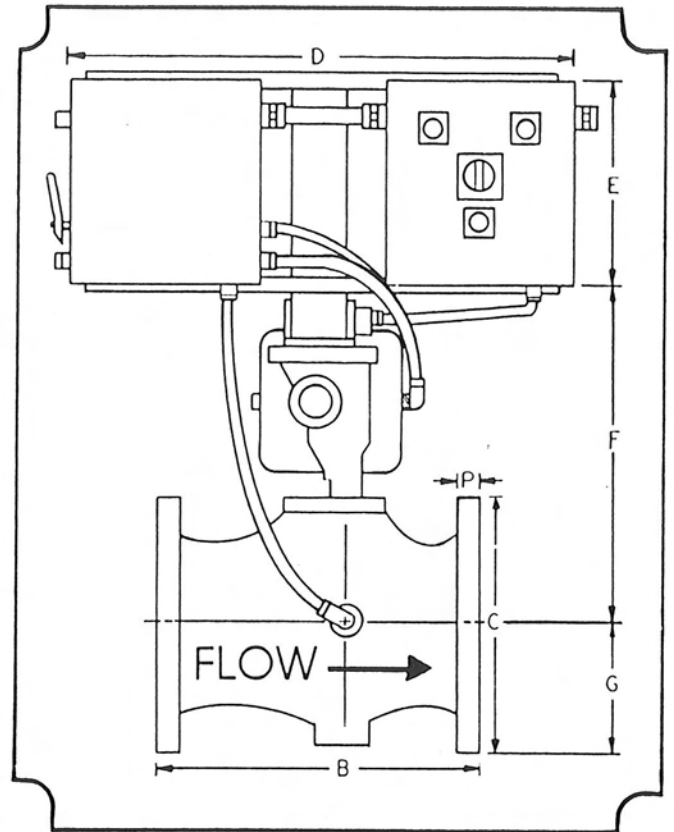


Figura 8. Válvula optimizadora de bombes esférica "plug valve". con las mismas características que la de la Figura 6. Aparte de eliminar las sobrepresiones y depresiones del golpe de ariete bajo cualquier circunstancia, no viene afectado su funcionamiento por la presencia de materias sólidas. Cortesía de Hispantec.

tenga que proceder a la sustitución o revisión de algunos de ellos.

En las figuras 3 y 4, se indica la posición de estas válvulas. En cuanto al tipo recomendamos que las que aíslan la

ventosa y la válvula de alivio sean de bola para pequeños diámetros, y la que aísla la optimizadora sea de mariposa o de compuerta.

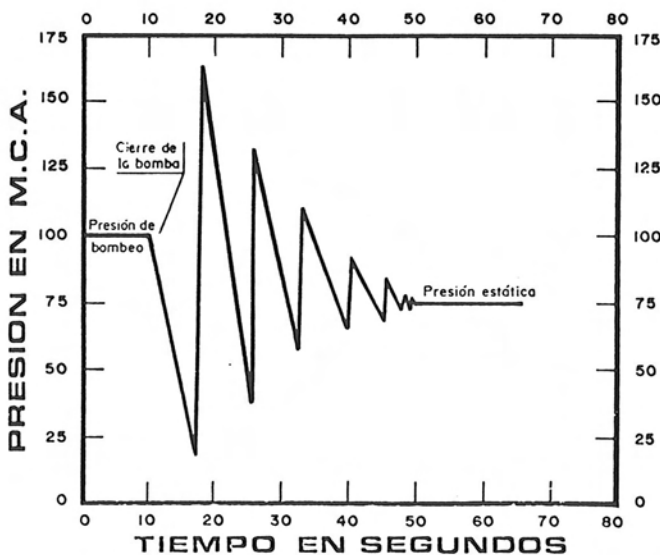


Figura 9. Gráfico de sobrepresiones y depresiones al pararse una bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.

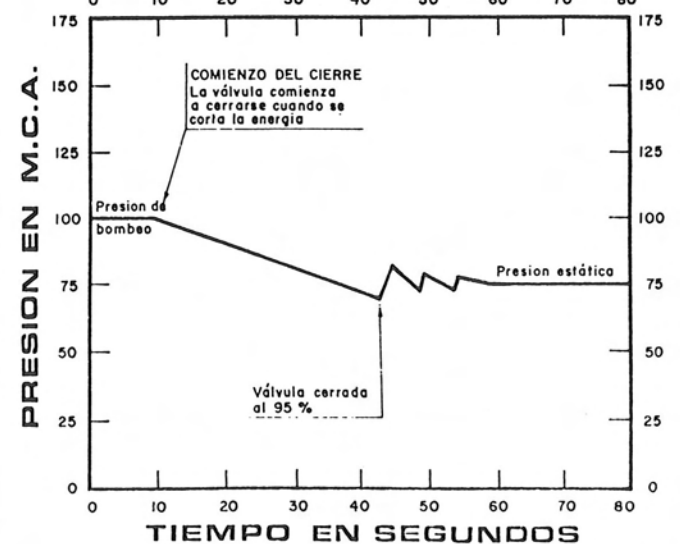


Figura 10. Gráfico teórico de presiones que se obtienen en una estación de bombeo protegida con válvulas optimizadoras análogas a las de las Figuras 6, 7 y 8. Se asume que la instalación estaría protegida con ventosas fiables y válvulas de retención adecuada, así como válvulas secundarias de alivio.

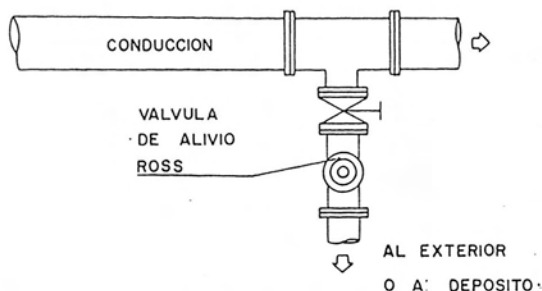


Figura 11. Instalación con válvulas de alivio solamente, para eliminar sobrepresiones. No optimiza el bombeo. Recomendable en instalaciones de poca longitud, no más de dos km. Para mayores longitudes se pueden colocar varias.

En impulsiones que no estén controladas por válvulas optimizadoras pueden protegerse las conducciones únicamente con válvulas de alivio, según se indica en la Figura 11. Estas válvulas de alivio pueden ser similares a las de la Figura 5 y solo cortan las sobrepresiones del golpe de ariete, no las depresiones.

**Filtros.** Estos aparatos son poco utilizados en impulsiones o redes de abastecimiento de agua. Sin embargo son extremadamente útiles al retener materiales gruesos que siempre se encuentran en los conductos, aún en los de aguas absolutamente limpias. Esta problemática ya la hemos analizado en otro lugar. (Referencia 23).

En resumen, hemos de considerar la utilización de materiales especiales para los tubos y prever su posible desplazamiento. En cuanto en válvulas corrientes no fiarse del acero inoxidable; colocarlas de bronce o latón, o recubiertas por materiales plásticos o resinas. Se deben colocar más ventosas que en una instalación de aguas limpias. Conviene optimizar la impulsión con válvulas de apertura retardada automática y cierre lento más dispositivos para prevenir un corte de corriente y eliminar tanto las sobrepresiones como las depresiones del golpe de ariete.

## REFERENCIAS

- 1 "Válvulas reductoras de presión. Funcionamiento y aplicaciones prácticas", por M. Mateos, CIMBRA, Abril 1980.
- 2 "Válvulas reductoras de presión con funciones adicionales", por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1983.
- 3 "Válvulas mantenedoras de presión. Funcionamiento y aplicaciones prácticas", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Octubre 1983.
- 4 "Las válvulas de retención tipo clapeta", por M. Mateos, CIMBRA, Marzo 1983.
- 5 "Efecto de válvula de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas", por M. Mateos, CIMBRA, Febrero 1983.
- 6 "Las válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1983.
- 7 "Mejora de las impulsiones de aguas negras", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Marzo 1983.
- 8 "Válvulas especiales para aguas sucias", por M. Mateos, CIMBRA, Febrero 1984.
- 9 "¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1985.
- 10 "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales", por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1984.
- 11 "Desaireación de tuberías", por E. Mendiluce, CIMBRA, Julio 1984 y REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Marzo 1984.
- 12 "Ventosas: Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Agosto 1985.
- 13 "Ventosas para sifones puros", por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1986.
- 14 "Tecnología del petróleo aplicable a los problemas del agua", por M. Mateos, CIMBRA, Octubre 1985.
- 15 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.
- 16 Comentarios al artículo "Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo, de Luis Torrens". Por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1983. Pág. 33-35.
- 17 "Adios golpe de ariete, adios". Por M. Mateos, CIMBRA, Junio 1982.
- 18 "Optimización de anti-impulsiones", por M. Mateos, CIMBRA, Junio 1986.
- 19 "Optimización de impulsiones largas o con altas presiones", por M. Mateos, CIMBRA, Marzo 1985.
- 20 "Optimización de re-impulsiones largas o con altas presiones", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Julio 1986.
- 21 "Prevención contra la corrosión en tuberías", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1970.
- 22 "Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas por válvulas de alivio", por E. Cabrera et. al., TECNOLOGIA DEL AGUA, Abril 1986.
- 23 "Los filtros en redes de abastecimientos de agua", por M. Mateos, CIMBRA, Mayo 1983.
- 24 "La interrupción repentina en el suministro de energía eléctrica en las electrobombas y su solución", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Abril 1986.

## SERVICIOS AL LECTOR – Petición de información

Uno de los servicios que INDUEQUIPO brinda a sus lectores, es la posibilidad de recibir GRATUITAMENTE toda clase de información sobre las empresas del Sector de Bienes de Equipo: catálogos, listas de precios, etc.

Para obtener esta información debe el lector únicamente rellenar y enviar a INDUEQUIPO una de las tarjetas que aparecen al final de la revista.



# VALVULAS AUTOMATICAS PARA ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS DE AGUA

Por: Manuel MATEOS  
Ing. de Caminos, Ay. de Obras Públicas  
Válvulas Automáticas Ross S.A.

Nuestra actividad sobre válvulas automáticas empezó en el año 1970. Entonces solamente un número muy reducido de técnicos conocía la existencia de uno de los tipos, las reductoras de presión. Desde entonces hemos realizado una labor de divulgación de las diversas válvulas automáticas por medio de artículos, conferencias, etc.

Las válvulas automáticas puras son aquellas que no necesitan ninguna energía exterior, pues la toman del agua. Es probable que nacieran a finales del siglo pasado. El autor vió una reductora de presión del abastecimiento de agua a Nueva York que databa del año 1905, según constaba en el cuerpo de fundición de la válvula. Se leía también que había sido manufacturada por la casa Ross, pionera en este tipo de automatismos.

Las válvulas se pueden automatizar por sistemas electrónicos, y a veces se combina la electrónica con la electricidad y con la energía que suministra la presión del agua.

En primer lugar mencionaremos las VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION. Hay que tener presente que existen las que reducen la presión proporcionalmente a la presión agua arriba, y las que suministran una presión constante independientemente de las variaciones de presión agua arriba. Las primeras pueden resultar una vez colocadas si las variaciones de presión son grandes; pueden suministrar la presión adecuada durante el día pero no impedir que se produzcan roturas durante la noche, al disminuir considerablemente el consumo y por lo tanto aumentar la presión; pueden suministrar la presión adecuada durante la noche pero hacer que no llegue el agua durante el día.

Algunas válvulas reductoras de presión pueden realizar otras funciones adicionales, como por ejemplo ser también MANTENEDORAS DE PRESION, LIMITADORAS DE CAUDAL, ANTIRETORNO, etc. Conviene analizar las funciones adicionales que se desean pues ello puede suponer ahorrarse válvulas al utilizar el mismo cuerpo para varias funciones.

Las MANTENEDORAS DE PRESION actúan solamente cuando la presión agua arriba excede la de tarado de la válvula. Están indicadas cuando hay viviendas, poblados o barrios, que se quedan sin agua cuando hay un gran consumo agua abajo.

Las VALVULAS DE ALIVIO DE PRESION pueden ser de dos tipos: de seguridad o compensadas.

Las de seguridad son las más conocidas, pues consisten en un tapón que se mantiene cerrado por la presión de un muelle. Se emplean en las calderas de vapor para evitar que estallen, en calderines, etc. Son poco usadas en agua, porque en los sistemas de abastecimiento las tuberías suelen colocarse muy ajustadas en su presión de trabajo, y se necesitan válvulas de alivio más exactas.

Las COMPENSADAS consisten en un mecanismo que al subir la presión por encima del tarado se vacían rápidamente unas cámaras que hacen que se abra la válvula y se descargue la tubería del exceso de presión. Dado que son poco conocidas se presenta la sección de una de ellas en la Figura 1.

Las OPTIMIZADORAS DE PRESION son unas válvulas de retención controlada. Se colocan a la salida de las bombas y se mantienen cerradas al empezar a bombear, abriéndose entonces lentamente. Al terminar de bombear, primero se va cerrando la válvula optimizadora lentamente para al final pararse las bombas. Se puede instalar en ellas un mecanismo para cierre de

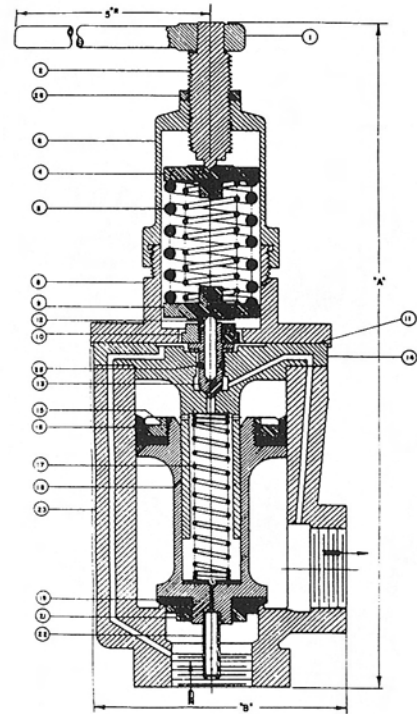


FIGURA 1. Sección de una válvula compensada de alivio rápido para eliminación de las sobrepresiones del golpe ariete.

emergencia cuando se haya quedado el bombeo sin electricidad; entonces la válvula optimizadora se cierra rápidamente para evitar el golpe de ariete. En la Figura 2 se presenta un dibujo de una instalación muy completa donde se incluye una válvula optimizadora de bombeos.

Las válvulas para llenado de depósitos son de dos tipos: de FLOTADOR y de ALTITUD. Las de flotador son conocidas, aclarando que las de *altitud* son aquellas en las cuales la función del flotador se realiza por un aparato captador de presiones agua abajo; es decir son como válvulas reductoras de presión, pero de alta sensibilidad.

Las válvulas de *flotador* pueden ser de ACCION DIRECTA o COMANDADAS.

Las de ACCION DIRECTA consisten en una boya o flotador que hace actuar un tapón. Es un mecanismo simple que funciona para bajas presiones de entrada y caudales poco importantes.

Las COMANDADAS son aquellas en que la labor realizada por el flotador no actúa directamente sobre la válvula sino a través de pilotos, cámaras internas de la válvula o ambos. Algunos tipos de válvulas COMANDADAS pueden colocarse fuera del depósito, en la cámara de llaves, situando el flotador con su



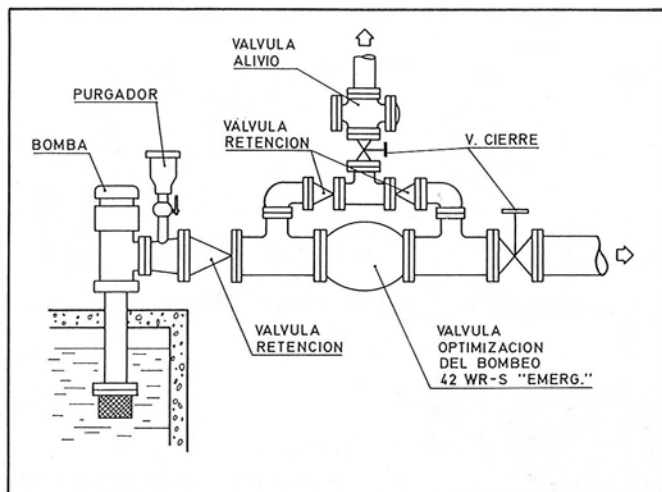


FIGURA 2. Elementos para una instalación de bombeo muy completa y de gran seguridad, con amplia protección de la bomba y de la tubería.

mecanismo de comando en el depósito. Este sistema es muy útil cuando las válvulas controlan grandes caudales, pues se pueden limpiar sin necesidad de trabajar dentro del depósito, y sin interrumpir el suministro de agua. (Figura 3).

Las válvulas de ALTITUD constan de unos pilotos muy sensibles para captar la presión agua abajo y realizar la labor de comandar la apertura o cierre de la válvula. Algunos mecanismos pueden actuar con una exactitud de unos pocos centímetros. Las válvulas están siempre fuera del depósito, en cámaras de llaves, y pueden colocarse a una distancia de hasta cien metros (o más) del depósito. Algunas sirven para llenado del depósito y suministro de agua a la vez, en una doble función.

Las válvulas del tipo ALTITUD tienen la ventaja que se les puede incorporar otras funciones con o sin electricidad. Pueden actuar como válvula de retención, mantenedoras, o realizar ambas funciones, es decir ser una válvula trifuncional.

Podemos incluir como válvulas automáticas las de RETENCION o ANTI-RETORNO. Hasta hace unos 20 años existía en

el mercado nacional casi exclusivamente la que consistía en una CLAPETA que giraba en una bisagra colocada en la parte alta. El golpe dado por la clapeta al cerrar es muy intenso en esta clase de válvulas de retención; hemos visto muchas rotas y muchas que han sido la causa de problemas de roturas en las tuberías.

Existían en el mercado internacional muchos otros tipos; gran parte de ellos se fabrican ahora en España. Entre ellos las mejores tal vez sean las WILLIAMS-HAGER que se originaron en Estados Unidos hace unos 60 años. Otros tipos son las de EJE DESCENTRADO (o de mariposa descentrada), y las de DOBLE DISCO.

Las de clapeta, que eran las que existían hace 30 años se les podía mejorar con un by-pass, o conector, dotado de una valvulería especial. En la actualidad esto se ha quedado reducido a un inútil by-pass o tubo conector entre ambos lados de la clapeta. Debemos insistir en que la válvula de retención tipo clapeta debe ser analizada detenidamente antes de recomendar la que sea realmente eficaz.

Existen variedades de los tipos anteriores, algunas con contrapeso, amortiguador, etc. que hace que los modelos existentes puedan llegar a la veintena, lo que puede hacer difícil una correcta elección. Cuando se proyecte este tipo de válvulas hay que tener en cuenta si son aguas limpias o sucias. Para aguas sucias el modelo a elegir depende de los sólidos en suspensión; es distinta el agua sucia con arcilla en suspensión que con trapos o plásticos.

También solemos incluir como válvulas automáticas los AI-READORES DE TUBERIAS. La clasificación que hemos hecho de estos aparatos es la siguiente:

- Ventosas
- Aduptores
- Purgadores

VENTOSAS, aquellas que permiten la salida del aire de las tuberías durante el período de llenado y la entrada durante el de vaciado.

ADUPTORES, que permiten solamente la entrada de aire en una tubería, generalmente para evitar la cavitación.

PURGADORES, que permiten la salida de aire en tuberías bajo presión. El aire que sale es muy poca cantidad, pero lo expulsan continuamente, por lo que pueden evacuar grandes cantidades de aire a lo largo de cada día.

Otra clasificación que hemos hecho está relacionada con el número de funciones que realiza uno de estos aparatos:

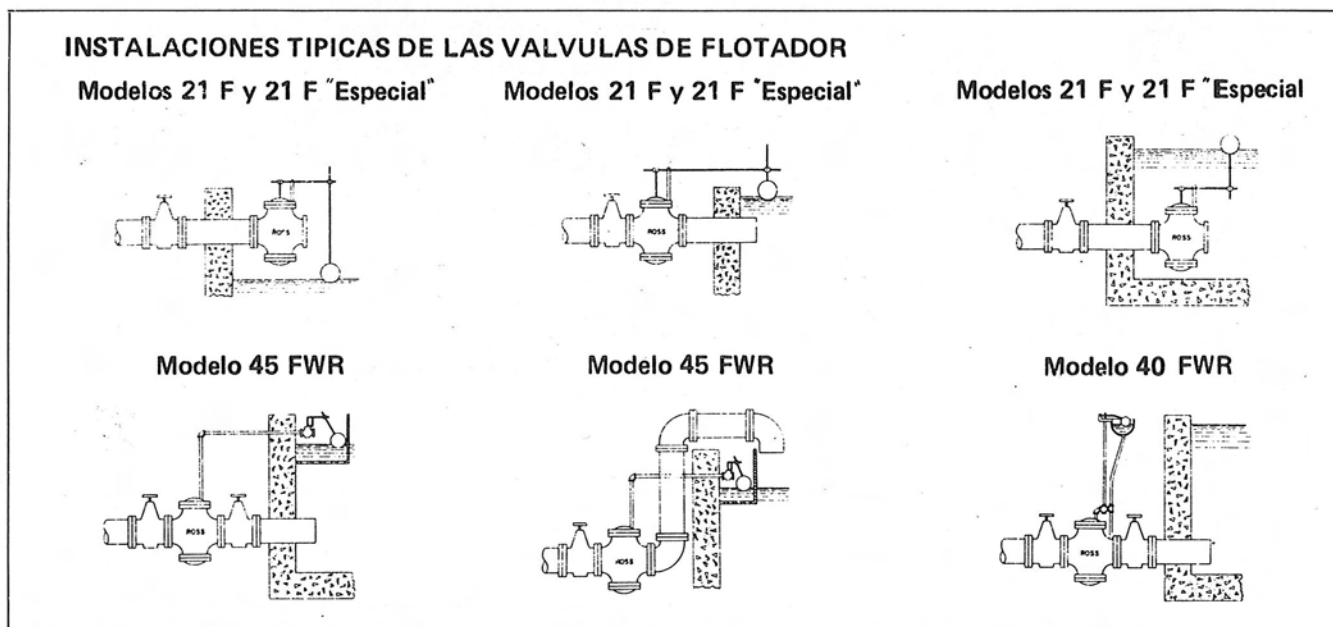


FIGURA 3. Algunas formas de colocar válvulas de flotador comandadas por flotador directo o desplazable.

- a) *Trifuncionales*
- b) *Bifuncionales*
- c) *Monofuncionales*

TRIFUNCIONALES, los que realizan las tres funciones mencionadas anteriormente.

BIFUNCIONALES, que realizan solamente dos, como las ventosas.

MONOFUNCIONALES, que realizan solamente una. Por lo tanto los hay de dos tipos: *Aduptores* y *purgadores*.

También pueden clasificarse de acuerdo con las prestaciones, en función del agua que circule por las tuberías:

- a) *Para aguas limpias*
- b) *Para aguas sucias*

Las de AGUAS SUCIAS son especiales pues las de aguas limpias se obturarían con los sólidos y materias en suspensión. En las figuras 4 y 5 se presentan dos tipos de aireadores trifuncionales para aguas sucias.

Hay que ser muy cauto con las ventosas. De acuerdo con nuestros numerosos contactos en problemas de impulsiones y otros tipos de conducciones forzadas, podemos indicar que es posible que lleguen a cien mil el número de ventosas que no funcionan debido a diversas causas, entre las que podemos citar:

- acodamiento de la boya;
- deformación de la boya por el calor ambiental;
- deformación por la presión;
- deformación por los golpes de ariete;
- inadecuada elección del modelo;
- y oxidación de partes internas.

Hay que cerciorarse que las de acero inoxidable tengan también este acero en las partes internas, no visibles a menos que se desmonten. Hay quien recomienda no colocar ventosas sino grifos de purga, pero esto es inconcebible hoy en día dada la auto-

matización necesaria en todos los procesos de suministro de agua, y a la carestía del personal, pues abrir y cerrar los grifos de una conducción puede consumir varias horas.

Un tipo de válvulas automáticas muy útil y poco conocido es el de las ANTI-INUNDACIONES, algunas veces llamadas de seguridad, o contra inundaciones o roturas. Existen dos variantes: las que actúan al haber una sobrevelocidad en el flujo y las que actúan al bajar la presión; ambos son los cambios que se originan al haber una rotura y aumentar el caudal que pasa.

Hemos hecho una presentación sucinta de los tipos de válvulas automáticas en sí, es decir sin aporte de energía externa. Como se ve hay unas cuantas variedades y dentro de algunos tipos existen numerosas opciones. La selección de la válvula adecuada y de buenas prestaciones a lo largo de muchos años es difícil, aconsejando que no se escatime en costes pues a la larga una válvula barata no supone ahorro en el total de la obra y si puede suponer roturas y molestias.

Se puede indicar que sobre el tema hemos escrito un folleto sobre uno de los tipos de válvulas automáticas (Válvulas Anti Inundaciones, Editorial Bellisco, Apartado 156.133, 28080 Madrid) y estamos escribiendo un libro sobre todas ellas (Válvulas para conducciones a presión, en la Editorial Bellisco). En el libro «El golpe de ariete en impulsiones», por E. Mendiluce (Ed. Bellisco), se reproducen siete comunicaciones sobre válvulas automáticas.

Para mayor información dirigirse a:

**VALVULAS AUTOMATICAS ROSS**  
**Apartado 31.031**  
**28080 MADRID**  
 ☎ (91) 650 09 71/72.





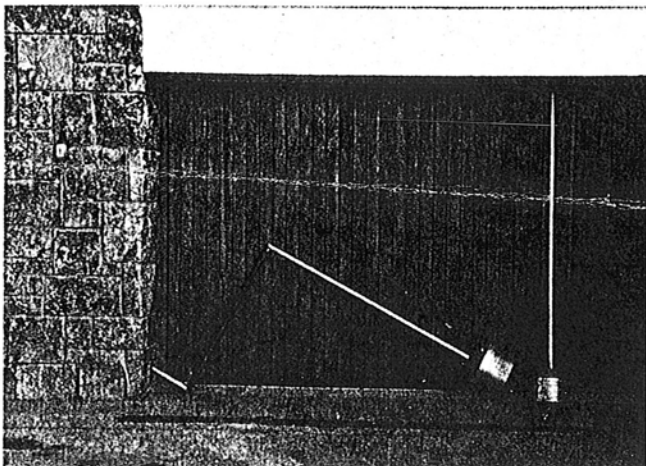
# Sistemas de seguridad en el llenado de depósitos

Por Manuel Mateos  
 Dr. Ing. Caminos, C. Y P.  
 Master (I. S. University)  
 Profesor Titular Cátedra Obras Hidráulicas  
 EDITOP. Univ. Pol. Madrid

En el agua almacenada en las decenas de miles de depósitos existentes en España supone un capital muy elevado, que no hay que desperdiciar. Para ello es necesario que cada depósito cuente con su válvula de flotador o de altitud. De lo contrario, al estar lleno el depósito, se puede desperdiciar el agua saliendo por el rebosadero o desagüe de máxima lámina. Tenemos preocupación por los problemas de valvulería en los depósitos, habiendo presentado algunas de nuestras experiencias, en las referencias 1 a 10 indicadas al final.

Existen muchos depósitos que carecen de válvulas reguladoras del llenado, por lo que al estar llenos parte del agua va a las alcantarillas en depósitos de ciudades, o a los arroyos en depósitos situados en el campo.

Es necesario al construir los depósitos prever la instalación de una válvula que asegure que el agua no se desperdicie al estar lleno. Indicamos esto porque después puede ser difícil o costosa su instalación posterior sino se tuvo en cuenta. (Ver foto).



Artificio (a la izquierda) que hubo que preparar para poder colocar un flotador (a la derecha en un depósito donde el constructor no había previsto la existencia de válvulas de flotador).

Como es sabido no se puede confiar en que las válvulas de flotador o altitud funcionen siempre. Pueden quedarse atascadas por maderas o piedras, al congelarse el agua en partes internas de las válvulas, aprisionarse el flotador por los hielos, rajarse el cuerpo de la válvula, inutilizarse los pilotos, tener descuidos en el mantenimiento, realizar el

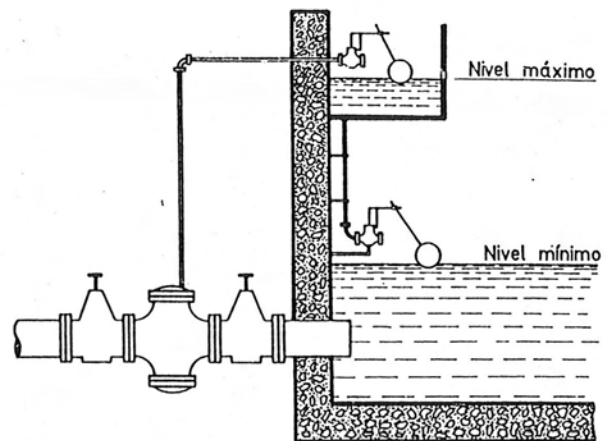
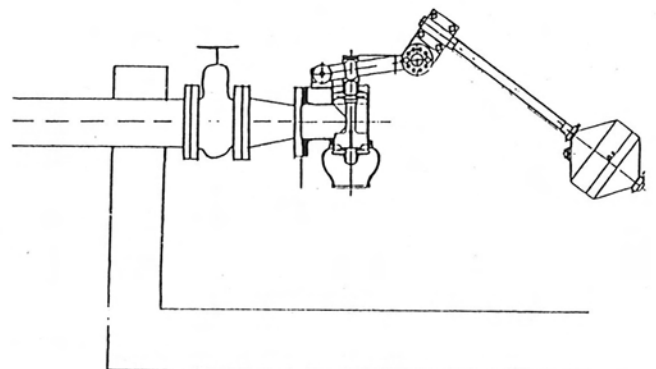


Gráfico de una de las varias soluciones para programar la apertura diferida de una válvula para llenado de depósitos.

cierre o apertura bruscos de válvulas de regulación, no limpiar los filtros en las válvulas de altitud, o simplemente por el azar. Por ello todos los depósitos llevan un sistema de seguridad que consiste en un rebosadero diseñado para admitir por el máximo caudal esperado. Estos rebosaderos conducen el agua a la red de alcantarillado en zonas pobladas para evitar inundaciones que pudieran dar lugar a indemnizaciones. En el campo pueden verter al exterior canalizando el agua rebosada hasta un arroyo cercano.

Se pueden establecer sistemas de seguridad para evitar que el agua se desperdicie por los rebosaderos. Mencionamos a continuación alguno de ellos basado en SENSORES

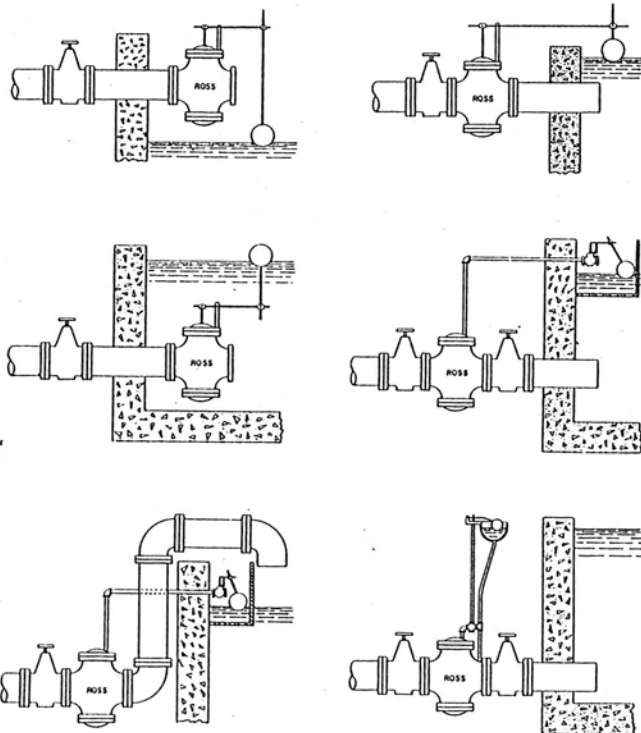


Válvula de flotador simple de acción directa.

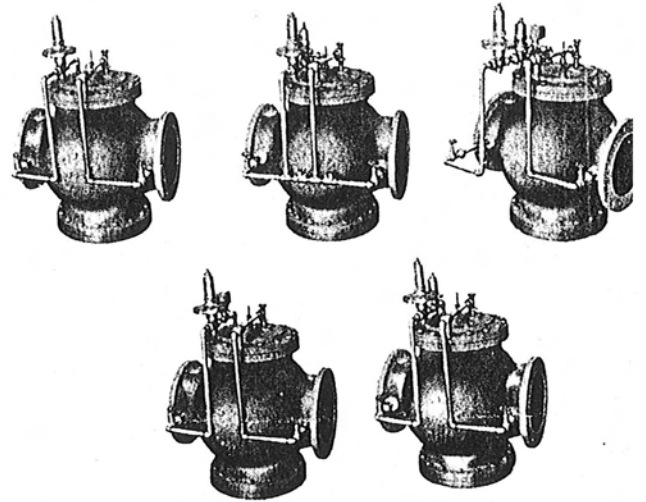
que se instalan por encima de la máxima lámina de agua para la válvula de control (flotador o altitud) cerrada, pero por debajo de la cota del rebosadero. Estos sensores pueden hacer actuar tres mecanismos.

- 1) CERRAR UNA VALVULA DE REGULACION, que puede ser de tipo compuerta o mariposa, actuado por un motor eléctrico. Tanto en este caso como en los siguientes la electricidad puede ser suministrada por una línea, o producida por paneles solares con acumuladores que pueden ser baterías de camión.
- 2) HACER SONAR UN TIMBRE DE ALARMA, válido cuando el depósito está construido en zona urbana.
- 3) ENCENDER UNA LUZ para ser vista a distancia.
- 4) FLOTADOR CON POLEAS que haga visible una banderola, pero cuya utilidad sería restringida a las horas diurnas, no a las nocturnas.
- 5) BOYA que al subir haga ver una banderola por encima del depósito.

Como es natural se pueden combinar varios de estos sistemas para aumentar la seguridad en el aprovechamiento máximo del agua almacenada en los depósitos. Suponemos que todos los rebosaderos se diseñan para admitir y evacuar el máximo caudal que puede entrar en los depósitos en caso de inutilizarse las válvulas reguladoras de caudal, pues de lo contrario pueden ocurrir inundaciones por desbordamiento



Varias disposiciones de válvulas de flotador, de acción directa o con flotador a distancia.



Diversos tipos de válvulas de altitud para diferentes condiciones de llenado de depósitos. Una válvula de altitud es aquella en la cual el flotador ha sido substituido por presiómetros y va colocada en la conducción, no dentro del depósito.

que pueden dar lugar a indemnizaciones. No mencionamos aquí el tema de la seguridad en el vaciado de los depósitos por haberlo tratado en otro lugar (Referencias 8, 9 y 10).

Para proteger las válvulas se recomienda en algunos casos la instalación de filtros o coladores (Referencia 11). Estos pueden interceptar el paso de tablas, tablones, piedras animales muertos, etc. que siempre quedan dentro de las tuberías, bien al instalarse, o después al hacer reparaciones. Estos filtros hemos visto pueden recoger en pocos días más de 100 kg. de piedras, etc., lo que ocurrió en un depósito situado en un cerro. Es decir que los materiales fueron llevados hacia arriba por el agua circundante.

Resumiendo, es casi siempre necesario instalar válvulas que se cierren cuando el depósito esté lleno para evitar se desperdice el agua. Todos los depósitos deben tener un rebosadero para que si no funcionaran o se atascaran las válvulas, no se produzcan inundaciones.

TABLA I. Sistema de seguridad

- Rebosadero a alcantarillado
- Vertido a arroyo
- Acoplar válvula extra de regulación
- Colocar un timbre
- Encender una luz
- Poleas con banderolas
- Boya con banderola

## REFERENCIAS

- 1.- "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Septiembre 1984.
- 2.- "Abajo las válvulas de flotador". por M. Mateos, CIMBRA, Octubre 1981.
- 3.- "Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua: Estudio de 24 casos especiales", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1982.
- 4.- "Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos", por M. Mateos, CIMBRA.
- 5.- "Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para llenado de depósitos". por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1983.
- 6.- "Optimización de anti-impulsiones", por M. Mateos, EL ALCALDE, Enero 1986.
- 7.- "La problemática del agua y las pérdidas en los depósitos", por M. Mateos, EL ALCALDE, Enero 1986.
- 8.- "Hacia una eliminación de las inundaciones". por M. Mateos, EL ALCALDE, Mayo 1986.
- 9.- "Válvulas de seguridad para eliminar inundaciones por roturas en tuberías", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Enero 1985.
- 10.- "Válvulas de seguridad para suprimir inundaciones causadas por roturas en tuberías, por M. Mateos, SERVICIO DE PUBLICACIONES, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.
- 11.- "Los filtros en redes de abastecimientos de agua", por M. Mateos, CIMBRA, Mayo 1983.



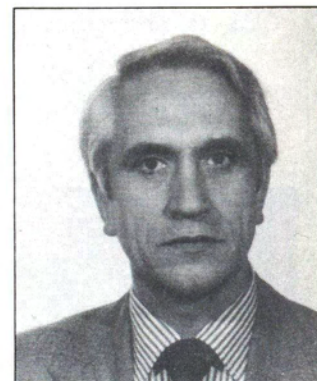


## AGUAS

# LA PROBLEMATICA DEL AGUA Y LAS PERDIDAS EN LOS DEPOSITOS

Por **MANUEL MATEOS**

**Ingeniero de Caminos  
Ayudante de Obras Públicas  
Asesor de Válvulas Automáticas ROSS**



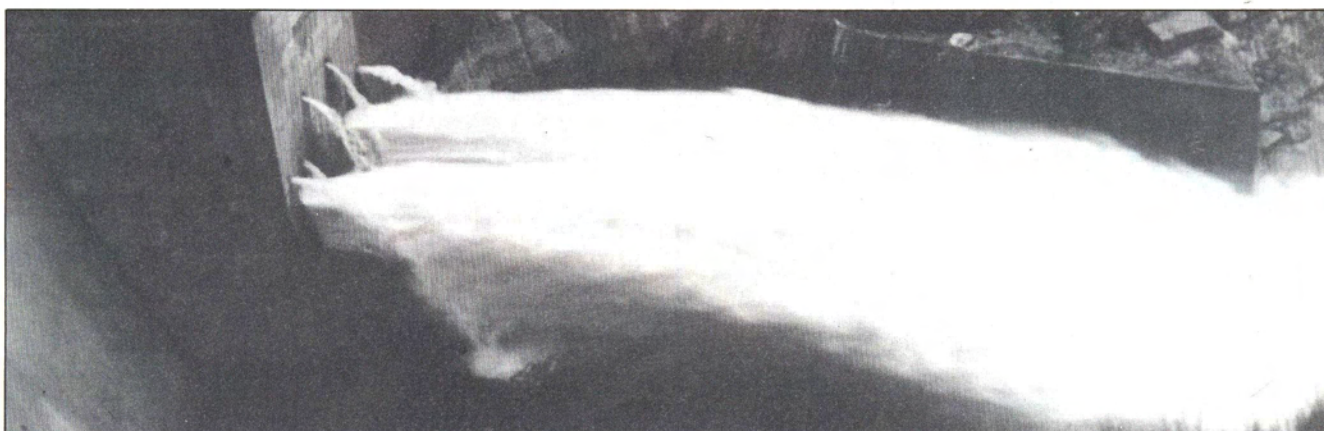
**Manuel Mateos de Vicente** es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Doctorado en la Universidad Iowa State. Está especializado en la solución de problemas de **hidráulica** mediante el empleo de válvulas especiales, tema sobre el que ha publicado más de 40 comunicaciones, de las cuales varias referidas a la eliminación del golpe de ariete. También ha investigado problemas de **tráfico**, con 70 trabajos publicados, encaminados principalmente a la reducción de accidentes mediante señalización especial. En la temática de **suelos** está especializado en su estabilización química, con otras 70 publicaciones, siendo de gran interés su solución única a fin de parar corrimientos de tierras sin sondeos ni inyecciones. También ha investigado la utilización de productos de **desechos industriales**, entre ellos las cenizas volantes, de cuyo material ha publicado 30 comunicaciones. Igualmente, ha realizado otras aportaciones en diversos campos, como protección catódica, etc.

La labor de **Manuel Mateos** ha sido reconocida en "Who's Who in the World", "Men of Achievement", etc. Es miembro de la American Association for the Advancement of Science y de la Iowa Academy of Sciences. Y ha estudiado o trabajado en varios países.

Estamos atravesando una época de gran penuria de agua, lo que obliga a aprovechar al máximo los recursos hídricos y a eliminar todas las pérdidas posibles de agua. Una de las pérdidas importantes es la que ocurre cuando no existen válvulas de cierre, o éstas no funcionan adecuadamente, y hacen que el agua se pierda por desbordarse de los depósitos. Una gran parte de las válvulas de flotador para llenado de depósitos trabaja ineficazmente. Es posible que el grado de ineficacia se aproxime al 25 por ciento. Esto es debido a la complejidad de la selección de tales válvulas.

Para la elección de una válvula hay que considerar en primer lugar el **Caudal** y la **Presión** dinámica de entrada. Para grandes caudales y altas presiones se necesitan válvulas especiales que no se encuentran, en general, ya fabricadas en el mercado y necesitan ser construidas para cada caso específico.

Para la elección de la válvula adecuada hay que tener en cuenta todas las particularidades de la conducción y del



---

## AGUAS

---

depósito. En general no es aconsejable comprar una válvula para cerrarse cuando el depósito esté lleno sin haber analizado antes los siguientes factores condicionantes:

— Analizar si se necesita que sea equilibrada hidráulicamente, es decir, que no se originen tensiones internas al paso del agua.

— Hay que analizar las condiciones particulares de cada depósito para saber si se selecciona de flotador (o boya) con tapón simple de cierre brusco, o con cierre paulatino, o si se coloca una válvula sin flotador, de altitud.

— Si se prescinde que sea de boya y se prefiere por razones de construcción o de necesitar funciones múltiples que sea de altitud, actuada por pilotos captadores de presión.

— Si se desea que actúe por contactores eléctricos que funcionan a distintas alturas en el depósito.

— Considerar si es necesario que no se produzca golpe de ariete o vibraciones.

— Que sea accionada por motores eléctricos, o no.

— Que sea accionada por válvulas de solenoide, que requieren un consumo insignificante de electricidad, que se puede obtener in-situ por paneles solares.

— Que se pueda actuar a distancia por electricidad, por teléfono o por radio.

— Si la presión de entrada dinámica en el depósito es menor de 10 metros de columna de agua. Caso generalmente sin problemas.

— Ver si la presión dinámica está entre 10 y 30 m.c.a. Puede haber cavitaciones; considerar una válvula equilibrada hidráulicamente.

— Si la presión de entrada está entre 30 y 50 m.c.a. definitivamente puede haber cavitaciones; considerar la incorporación de sistemas o mecanismos modulantes de la apertura.

— Si la presión pasa de 50 m.c.a., considerar válvulas o mecanismos que reduzcan la presión, advirtiendo que una simple válvula reductora puede ser completamente ineficaz, si está cerca de la válvula de cierre del depósito.

— Considerar si tiene que actuar en horas nocturnas o con un horario especial.

— Ver la necesidad de incorporar un sistema de accionamiento de apertura diferida.

— En ciudades, analizar si los ruidos de llenado del depósito pueden molestar a los vecinos.

— Analizar si hay peligro de heladas que pueden dejar



aprisionado el flotador. Tal vez haya que recurrir a mandar la válvula por presiómetros.

— Considerar si hay sólo un depósito con un compartimento o si hay dos o más que puedan ser llenados con la misma válvula.

— Considerar si la válvula se necesita sólo para llenar el depósito por vaciarse por un conducto distinto.

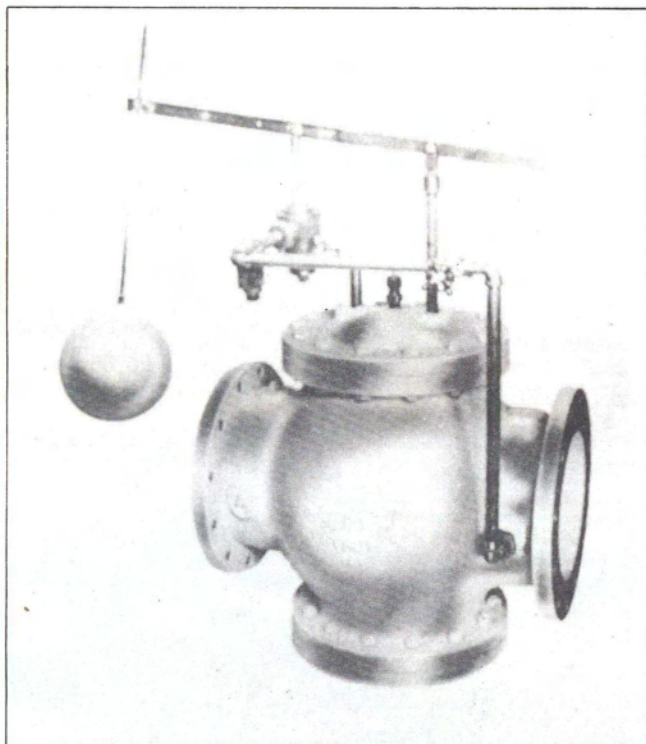
— En depósitos de cola, considerar el empleo de una válvula de acción doble, es decir que sirva para llenar el depósito cuando hay exceso de presión y para aportar agua a la ciudad cuando la presión baja.

— Ver si se puede instalar a la altura de la lámina máxima de agua o no. Considerar si se desea que la válvula esté sumergida dentro del depósito o no.

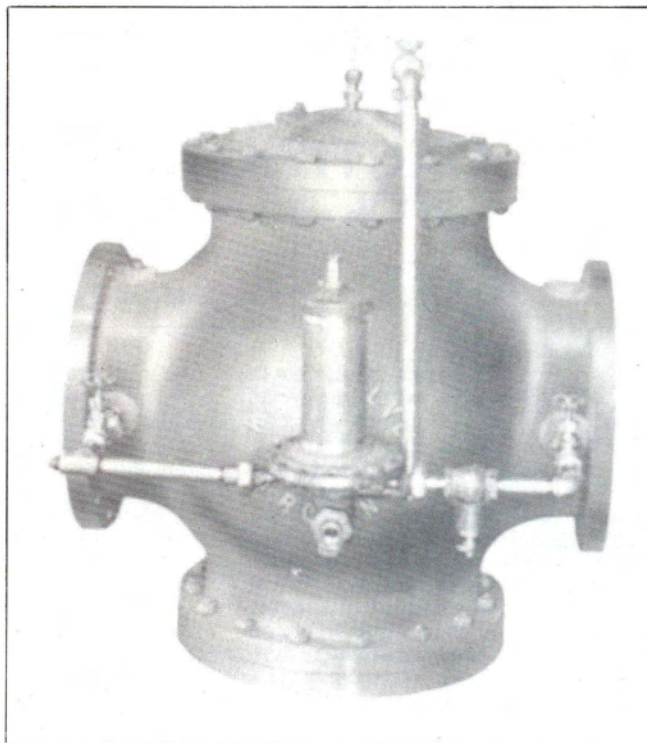
— Para grandes caudales las válvulas suelen ser muy pesadas y se debe considerar la posibilidad de instalarlas en el suelo de la cámara de llaves con el sistema de accionamiento de la misma en el depósito o por pilotos captadores de presión.

— Analizar si es necesario que la válvula cierre herméticamente, caso de que forme parte de un bombeo actuando por dichos pilotos.

— Elegir las válvulas construidas con los materiales adecuados cuando las aguas sean agresivas, calcáreas o sucias.



Válvula de flotador que puede colocarse bien dentro del depósito, o fuera. Si se coloca fuera, el flotador se desmonta y sirve de piloto a distancia; de esta manera la válvula está en seco en la cámara de llaves. (Cortesía de la casa Ross Valve Mfg Co.).



Válvula para depósitos sin flotador. Actúa recibiendo las presiones del agua dentro del depósito en el piloto que se observa en el centro. La válvula se coloca, por lo tanto, en la cámara de llaves. (Cortesía de la casa Ross.)

— Considerar previamente el tamaño del flotador o de las construcciones dentro del depósito y su posible oxidación y deterioro.

Solamente analizando técnicamente todos los factores anteriores se podrán tener los datos necesarios para seleccionar o construir la válvula adecuada que pueda funcionar sin problemas durante decenas de años.

En otras comunicaciones estamos analizando otros aspectos de las válvulas para llenado de depósitos, con el objeto de ir informando sobre nuestra experiencia.

**MANUEL MATEOS**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## Comunicaciones publicadas:

"Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua-Estudio de 24 casos especiales". Por M. Mateos. CIMBRA, Diciembre 1982.

"Abajo las válvulas de flotador". Por M. Mateos. CIMBRA, Octubre 1981.

"Métodos para programar aperturas diferidas de válvulas para llenado de depósitos". Por M. Mateos. CIMBRA, Dic. 1984.

"Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en válvulas para llenado de depósitos. Por M. Mateos. CIMBRA, NOV. 1983.

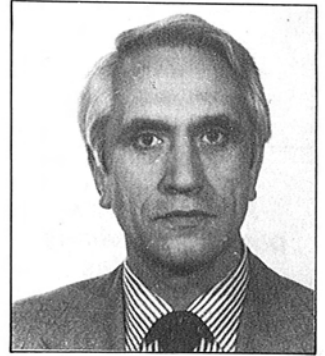




## AGUAS

# HACIA UNA ELIMINACION DE LAS INUNDACIONES

Por Manuel MATEOS DE VICENTE  
Ingeniero de Caminos (Dr.)  
Master of Science



Las inundaciones sobrevienen por roturas en tuberías, generalmente, y en ciudades pueden comportar cuantiosas indemnizaciones por muebles o inmuebles destruidos o afectados.

Se ha hecho mucho últimamente por reducir las inundaciones, bajando las presiones máximas colocando válvulas reductoras de presión. Sin embargo cuando se rompe una tubería, estas válvulas reductoras no ayudan a disminuir las inundaciones. Para disminuirlas debidamente hay que recurrir a la instalación de válvulas especialmente

diseñadas para cumplir esta misión.

Como son muy poco conocidas creemos necesario presentarlas en esta comunicación, aunque todos los detalles que hemos recogido en nuestras experiencias han sido plasmadas en el libro que se indica en las Referencia Bibliográfica 1, al final. También indicamos otras referencias sobre válvulas reductoras y sobre ventosas, cuyo funcionamiento inadecuado puede ocasionar también costosas roturas en tuberías.

**TIPOS.** Existen básicamente dos tipos distintos: (1)

Aquellas que actúan al aumentar la velocidad dentro de la tubería y (2) Aquellas que actúan al ocurrir la bajada en la presión mínima del agua dentro de la tubería.

**ECONOMIA.** Son válvulas caras pero en aquellas ciudades donde las hemos visto sus instalaciones han ahorrado su coste al disminuir la cuantía de las inundaciones en una cantidad muy importante. Si las roturas son frecuentes su coste se puede amortizar en muy pocos meses.

**ENERGÍA.** Favorecemos que las válvulas no dependan de ninguna energía externa para su funcionamiento. Es decir prescindir de la electricidad, pues puede fallar. Tomar la menor posibilidad de fallo es jugar con una posible inundación urbana.

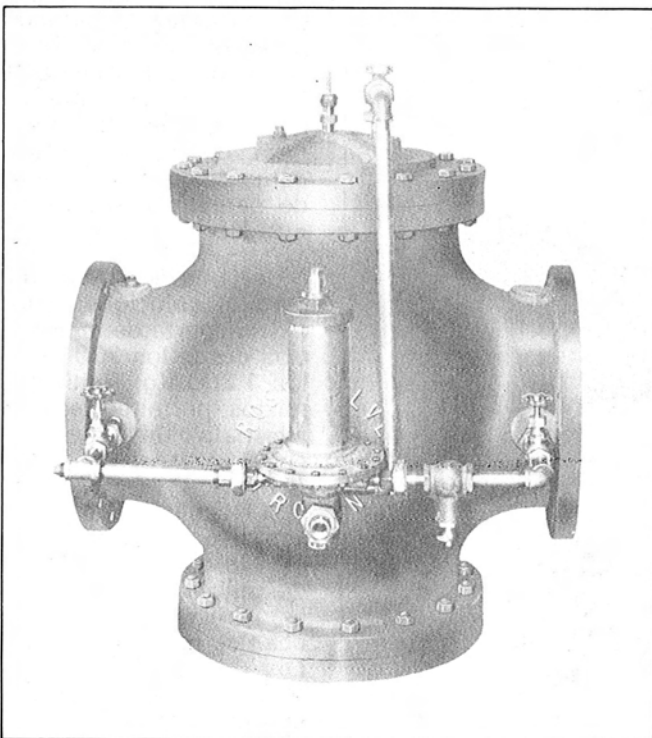
**MANTENIMIENTO.** Estas como todo tipo de válvulas automáticas necesitan un mantenimiento periódico, del cual informan los fabricantes.

**TELEMANDO.** Ambos tipos mencionados pueden llevar acoplamientos para ser mandadas a distancia. Esto puede ser de gran utilidad en la modernización de las redes.

**UBICACION.** Las de sobrellevancia se pueden colocar incluso a la misma salida de los depósitos o junto a los pozos de embalse para que no se vacíen innecesariamente; también se pueden colocar en la red; pueden funcionar en uno o dos sentidos.

Las que actúan al caer la presión necesitan ser colocadas a cierta distancia del depósito para poder cortar con una presión inicial. Se pueden también instalar en la red y pueden también actuar en ambos sentidos.

**RESUMEN.** Hemos tratado de dar a conocer las válvulas anti-inundaciones porque puede ser de gran utilidad el instalarlas en los núcleos urbanos que consumen varios miles de metros cúbicos por el ahorro indirecto que puede suponer su instalación.



Válvula de seguridad que se cierra al haber una rotura en las arterias principales, actuando por la gran bajada que ocurre en la presión del agua dentro de la tubería (Cortesía de la casa Ross).

### REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

M. Mateos. "Válvulas de seguridad para suprimir inundaciones causadas por roturas en tuberías". Libro de 50 pág. Servicio de Publicaciones - R.O.P. - Escuela de Ingenieros de Caminos, Ciudad Universitaria, Madrid.

M. Mateos. "Válvulas reductoras de presión de agua, funcionamiento y aplicaciones". CIMBRA, Abril 1980.

M. Mateos. "Válvulas reductoras de presión con funciones adicionales". CIMBRA, julio 1983.

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

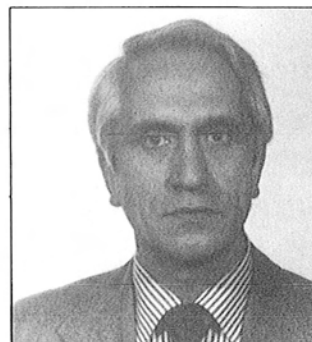
M. Mateos. "La problemática del agua y las pérdidas en los depósitos". EL ALCALDE, enero 1986.



## AGUAS

# ADQUISICION DIRECTA DE VALVULAS PARA ABASTECIMIENTOS DE AGUA

Por Manuel MATEOS DE VICENTE  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
*Master of Science*  
Profesor Titular Cátedra Obras Hidráulicas,  
EVITOP,  
Universidad Politécnica de Madrid



Nuestro trabajo como asesor 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 prestar la consideración apropiada a la apertura de **zanjas**, los **tubos**, la **compactación** de las zanjas y la reposición de **pavimento**, que son las partidas económicas importantes. Sin embargo, existe en general poca consideración en cuanto a la **valvulería**, cuya partida es insignificante en el 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 construida. No obstante, en buen número de casos la compra de las válvulas se pospone para el final de la obra, cuando ya todo lo demás está construido, con el consiguiente quebranto en cuanto a la fecha de terminación de los trabajos.

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 estática**, **presión dinámica**, posible **cavitación**, **precisión** 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 apropiadas, lo que puede ser la causa fundamental de algunas 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 el tipo que es, sino que se indica solamente "una válvula de retención de tal diámetro", estamos ante un dilema por tener un amplio surtido donde elegir. Existen varias del tipo de clapeta (cuatro de ellas mencionadas en la referencia uno al final) de los que puede haber hasta diez o más si tenemos en

cuenta las variantes. De eje descentrado están las muy probadas Williams-Hager y sus variantes (cuatro de ellas mencionadas en la referencia dos). También existen, al menos ocho modelos de válvulas de retención mandadas por piloto o integradas en otros cuerpos de válvulas (referencia 3). Aparte están las basadas en una ventosa invertida y las especiales de clapeta (referencia 4).

Como se indica en el párrafo anterior, existen al menos veinticuatro 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, que no funciona o que se destroza, quedando los restos dentro de la conducción.

Lo mismo podemos indicar de las ventosas, de las que existen también muchas variedades (referencia 5); 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 de alivio para eliminar el golpe de ariete; o de las optimizadoras de bombeo; o de las anti-inundaciones (referencia 6); o de las de flotador (referencia 7).

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 cuál 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 insuficiente 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 conservación, 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 Mantenimiento 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, 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 es, a lo sumo, 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.

**VALVULAS QUE SE PUEDEN NECESITAR  
EN UN ABASTECIMIENTO**

- De compuerta
- De mariposa
- Automática de apertura y cierre
- Anti-inundaciones
- Reductoras de presión
- Mantenedoras de presión
- De flotador para depósitos.
- De altitud para depósitos
- De alivio de presión
- Optimizadoras de bombeos
- De retención
- Ventosas y/o purgadores

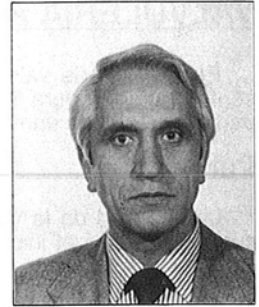
Las válvulas reseñadas son los elementos principales de una conducción o red; son los que pueden originar más problemas si son inadecuadas, aunque en el presupuesto solo significan un uno o dos por ciento del coste total.

EN RESUMEN pensamos se debe considerar por los Organismos que mantienen en funcionamiento las 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.

**Manuel MATEOS DE VICENTE**  
**Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.**

1. "Las Válvulas de Retención Tipo Clapeta", por M. Mateos CIMBRA, marzo 1983.
2. "Válvulas de Retención de Disco sobre Eje Longitudinal Centrado", por M. Mateos, CIMBRA, septiembre 1983.
3. "Efecto de Válvula de Retención como Función Adicional en Válvulas con otras Funciones Específicas", por M. Mateos, CIMBRA, febrero 1983.
4. "Mejora de las Impulsiones de Aguas Negras", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, marzo 1983.
5. "Ventosas-Análisis Práctico de su Comportamiento y Presentación de 17 Tipos", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, agosto 1985.
6. "Hacia una Eliminación de las Inundaciones", por M. Mateos, EL ALCALDE, mayo 1986.
7. "La Problemática del Agua y las Pérdidas en los Depósitos", por M. Mateos, EL ALCALDE, enero 1986.

# VALVULERÍA PARA RE-IMPULSIONES



Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE**  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y P.  
Master of Science

Definiremos **impulsión** como aquella toma de agua de un pozo, depósito o aljibe, y mandada bajo presión por medio de una o varias bombas. Si la conducción lleva el agua a un depósito o aljibe, desde donde se vuelve a sacar por medio de una o varias bombas, tenemos una doble impulsión. Una reimpulsión es aquella instalación en donde el agua, dentro de una conducción bajo presión, se somete a la acción de unas bombas para aumentar la presión existente. Una reimpulsión es análogo a lo que en electricidad se conoce por la palabra inglesa "booster"; en bombeos se denomina en inglés "booster station" y en español lo denominaremos **reimpulsión**.

En los últimos años, he tenido noticias de la instalación de varias reimpulsiones. Es un proceso relativamente nuevo y poco conocido, por lo que es de interés intercambiar opiniones sobre las válvulas que deban colocarse en tales instalaciones.

Las válvulas para impulsiones y reimpulsiones necesitan ejercer las siguientes funciones:

- Abrirse lentamente al poner en marcha las bombas.
- Cerrarse lentamente al pararse las bombas.

- Evitar las sobrepresiones y golpes de ariete.
- Parar el bombeo al haber una rotura en la conducción
- Evitar los destrozos al fallar la energía.

A continuación describiremos un sistema de protección del bombeo y explicaremos la función desempeñada por cada válvula. Una buena protección requiere una importante inversión inicial, pero ello permite una optimización automática con una mayor fiabilidad y eficacia, lo que a la postre hace que sea más económico que un sistema más simple, por reducir las inversiones en mantenimiento y reparación de roturas. Este sistema de protección puede no ser económico para una impulsión de poca longitud. Se debe empezar a considerar cuando la conducción sobrepase los tres km. y para mayores longitudes, digamos a partir de cinco km. casi siempre será más económico que recurrir a otras soluciones tradicionales.

El sistema que exponemos no es nuevo ni experimental. Son ya muchas las instalaciones que se han hecho de esta forma en gran número de países, desde los que poseen tecnología avanzada hasta los que están en vías de desarrollo.

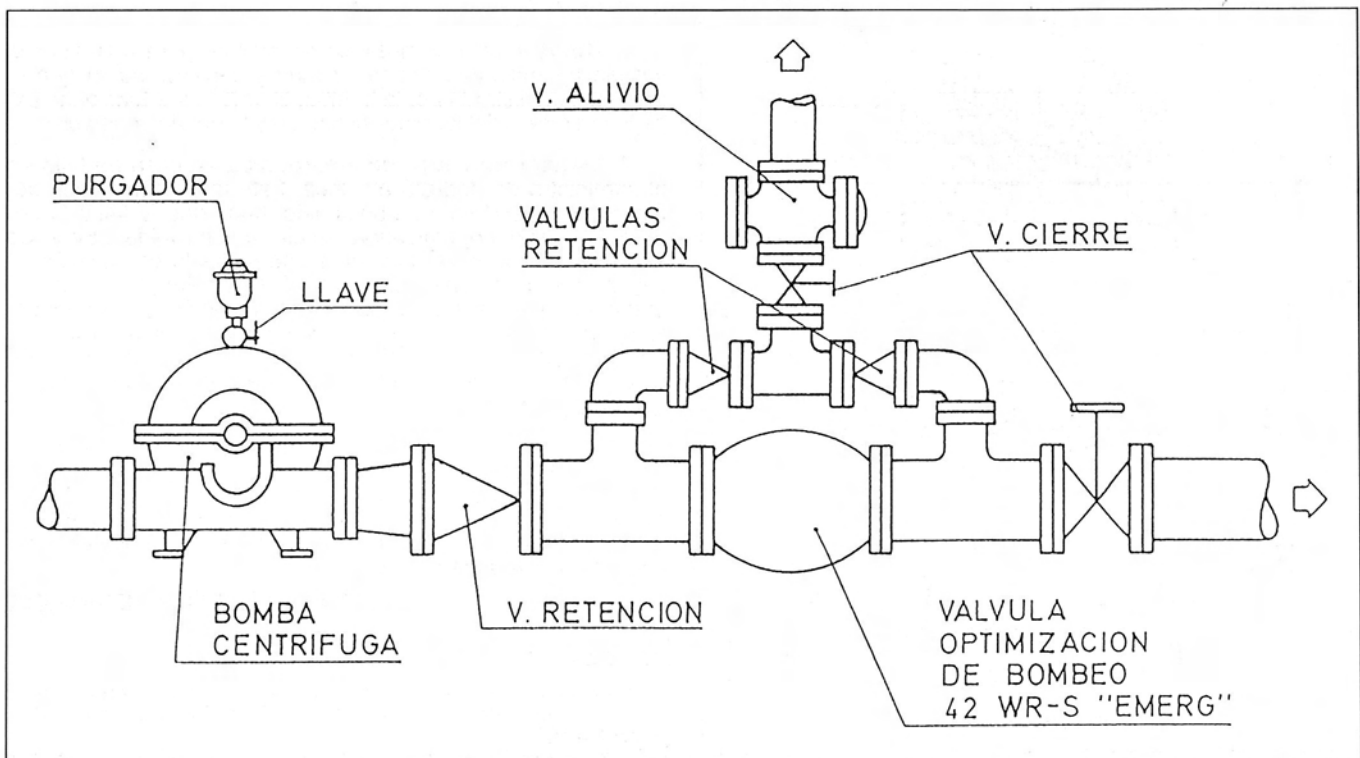


Figura 1. Esquema de una instalación de reimpulsión por bomba centrífuga



## VALVULERÍA PARA RE-IMPULSIONES

El conjunto de válvulas que recomendamos está representado en la Figura 1. A continuación se explica la función particular de cada uno de los elementos.

### Purgador

La finalidad de la ventosa o purgador es facilitar la evacuación del aire al iniciarse el bombeo y evitar también que se haga el vacío en la bomba; también debe permitir la salida de aire bajo presión. Estos aparatos se han presentado en la Referencia 1 listada al final.

### Válvula de alivio rápido

Recomendar la instalación de una válvula de alivio rápido se justifica sobradamente si tenemos en cuenta que puede desempeñar las siguientes funciones:

1. Proteger, el tramo de conducción comprendido entre la pompa y la válvula de optimización, de las sobrepresiones que se producen al poner en marcha la estación de bombeo.
2. Eliminar el golpe de ariete positivo al parar el bombeo.
3. Reducir el timbraje de la tubería, ya que neutraliza dichas sobrepresiones tanto al pararse las bombas como al iniciar el bombeo.
4. Proteger también las bombas de las elevadas presiones que se pueden originar al poner en marcha la instalación.
5. Hacer que no empiece el bombeo efectivo hasta que se alcance una presión mínima.

Hay quien recomienda que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba alcance el régimen normal. Esta práctica puede ser extremadamente perjudicial para las bombas, y la instalación de una válvula de alivio rápido la hace innecesaria.

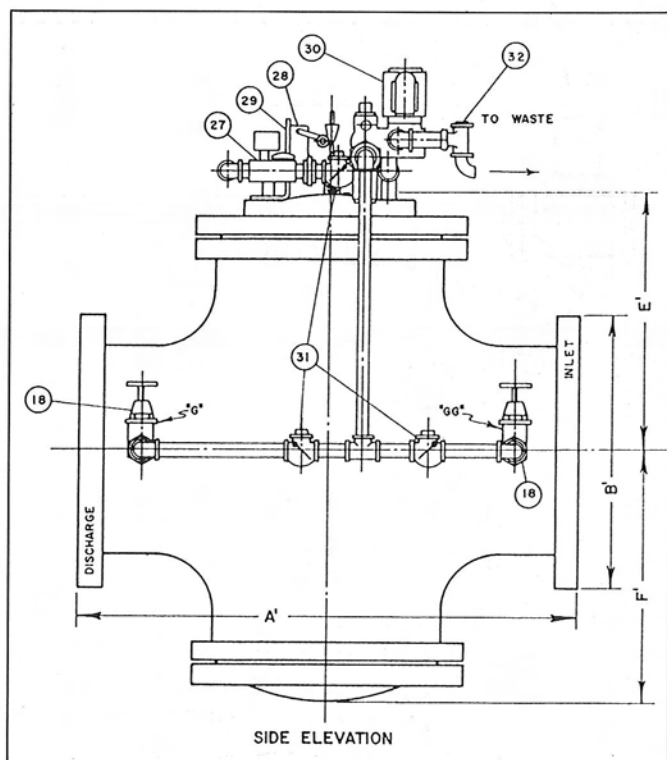


Figura 2. Partes externas para control de una válvula optimizadora de bombeo en reimpulsiones.

La válvula de alivio rápido a que nos referimos es la que se abre por vaciado de cámaras; se la conoce también como compensada (Referencia 2). No es la de muelle y tapón, conocida como válvula de seguridad.

La conexión a ambos lados de la válvula optimizadora permite que la válvula de alivio pueda realizar una doble función con un solo cuerpo, mediante la inclusión de las válvulas de retención indicadas, a cada lado de la de alivio.

### Válvula de retención

Esta válvula impide el retorno de la columna de agua hacia las bombas. Hay que colocar la adecuada para las presiones de trabajo de cada instalación.

### Válvula optimizadora del bombeo

Esta válvula que aparece a la derecha de la figura es la que más influye en el proceso del bombeo, pues introduce las ventajas siguientes:

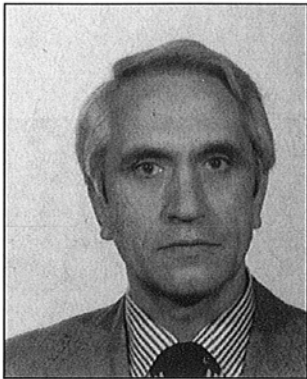
1. **Proteger contra presiones excesivas** en la impulsión y en los sistemas de distribución debido a que su apertura se efectúa de una forma lenta y gradual.
2. **Mantener una presión mínima durante la parada.** Esto es debido a que la válvula se va cerrando lentamente cuando se para el sistema de bombeo, pero siguen las bombas accionando normalmente. Solamente cuando la válvula se ha cerrado en un 90 o 95 por 100 un interruptor detiene la bomba.
3. **Eliminar la formación de vacío,** o depresiones, durante el proceso de parada de la reimpulsión
4. **Incorporar mecanismos** para su apertura o cierre manual.
5. **Controlar el cierre** cuando haya ocurrido una rotura en la conducción.
6. **Colocar un conmutador** de presión para mantener la válvula optimizadora desenergizada y cerrada, hasta que la presión suministrada por la bomba, al empezar a funcionar, exceda la presión del lado del sistema hacia donde se impulsa.

7. **Instalar un cierre de emergencia** en caso de fallo en el suministro de energía eléctrica. Este mecanismo, que actúa sobre una válvula de solenoide, hace que al fallar la corriente la válvula optimizadora se cierre con rapidez, evitando así la acción de los golpes de ariete sobre la conducción. La válvula de alivio rápido ayuda también a eliminar las sobrepresiones residuales. La válvula de retención en la conducción lógicamente no es necesaria, ya que la optimizadora hace las veces de válvula de retención controlada; se recomienda solamente como un mecanismo más de seguridad para el sistema.

En todas las instalaciones de bombeo hay que analizar el valor ponderado de cada elemento. A veces se ahorra en valvulería cuando su incidencia en el coste total de la obra es de tan solo el uno o dos por ciento. **El ahorro en valvulería conduce, en general, a mayores inversiones en conservación y a causar roturas.**

Manuel MATEOS DE VICENTE

1. M. Mateos: "Ventosas". Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos", REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, agosto 1985.
2. Enrique Mendiluce. "El golpe de ariete en impulsiones", páginas 173 a 186. EDITORIAL BELLISCO, Apartado 156.133, Madrid 28080.



# VÁLVULAS DE RETENCIÓN PARA EVITAR INUNDACIONES POR AGUAS PROCEDENTES DEL ALCANTARILLADO

Por Manuel MATEOS, Ingeniero de Caminos

En ocasiones se producen inundaciones en construcciones o edificaciones que están por debajo del terreno colindante, como pueden ser partes de la vivienda, pasos subterráneos, garajes, sótanos o cuevas. Generalmente son producidas por llevar el alcantarillado un exceso de agua, para su dimensión, y entrar entonces al agua de la tubería en presión. Ocurre cuando lluvias excesivas originan grandes caudales de desagüe. En algunos casos han inundado cocheras cubriendo parte de los coches con agua, o ha pasado lo mismo con mobiliario y otros enseres en los pisos bajos de las casas. Estas situaciones se pueden evitar con válvulas de retención de diseño especial.

A continuación se mencionan dos de los casos más frecuentes de inundaciones en instalaciones o partes de edificios que están bajo el nivel del terreno, aunque también ha ocurrido en pisos que están al nivel de la calle. Se indican también las soluciones.

Las inundaciones de algunas estaciones del Metro implican una pérdida económica importante, tanto para la empresa como para los usuarios. Cuando el alcantarillado se pone en carga (bajo presión), el agua tiende a salir por los sumideros, o imbornales, e inunda algunas estaciones. El autor recomendó una válvula especial de bola (Figura 1), para evitar inundaciones en una estación del metro de Madrid.

Al ponerse en carga las conducciones de aguas sucias de ciudades pueden anegarse silos, almacenes, garajes, sótanos, cuevas y viviendas, con las consiguientes pérdidas de materiales o enseres. El autor ha sido testigo de la salida de aguas sucias de lluvia por la taza del retrete, y de la inundación de almacenes a nivel de la calle, así como cocheras, sótanos y habitaciones, que estaban por debajo del nivel de la calle. Las válvulas recomendadas para estos casos han sido de bola (Figura 1) o de manga (Figura 2). En algún caso,

cuando se podía prever la inundación, ha bastado con la instalación de una válvula simple de corte, tipo mariposa o de compuerta.

una presión importante. En la figura 3 se explica su funcionamiento.

Las de manga son de creación reciente. Se trata de una válvula sencilla y fácil de instalar. Está hecha de manera que la parte inferior se mantiene cerrada por la elasticidad de los materiales. Se abre en cuanto entra algo de agua por el sumidero, y se cierra a la menor presión del agua, aunque sólo sea de unos centímetros.

Como se ve, ninguna de estas dos soluciones requiere energía eléctrica, pues funcionan por sí solas.

Hay otras soluciones automáticas basadas en la utilización de la energía eléctrica, haciendo funcionar un motor que cierra una válvula al captar agua unos sensores. Pero estas soluciones son más caras que las que usan válvulas de retención automáticas.

M.M.



Figura 2. Válvula de retención de manga.

En las válvulas de bola, ésta ha de estar hecha de material flotante. El cuerpo puede ser de fundición normal o dúctil, pues no están sujetas a

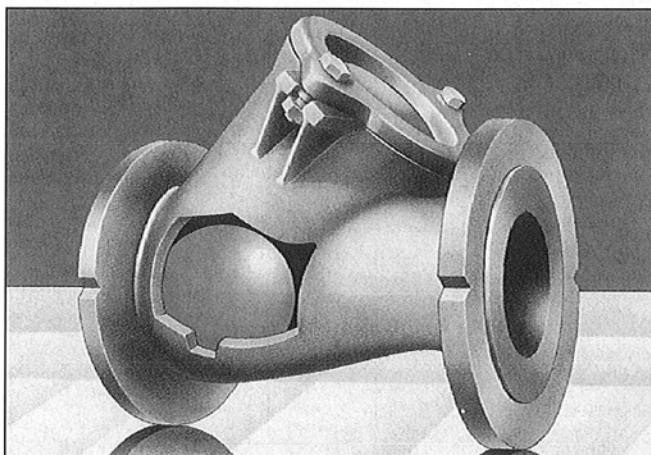


Figura 1. Válvula de retención de bola.

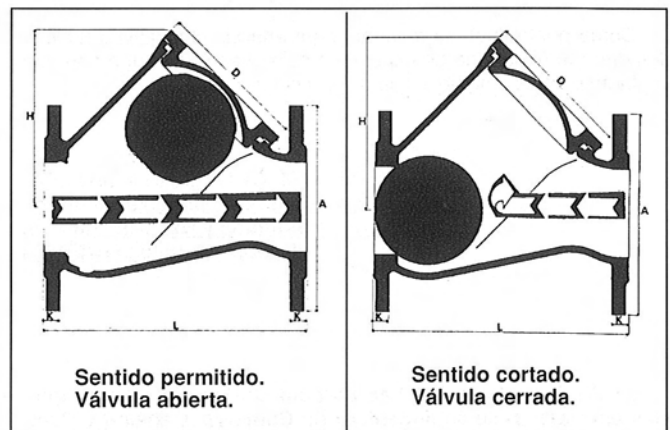


Figura 3. Funcionamiento de la válvula de retención de bola.

c) Combinación cal + hipoclorito sódico

Muestra	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3
Contenido en Bacterias Totales			
1	Nulo	Nulo	Nulo
2	Nulo	Nulo	Nulo
3	Nulo	Nulo	Nulo
4	Nulo	Nulo	Nulo
5	Nulo	Nulo	Nulo

En cuanto al resto de sistemas de desinfección de los que dispone la planta (equipo de ozono y de radiación ultravioleta), estos se están optimizando en la actualidad tal como se ha comentado anteriormente.

#### 5.4. Evaluación de las membranas de acetato de celulosa

Las membranas de acetato de celulosa son, en principio, las más adecuadas para el tratamiento de aguas residuales, ya que la superficie del polímero que forma su capa activa es totalmente lisa, lo cual les hace más resistentes al ensuciamiento que en las membranas de poliamida aromática, cuya superficie es más rugosa.

Por el contrario, estas membranas requieren una mayor presión de operación, su rechazo de sales es ligeramente inferior, y necesitan un pH en el agua de entrada de alrededor de 5 para evitar su hidrólisis.

Su comportamiento en las experiencias realizadas, en cuanto a evolución del caudal normalizado y al rechazo de sales, ha sido excelente, manteniéndose estables ambos parámetros durante el tiempo de operación; tan sólo durante los experimentos sin descarbonatar el agua de aporte se observó una ligera caída del caudal normalizado, que no llegó al 10% del inicial.

Por lo tanto, se puede concluir que el funcionamiento de las membranas de acetato de celulosa ha sido correcto y, en las próximas experiencias, se procederá a efectuar una línea de pretratamiento más simple con el fin de comprobar su evolución con un agua en peores condiciones en cuanto a su contenido en coloides y sólidos en suspensión, y, como paso siguiente, se procederá a experimentar con membranas de poliamida aromática, de las que se espera un coste de operación menor en los apartados de energía y reactivos de acondicionamiento del agua de aporte a ósmosis.

Como punto final, se adjuntan aquí análisis cualitativos realizados durante el período de experimentación, tanto del agua aporte a la planta piloto, como de salida de la misma.

**Pedro M. CATALINAS MONTERO,**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos**  
**del Centro de Estudios y Experimentación**  
**de Obras Públicas (CEDEX)**

(\*) En su elaboración han participado también Javier Iglesias González-Nicolás, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos del MOPTMA, y Santiago Jiménez Lozano, químico y técnico comercial de Proyectos, Acondicionamiento y Servicios del Agua, S.A.

Análisis del agua de entrada a la planta piloto					
Parámetros	Fecha				
	07/12/94	12/12/94	17/12/94	22/12/94	27/12/94
pH	8,15	8,26	8,12	8,74	8,62
Conductividad (µS/cm)	1.900	2.010	1.750	1.850	2.050
Turbidez (NTU)	6	8	2	10	12
DQO (mg.02/l)	81	68	35	72	86
DBO <sub>5</sub> (mg.02/l)	6	5	6	12	10
S.S. (mg)	0,2	6	8	10	12
Alcalinidad (meq/l)	5,9	5	6	8	6
Dureza (mg/l)	123	126	140	138	142
Cloruros (mg/l)	462	440	420	458	446
Fosfatos (mg. PO43-/l)	11,4	14,8	10,6	11,6	12,8
Nitratos (mg/l)	98	118	102	102	110
Nitritos (mg/l)	0,2	0,4	0,4	0,2	0,6
Sodio (mg/l)	260	296	280	291	302
Potasio (mg/l)	14	18	15	17	15
Calcio (mg/l)	140	144	152	140	148
Magnesio (mg/l)	18	26	34	26	28
Coliformes Totales (Colonias/100 ml)	>10.000	>10.000	>10.000	>10.000	>10.000
Coliformes Fecales (Colonias/100 ml)	>5.000	>5.000	>5.000	>5.000	>5.000
Bacterias Aerobias 22°C (Colonias/ml)	>1.000	>1.000	>1.000	>1.000	>1.000
Bacterias Aerobias 37°C (Colonias/ml)	>1.000	>1.000	>1.000	>1.000	>1.000
Estreptococos Fecales (Colonias/ml)	382	>1.000	>1.000	>1.000	>1.000

Análisis del efluente de la planta piloto					
	Bruta	Clarificada	Filtrada	Entrada Ósmosis	Inyección
pH	8,12	10,7	10,7	5,1	7,6
Conductividad (MS/cm)	1820	1710	1686	1752	62
Turbidez U.N.F.	4	1	0,5	0,2	0,2
Alcalinidad (meq/l)	6,5	2	1,2	0,2	0,2
Dureza (mg/l)	136	51	49	54	2
D.Q.O. (mg.021/l)	38	14	10	10	0,2
Sólidos en suspensión (mg/l)	8	2	0	0	0
Cloruros (mg/l)	480	412	410	462	18
Fosfatos mg.P204(3-)/l	12,8	0,1	0,1	0,1	0
Nitratos (mg/l)	122	112	106	108	7
Nitritos (mg/l)	0,5	0,05	0,05	0,05	0,01
Coliformes totales (nº colonias en 100 ml)	>10.000	0	0	0	0
Coliformes totales (nº colonias en 100 ml)	>5.000	0	0	0	0
Bacterias aerobias 37°C (Colonias/ml)	>1.000	0	0	0	0
Estreptococos fecales (Colonias/ml)	>1.000	0	0	0	0



**Manuel Mateos de Vicente**  
*Ingeniero de Caminos - AOP - Master of Science*  
*Profesor, Servicios Urbanos, Esc. Universitaria de Obras Públicas de Madrid*  
*Director Técnico, Válvulas Automáticas Ross*

# VENTOSAS PARA AGUAS RESIDUALES

Se están construyendo actualmente numerosas impulsiones para aguas residuales, sucias, o negras, con el objeto de llevarlas a plantas para su tratamiento. Originalmente las aguas residuales se trataban cerca de un núcleo urbano que las producía. Sin embargo al no estar en funcionamiento muchas de ellas por no poder soportar los municipios los gastos de tratamiento y mantenimiento, se están concentrando las aguas de varios poblamientos para tratarlas cooperativamente, lo que está dando lugar a que las impulsiones de aguas residuales lleguen a ser muy corrientes.

Son varios los problemas que conllevan este tipo de impulsiones en lo que se refiere a las válvulas. Hemos observado más de una impulsión en

las que la parada de las bombas producía un golpe atronador de las válvulas de retención, probablemente por no haber colocado válvulas adecuadas, no haber considerado la eliminación del golpe de ariete, no haber colocado ventosas o que estas no fueran las adecuadas o no funcionarían.

Dejaremos de lado el problema general de las válvulas para impulsiones de aguas residuales y nos concentraremos aquí solamente en un pequeño análisis de las ventosas. No existe prácticamente información alguna acerca de ventosas para aguas sucias. Por ello hemos llevado a cabo estudios y análisis de los diversos tipos existentes, así como de otros que hemos fabricado nosotros.

Nuestra opinión es que las aguas sucias desprenden más gases que las limpias, o potables. Por ello los problemas se deben resolver de una forma distinta dependiendo del tipo de agua donde se coloquen. Los gases se disocian del agua cuando hay diferencias en las temperaturas dentro de la conducción, en los cambios de rasante tanto cóncavos como convexos, y

no solamente en los puntos altos. Hace falta evacuarlos por medios de purgadores automáticos especiales, pues de lo contrario se acumularían en la conducción, reduciendo la sección útil de los tubos lo que aumenta el consumo de energía o hace disminuir el caudal bombeado. Hay que advertir que estos gases acumulados en la tubería en bolsadas o en "longanizas", durante las paradas y puestas en marcha de las bombas pueden aumentar las sobrepresiones del golpe de ariete y causar roturas en los tubos.

Conviene advertir que las conducciones que dan más problemas, según nuestra experiencia, son aquellas de poca pendiente, probablemente porque se descuida el analizar minuciosamente la magnitud de las sobrepresiones y no se considera la colocación de ventosas. Esto ocurre con frecuencia debido a que la regla imperante, es colocarlas solamente en los puntos altos. Por ello en conducciones horizontales o siempre ascendentes hay quien no proyecta la colocación de ventosas. Otros ingenieros han optado que la alternativa de proyectar artificialmente puntos altos para poder

## Nota de la redacción

El autor, Doctorado en la Universidad Iowa State, ha escrito 50 comunicaciones relacionadas con tuberías (protección catódica, incrustaciones calcáreas, válvulas de flotador, reductoras de presión, eliminadoras del golpe de ariete, de retención, mantenedoras de presión, filtros, ventosas, etc).

colocar ventosas.

Para más claridad dividiremos las válvulas para aire en dos grupos:

- 1.- PURGADORES
- 2.- VENTOSAS

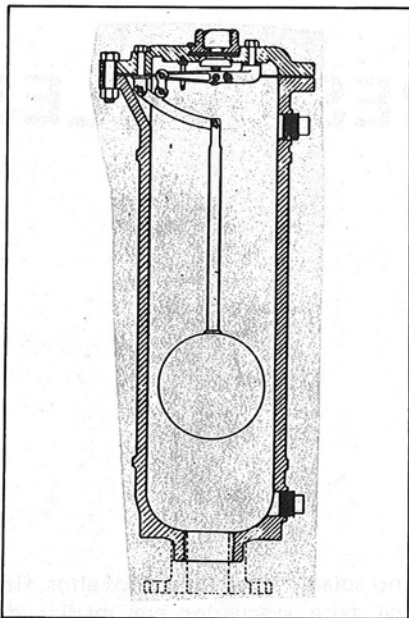


Figura 1.— Purgador automático para aguas sucias. Cortesía de la casa Válvulas Automáticas Ross. Para evacuar el aire y los gases con la conducción en carga.

Estas válvulas para aire están representadas en la Figura 1 (purgador automático) y en la Figura 2 (ventosa propiamente dicha). El purgador automático tiene como misión el evacuar el aire y otros gases que se acumulen en la conducción, cuando ésta está en carga. La ventosa tiene como misión evacuar el aire existente en la tubería durante su llenado y permitir su entrada durante el vaciado de la misma.

Hemos de advertir que los purgadores son muy necesarios en las impulsiones de aguas sucias. En los puntos altos y en quiebros pronunciados convendrá tener esto en cuenta y colocar un sistema para la triple función de:

- a) Evacuar el aire durante el llenado de la conducción

## Mercado

### MIDLAND LMR 70.152B

Midland Internacional Corp. tiene en el mercado internacional, un equipo portátil tradicional, robusto y de pequeñas dimensiones, bajo la denominación de 70.152B.

Este modelo es un transceptor desarrollado en USA y fabricado con la técnica de ASIA.

El equipo cumple normas de FCC, EIA, DOC, etc. Sus características técnicas entre otras son:

- 4 canales a cristal
- 1-5 W. conmutables
- baterías N/Cd 12 V, 500 mA
- dimensiones 174 x 61 x 31 mm.
- peso 681 gr.
- rango de frecuencia 150-164 MHz
- separación 2 MHz
- accesorios opcionales:
  - CTCSS (placa tonos continuos sub-audibles)
  - audífono
  - cargador de baterías (unitario, doble, 8 unidades y de vehículo)
  - antena corta
  - funda de cuero

Como se observa, el Midland 70.152B es un equipo pensado para trabajar en duras condiciones, resultando muy interesante en la relación calidad-precio. Los productos Midland, se comercializan en España por midesa, a través de Distribuidores autorizados en todas las provincias.

Para más información circunde el No.10

- b) Inyectar aire durante el vaciado, y
- c) Evacuar los gases con la tubería en carga

Para ello es necesario recurrir a una instalación en paralelo, o racimo, de ambos tipos (ventosa y purgador, como se muestra en la Figura 3.

Se puede observar que en las válvulas para aire presentadas en las Figuras 1, 2 y 3, el flotador está muy por debajo de los agujeros de salida (o entrada) del aire. Con esta construcción el agua con sus sólidos siempre quedan por debajo del flotador. De esta forma no se obturan las salidas del aire, o gases.

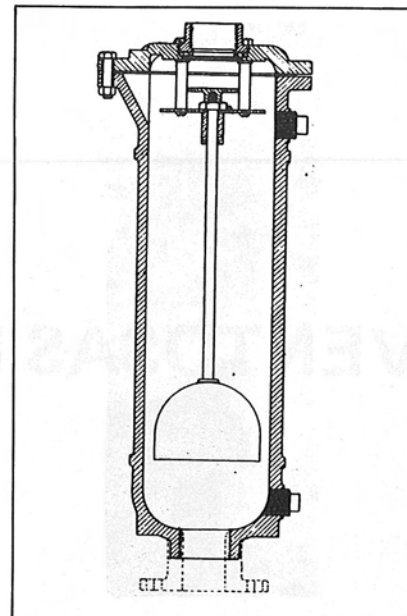


Figura 2.— Ventosa automática para aguas sucias. Realiza las labores de expulsión del aire durante el llenado de la tubería y admisión de aire durante el vaciado.

Es conveniente que estas válvulas de aire se limpien con cierta regularidad, dependiendo del tipo de sólidos que lleven las aguas, así como del tiempo de funcionamiento de las impulsiones. Uno de los artilugios que se pueden usar para su limpieza es el que se ve en la parte izquierda de la Figura 3, y que está más detallado en la Figura 4. Por la manguera situada

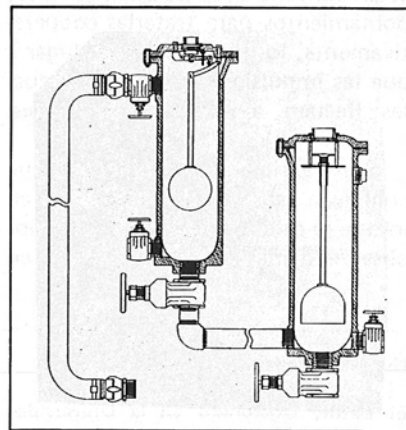


Figura 3.— Instalación dual del purgador y la ventosa para realizar las tres funciones en una sola instalación. Se incluyen las llaves de corte necesarias, así como la manguera de limpieza.

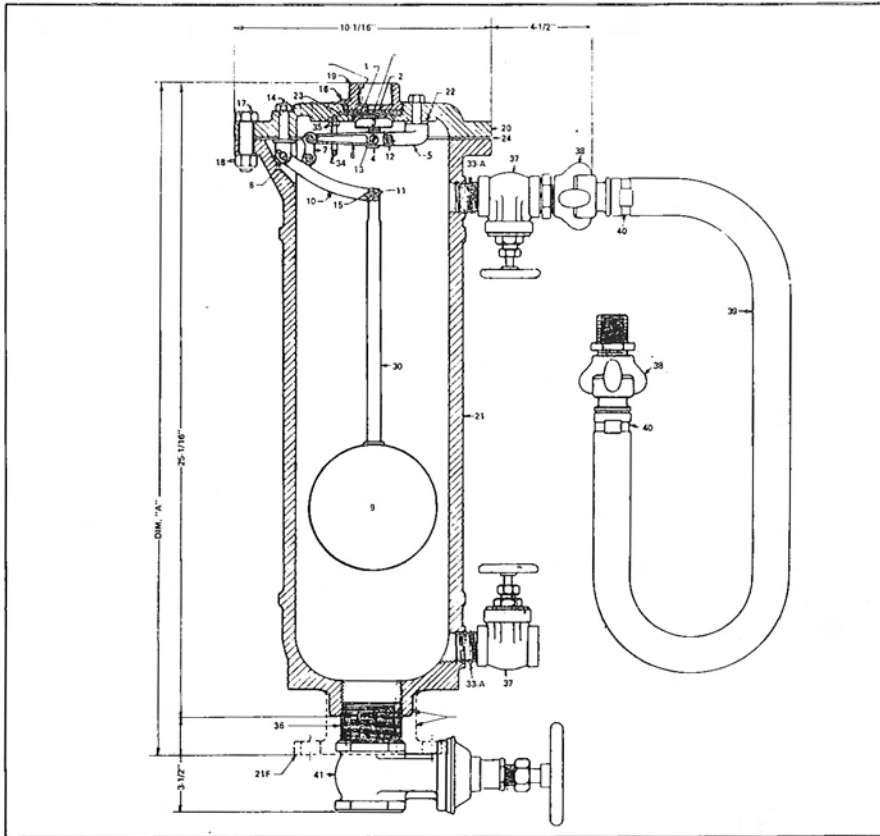


Figura 4.— Purgador automático con las válvulas necesarias así como con la manguera para su limpieza interior.

en la parte superior se inyecta agua, después de haber cerrado el grifo que une la válvula a la conducción. Se abre entonces la llave lateral situada abajo, por donde se evacuarán los sólidos acumulados en el interior. Hay otros sistemas más sencillos de limpieza, pero no entramos en ellos por no alargar esta comunicación.

No nos extenderemos tampoco sobre el dimensionamiento ni la frecuencia de colocación de este tipo de válvulas. No obstante indicaremos que una buena válvula aireadora, que funcione, fiable, puede ser de diámetro mucho menor que el que se suele aconsejar (que es de la cuarta a la sexta parte del diámetro de la tubería). En cuanto a la frecuencia recomendamos que no se separen más de 500 m. Respecto al modelo a usar, los purgadores pueden ser tres veces más frecuentes que las ventosas.

Cada caso merece un estudio particular, pues la elección de los airea-

dores depende de los quiebros y su ángulo, longitud de los tramos horizontales o de pendiente uniforme, longitud de la impulsión, presiones de impulsión y del golpe de ariete, diámetro de los tubos y material con que están fabricados, así como del caudal bombeado.

Dado que parte de las experiencias sobre válvulas aireadoras (ventosas y purgadores) para aguas limpias se pueden extrapolar para aguas residuales, listamos al final unas referencias de publicaciones sobre el tema.

Como final reproducimos las palabras del Ingeniero Enrique Mendiluce, ampliamente conocido por sus análisis del golpe de ariete y fórmula del tiempo de parada, ventosas, etc.: *"Como estos poco gratos contratiempos (las roturas en tuberías), implican generalmente al director de obra, al constructor y al fabricante de la tubería, de forma difícil de discriminar, se procura resolver la situación*

*de la manera más discreta posible, lo que es causa de la escasa divulgación de este tipo de averías y del nulo o escaso aleccionamiento general que de estas se obtiene"* (Tomado de la Referencia 1).

#### REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA SOBRE EL TEMA:

- (1) Enrique Mendiluce. "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías". REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Marzo 1984.
- (2) Manuel Mateos. "Comentarios a la publicación anterior". REVISTA DE OBRAS PUBLICAS Septiembre 1984.
- (3) Enrique Mendiluce. "Desaireación de tuberías". CIMBRA, Julio 1984.
- (4) Manuel Mateos. "Comentarios a la publicación anterior". CIMBRA, Agosto-Septiembre 1984
- (5) Manuel Mateos. "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales". CIMBRA, Julio 1984.
- (6) Manuel Mateos. "Válvulas especiales para aguas sucias". CIMBRA, Febrero 1984.
- (7) Manuel Mateos. "Mejora de las impulsiones de aguas negras". TECNOLOGIA DEL AGUA, Marzo, 1983.
- (8) Manuel Mateos. "Ventosas - Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos distintos". REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Agosto 1985.
- (9) Manuel Mateos. "Tres aspectos poco considerados en la seguridad de las presas: Dimensionamiento adecuado de ventosas, etc." CIMBRA, Mayo 1985





Por. Manuel Mateos  
Ingeniero de Caminos.  
Ing. Obras Públicas  
Master of Science

# Válvulas para hidráulica (aguas) y su automatización

Las válvulas automáticas para hidráulica (abastecimientos y saneamientos de agua) no son nada nuevo. Por ejemplo la casa ROSS, de Estados Unidos, fue pionera en el desarrollo de válvulas **reductoras-reguladoras** de presión hace más de 100 años. La regulación de estas válvulas, que mantienen siempre la misma presión agua abajo —independientemente del caudal consumido— se hizo tomando la energía necesaria para el movimiento de la válvula de las presiones en la tubería agua arriba y agua abajo del punto donde se sitúa la válvula.

Otras válvulas automáticas conocidas son las de **flotador** que toman su energía del efecto boyante de este. Aparte de estos dos tipos de válvulas automáticas existen también los siguientes:

**Mantenedoras.** Sólo se abren si la presión agua arriba rebasa una presión mínima pre-establecida.

**De alivio.** O también llamadas de seguridad, se abren cuando la presión en la red aumenta, por un golpe de ariete, por ejemplo, existen básicamente dos modelos:

- a) El tradicional de muelle y tapón.
- b) El de cámaras internas.

Estas últimas son más fiables para eliminar el golpe de ariete ya que se abren enteramente al producirse un ligero aumento en la presión normal del agua dentro de la tubería.

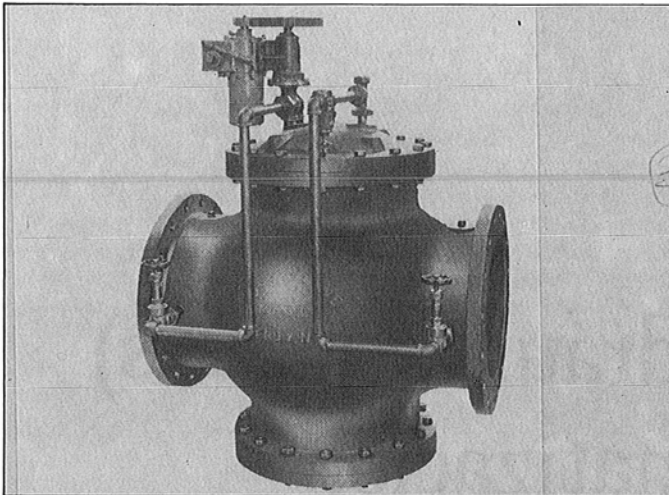
**De Seguridad Anti-Inundaciones.** Estas válvulas se cierran al aumentar excesivamente el caudal que pasa por una tubería debido a haber ocurrido una rotura de importancia. Existen dos modelos:

- a) Los que actúan por sobrevelocidad.
- b) Los que actúan al captar la bajada en la presión del agua dentro de la tubería.

**Optimizadoras de Bombeos.** Estas válvulas trabajan conectadas a las bombas. No se abren hasta que las bombas hayan llegado a su punto óptimo de funcionamiento. Se cierran antes que se apaguen las bombas para disminuir el golpe de ariete. Si hay un fallo en la corriente eléctrica se cierran con rapidez (regulable, para no crear el temido golpe de ariete). Si hay una rotura en la tubería pueden sentir la bajada en la presión y para el sistema de bombeo para no desperdiciar el agua o causar costosas inundaciones.

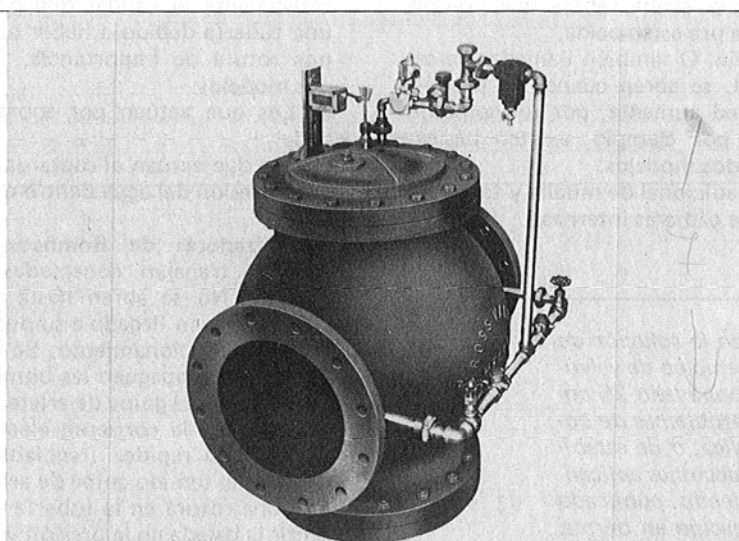
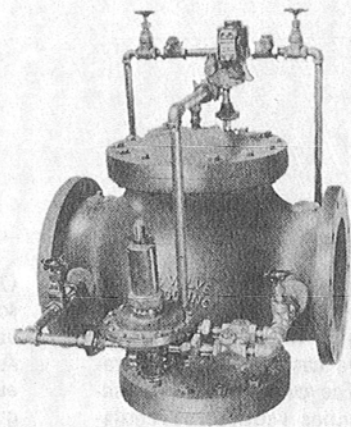
**Otros Tipos.** Existen otros tipos de Válvulas, principalmente para realizar funciones múltiples, como reguladora más de retención, reguladora más mantenedora, reguladora más de llenado de depósitos, reguladora que

*\* Manuel Mateos está especializado en la solución de problemas de hidráulica mediante el empleo de válvulas especiales, tema sobre el que ha publicado 25 comunicaciones. También ha resuelto problemas de corrosión, empleando protección catódica, o de estabilidad de laderas donde existían conducciones aplicando soluciones físico-químicas, habiendo publicado 50 comunicaciones sobre su investigación en tierras. Su labor mundial ha sido reconocida en "Who's Who in the World", "Men of Achievement", "Who's Who in Western Europe", "Sigma Xi", etc. Es miembro de varias Asociaciones profesionales y científicas y ha estudiado o trabajado en varios países. Actualmente enseña en la Escuela de Ingeniería T. de Obras Públicas de la Universidad Politécnica de Madrid, y es Director Técnico de Válvulas Automáticas Ross.*



Válvula motorizada para mando automático in-situ o a distancia, que realiza la labor de reguladora de la presión agua abajo. Requiere un mínimo de consumo eléctrico ya que lo que se manda es el motor que actúa sobre la cabeza del piloto. La energía para mover la válvula en sí la toma entonces el piloto de la presión dentro de las tuberías.

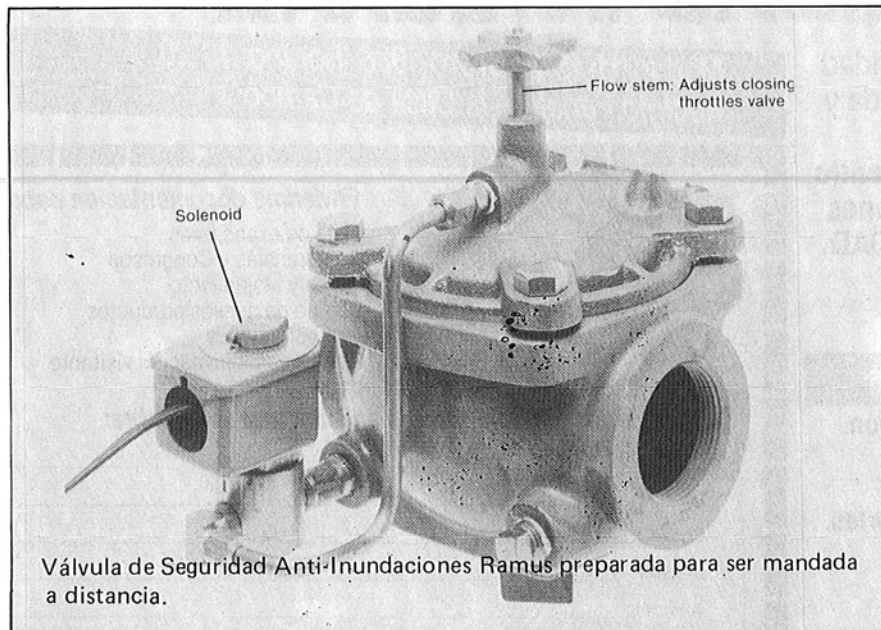
Válvula de doble acción para llenado y vaciado de depósitos por la misma tubería, condición útil para depósitos de cola. A esta válvula se le ha acoplado un sistema de solenoide (parte de arriba) para mando a distancia. Las funciones que se han podido realizar con este tipo de válvulas son muy numerosas. Citemos por ejemplo que se diseñó una válvula para mantener un caudal constante en un canal que tomaba gran agua de una presa donde la altura del agua fluctuaba; esto se hizo con una válvula y un sistema barato de un ordenador.



Válvula para optimización de bombes, sin pilotos, totalmente electrificada. Funciona en coordinación con las bombas, mejorando su funcionamiento y disminuyendo sus roturas. Elimina casi totalmente el golpe de ariete aún en el caso de un fallo de corriente intempestivo. Se han instalado varias, entre ellas tres en Saucelle (Salamanca) en una elevación total de más de 500 m. de altura repartida en tres bombes, y donde se consiguió rebajar el golpe de ariete de unos 45 bares a solamente 22, siendo la presión de impulsión de 18 bares.

- Comentarios al artículo "Chimeneas de Equilibrio en Instalaciones de Bombeo", por M. Mateos. *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Enero 1983.
- "Válvulas Reductoras de Presión con Funciones Adicionales", por M. Mateos. *CIMBRA*, Julio 1983.
- "Válvulas Mantenedoras de Presión: Funcionamiento y Aplicaciones Prácticas", por M. Mateos, *Noviembre 1983*.
- "Factores Determinantes en la Elección de una Válvula para Controlar el Llenado de Depósitos de Agua", por M. Mateos. *Septiembre 1984*.

**VALVULAS PARA HIDRAULICA  
(AGUAS) Y SU AUTOMATIZACION**

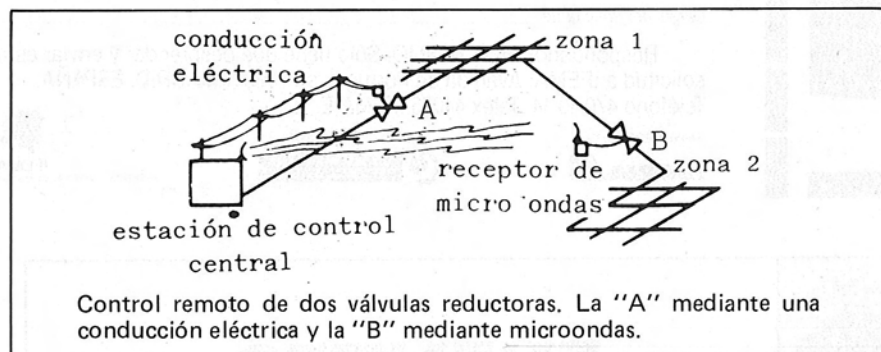


Válvula de Seguridad Anti-Inundaciones Ramus preparada para ser mandada a distancia.

de apertura, cierre, o modulación de válvulas. De esta forma hemos realizado sistemas de válvulas de cualquier tamaño que necesitaban tan sólo 9 vatios a 24 voltios.

En las Figuras y fotos que se acompañan se presentan algunos tipos de válvulas automatizables con los que hemos plasmado también parte de nuestra experiencia en automatismo de válvulas.

**Bibliografía sobre experiencias con válvulas automáticas:**



Control remoto de dos válvulas reductoras. La "A" mediante una conducción eléctrica y la "B" mediante microondas.

– "Válvulas Reductoras de Presión de Agua: Funcionamiento y Aplicaciones Prácticas", por M. Mateos. CIMBRA, Abril 1980.

– "Abajo las Válvulas de Flotador", por M. Mateos. CIMBRA, Octubre 1981.

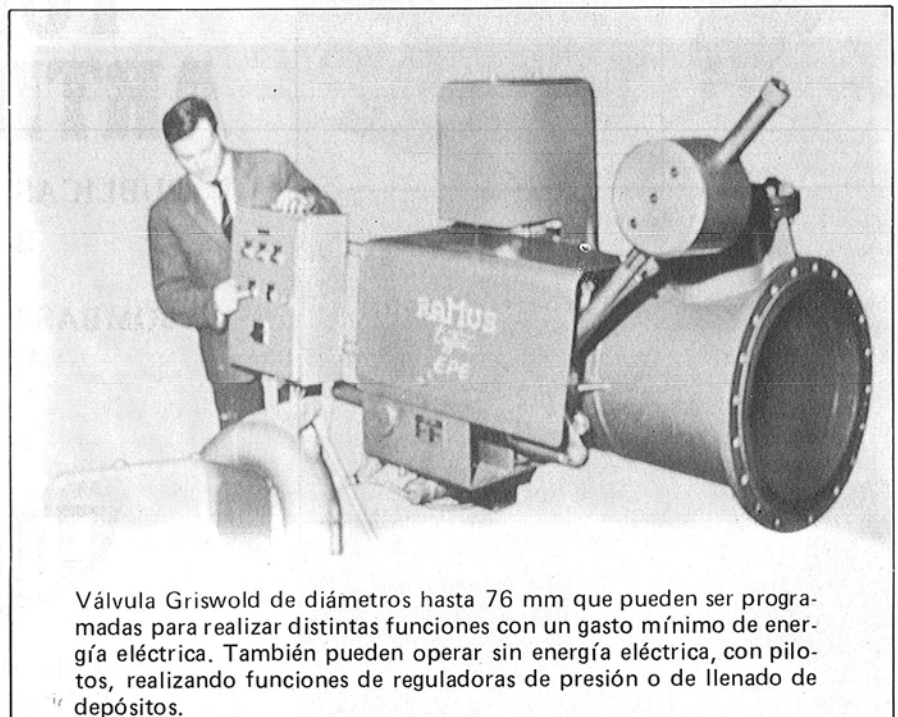
– "Seguridad en las Válvulas Reductoras de Presión", por M. Mateos. Diciembre 1982.

– "Adios, Golpe de Ariete", por M. Mateos. CIMBRA, Junio 1982.

permita el flujo en sentido contrario, reguladora más anti-inundaciones etc., por no mencionar más que las funciones extra que puede realizar un tipo de válvulas automáticas (las reductoras).

Algunos fabricantes de los anteriores modelos de válvulas han tenido en cuenta, desde hace varios años, la posibilidad de que sus válvulas puedan ser mandadas a distancia o regulables desde un panel central, o que funcionen en conexión con un ordenador programado para que la válvula realice funciones especiales.

Lo ideal en el mando automatizado mediante el empleo de electricidad es trabajar con poco voltaje y poca potencia. Para ello lo más adecuado es actuar eléctricamente sobre pilotos externos y que éstos a su vez comanden la válvula en sí. Así se pueden emplear solenoides que por su poco consumo pueden estar alimentados por energía solar. A este sistema se le pueden acoplar ordenadores para realizar distintas operaciones, como



Válvula Griswold de diámetros hasta 76 mm que pueden ser programadas para realizar distintas funciones con un gasto mínimo de energía eléctrica. También pueden operar sin energía eléctrica, con pilotos, realizando funciones de reguladoras de presión o de llenado de depósitos.





# VALVULAS PARA LLENADO DE DEPOSITOS

Por Manuel Mateos de Vicente

Presidente de Válvulas Automáticas Ross, S.A.

(Este informe es una reproducción del capítulo 10 del libro "Diseño de Depósitos de Agua", publicado por Editorial Técnica Bellisco)

## RESUMEN

Se analiza este tipo de válvulas, tanto de flotador como sin flotador (tipo altitud). Se presenta una clasificación de tales válvulas, y también se indican los factores que hay que tener en cuenta para su selección. Se comenta el posible golpe de ariete, cavitación y eliminación de ruidos. Hay esquemas para su instalación, incluido uno sobre apertura diferida. De interés es la lista de posibles fallos, tema que no se suele tratar en esta clase de publicaciones.

Palabras clave: Válvulas, depósitos, tuberías, flotadores.

## SUMMARY

### "AUTOMATIC VALVES FOR FILLING WATER RESERVOIRS"

Two types of valves are analyzed: Float and Altitude. Included is a classification of these valves as well as information on the factors to take into consideration to select the appropriate one. Water hammer, cavitation and the elimination of noises are also discussed. There are drawings indicating different installations, including one for delayed opening of the valves. A list of possible misdesigns and failures is also included.

Keywords: Valves, Altitude Valves, Float Valves, Reservoirs, Conduits.

## EL AGUA COMO BIEN SOCIAL

El agua es actualmente un bien caro. En algunas zonas escasea, y en los últimos años siempre hay zonas en alerta roja, es decir sin agua. Hay todavía conjuntos de pueblos cuyos depósitos carecen de válvulas de cierre, y donde al llenarse vierten libremente el agua al exterior. Este desperdicio de agua se tolera cada vez menos.

## FACTORES DE SELECCION DE LAS VALVULAS

La selección del modelo de válvulas más adecuado depende de una serie de parámetros, características y situaciones, que hay que analizar antes de tomar la decisión definitiva con el fin de optimizar su funcionamiento y rendimiento.

La selección depende de los siguientes factores:

1. La presión de entrada.
2. Clase de agua, agresiva o potable.
3. Para llenar sólo un compartimento.
4. Para llenar más compartimentos con la misma válvula.
5. Si existe peligro de heladas.
6. Si el depósito es enterrado, semienterrado o elevado.
7. En zona urbana se puede exigir un comportamiento silencioso.
8. Si el accionamiento es continuo o solamente en determinadas horas, o durante las horas nocturnas.
9. Si se desea una apertura diferida, después de haber bajado el nivel una cierta distancia.
10. Altura máxima de la lámina de agua sobre el punto de instalación de la válvula.
11. Que sirva solamente para llenar el depósito.
12. Que sirva para su llenado y vaciado (acción doble).
13. Que se desee instalarla en la cámara de llaves.
14. Que se desee instalarla dentro del depósito.
15. En un depósito elevado que se desee instalarla a nivel del suelo, en la cámara de llaves o arriba.
16. Que el agua entre por arriba, lateralmente o por debajo, y en este último caso si se prolonga la entrada hasta cerca de la lámina superior o si entra al nivel de la solera.
17. Si se desea un cierre hermético.
18. Si hay poco espacio para instalar un flotador.
19. Si se desea llenar el depósito solo con los excedentes de agua de la red.
20. Si existe electricidad en el depósito o no.

21. Si hay que temer golpes de ariete debido a cerrarse bruscamente la válvula.
22. Si la instalación es provisional o permanente.

**PELIGROS**

Hay válvulas para llenado de depósitos que han explotado saltando en pedazos matando o hiriendo a técnicos que estaban en las casetas de válvulas. Una válvula que cierre repentinamente y pare la dinámica de un flujo en una tubería de varios kilómetros, puede dar lugar a sobrepresiones extremadamente altas, que pueden causar su rotura o la de la tubería. En este caso conviene colocar una válvula de alivio de sobrepresiones.

**DENOMINACIONES**

Se entenderá por válvula de flotador aquella que tiene una boya cuya acción regula la apertura o cierre.

La válvula de flotador de acción directa son aquéllas en las que el flotador actúa directamente sobre un tapón, pistón, diafragma o lenteja tipo mariposa o compuerta.

Una válvula compensada es aquella cuya acción, por el flotador o por pilotos, no es directa sino que actúa por el vaciado de cámaras amortiguadoras internas.

Las válvulas de altitud son aquellas que no tienen flotador, por estar mandadas por pilotos. Se colocan por debajo de la lámina máxima de agua del depósito; suelen usarse en depósitos elevados, colocadas a nivel del suelo, o en la cámara de llaves.

**ACTUACION**

- Las válvulas pueden actuar:
- por sí solas, o comandadas
  - por la acción boyante del flotador
  - por las presiones del agua captadas por pilotos
  - por energía eléctrica
  - colocadas in situ, o distantes

**CLASIFICACION**

Conviene clasificar de alguna manera este tipo de válvulas. Por sus actuadores se pueden tener:

1. De flotador de acción directa
2. De flotador compensada
3. De mariposa o compuerta con motor
4. De flotador, compensada y con piloto
5. La anterior con solenoide
6. De altitud
7. De altitud con solenoide
8. De varias funciones

Las tres primeras se colocan dentro del depósito. Las de flotador compensadas se pueden colocar dentro del depósito o en cámara de llaves. Las de altitud

se colocan siempre al exterior del depósito. Las de varias funciones pueden ir tanto dentro como fuera del depósito.

**PRESIONES**

Es de suma importancia el análisis de las presiones dinámicas, o de trabajo (presión residual), en donde vaya a instalarse la válvula. Así se pueden formar los siguientes grupos:

- Para muy baja presión (hasta 10 metros de columna de agua)
- Para baja presión (de 10 a 30 m.c.a.)
- Para media presión (de 30 a 50 m.c.a.)
- Para alta presión (más de 50 m.c.a.)

Se debe tener en cuenta además la presión estática a válvula cerrada. Hay algunas válvulas que una vez cerradas, como la presión estática sea alta, no se vuelven a abrir. Generalmente no hay problemas hasta 6 atm. de presión a válvula cerrada (estática).

**SELECCION POR SU ACTUACION**

Las válvulas de flotador de acción directa (**Figura 1**) suelen funcionar adecuadamente para bajas presiones dinámicas, y hasta 6 atm. de presión estática. No obstante, conviene consultar lo anterior con el fabricante. Algunas se cierran muy rápidamente, lo que puede dar lugar a sobrepresiones peligrosas, que pueden hacer explotar la válvula.

Las que funcionan con motor eléctrico no son absolutamente automáticas, pues puede fallar la electricidad (Ver bibliografía Nº 1 y 9 al final de este Capítulo). Suelen actuar por un motor que capta la elevación del agua por sensores colocados dentro del depósito. Suelen tener más problemas de mantenimiento que las que son completamente automáticas.

Las de flotador compensadas y con piloto son válvulas que se pueden considerar de alta tecnología comparadas con las tradicionales de flotador y tapón. No nos extendemos sobre su funcionamiento, por haberlo explicado en otro lugar (Ver la sección sobre Funcionamiento en el Capítulo 4 del libro

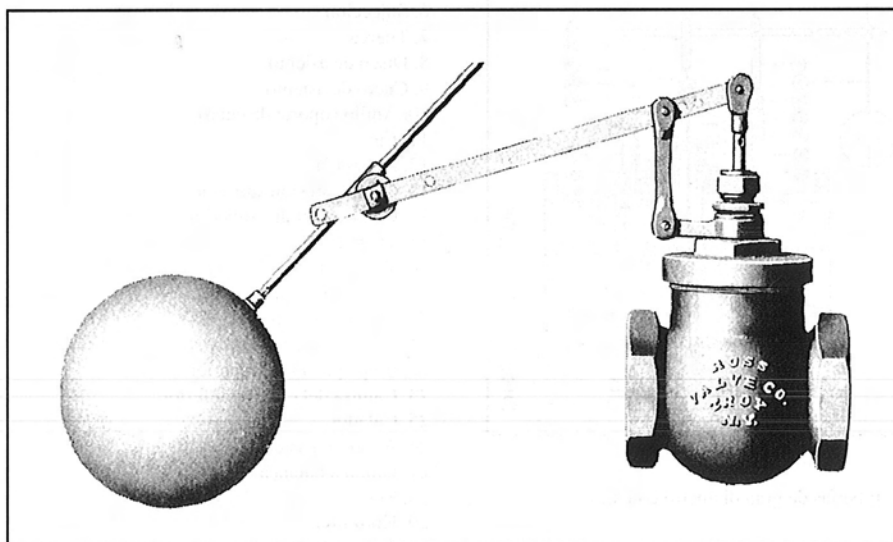


Figura 1 Válvula de flotador de acción directa.

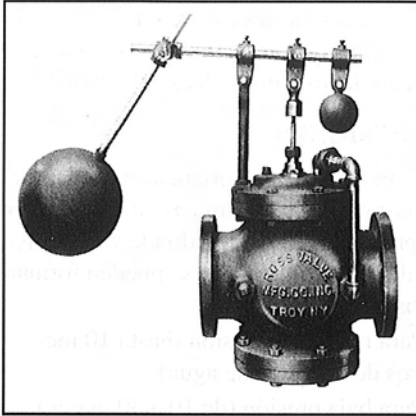


Figura 2. (a)

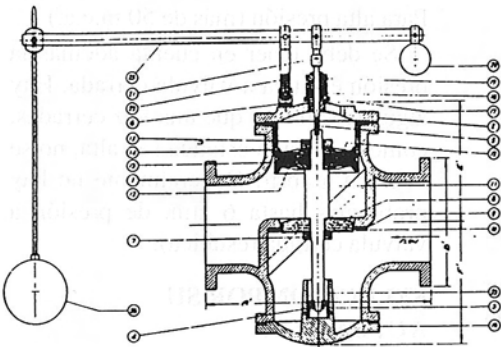


Figura 2. (b) Válvula Ross de acción directa para grandes diámetros y poca presión.

LISTA DE PARTES

1. Carcasa
2. Tapa
3. Guía inferior del eje
4. Tuerca inferior
5. Varilla
6. Sujeción
7. Tuerca
8. Asiento del disco
9. Cueros de asiento
10. Anillo del asiento
11. Eje
12. Platos (2)
13. Cueros pistón Superior (2)
14. Cilindro
15. Tuerca
16. Tapa de fondo
17. Caja de empaquetaduras
18. Empaquetadura Superior
19. Tapón superior
20. Contrapeso
21. Horquilla
22. Unión a palanca
23. Cilindro inferior
25. Leva
26. Flotador.

"Válvulas para abastecimientos de aguas", por M. Mateos, en esta colección "Editorial Bellisco"). Existe una muy amplia variedad de modelos, dependiendo de las condiciones de cada instalación y de las prestaciones deseadas. En las Figuras 2 a 5 se pueden ver algunos modelos para tuberías de grandes diámetros. No deben originar sobrepresiones al cerrarse, pues lo hacen lentamente. Pueden actuar mediante válvulas de solenoide, que necesitan muy poca energía eléctrica, que suele ser producida in-situ por paneles de energía solar y una batería de coche.

Válvulas de altitud (Figuras 6 a 8) son aquellas que actúan por pilotos que captan las presiones agua abajo. Se desarrollaron para control de la altura del agua en depósitos elevados. Se colocan a nivel del terreno; no hace falta elevarlas para meterlas dentro del depósito, lo que aminora los costes de implantación de la válvula. Necesitan una altura mínima de agua detrás de la válvula, para actuar, generalmente del orden de 10 m. Recurriendo a captadores de presión, o

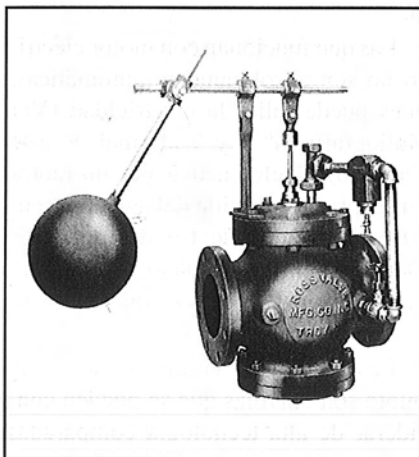
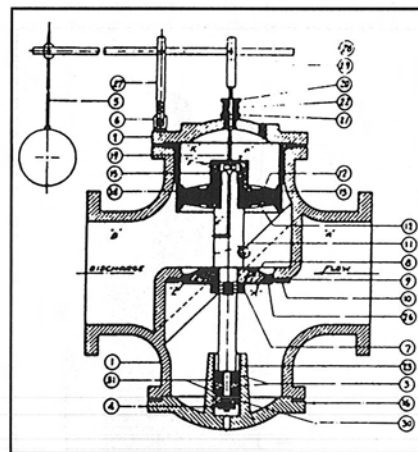


Figura 3.

Válvula de acción directa ayudada por piloto interno. Para tuberías de gran diámetro con altas presiones.



LISTA DE PARTES

1. Carcasa
2. Tapa
3. Cilindro inferior
4. Tuerca inferior
5. Flotador y varilla
6. Sujeción
7. Tuerca
8. Disco de asiento
9. Cuero de asiento
10. Anillo soporte de cuero
11. Eje
12. Platos (2)
13. Cueros presión superior
14. Camisa cilindro superior
15. Tuerca
16. Tapa de fondo
19. Varilla del piloto
20. Tapón Superior
21. Caja de empaquetaduras
22. Empaquetadora superior
23. Camisa del cilindro inferior
25. Calador
26. Anillo del asiento
27. Unión a palanca
28. Leva
29. Horquilla
30. Tuerca de guía inferior
31. Cueros pistón inferior

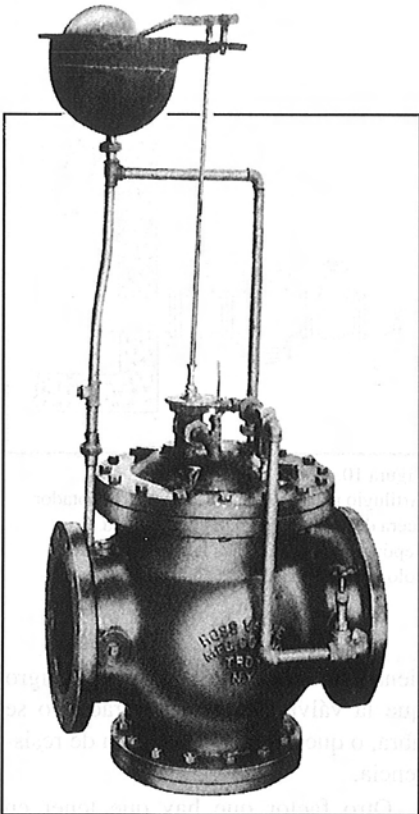


Figura 4. Válvula Ross que se coloca fuera del depósito, con el flotador también en la cámara de llaves.

pilotos especiales, en válvulas no modulantes (todo o nada) se ha conseguido tener válvulas operacionales con altura máxima de la lámina de agua del orden de los 3 m. por encima de la cota de la válvula (Figura 7).

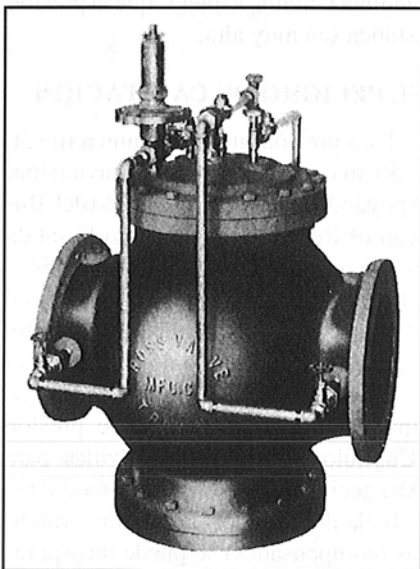


Figura 6. Válvula Ross de altitud, simple.

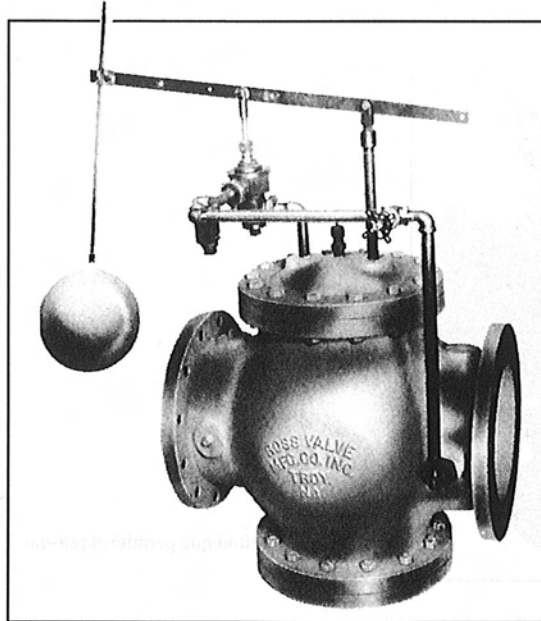


Figura 5. Válvula que puede colocarse dentro del depósito o en la cámara de llaves. En este último caso se puede desplazar el conjunto flotador-piloto para instalarlo dentro del depósito.

Las válvulas de altitud permiten que en los depósitos semienterrados el agua entre por el fondo. Si en un depósito con válvula de altitud, el agua no entra por el fondo, hay que conectar la parte de salida del agua, mediante un tubo de pequeño diámetro, con otra tubería de salida del agua del depósito, ó directamente con este para tener siempre la presión del agua que haya dentro del depósito.

#### SELECCION POR FLOTADOR O POR ALTITUD

Si la válvula tiene que ir dentro del depósito, o fuera, pero a la altura de la máxima lámina de agua, solo es posible colocar válvulas de flotador. En las Figuras 9 a 11 se puede ver una variedad de métodos de colocación.

Las válvulas de altitud Ross, por ejemplo, necesitan al menos 3,5 m de columna de agua para poder actuar; a

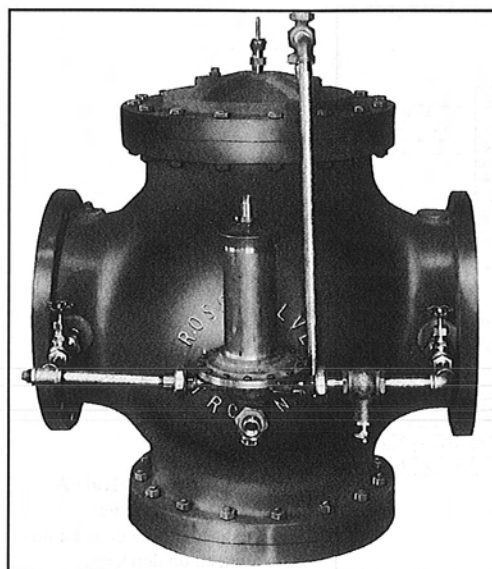


Figura 7. Válvula de altitud de gran sensibilidad.



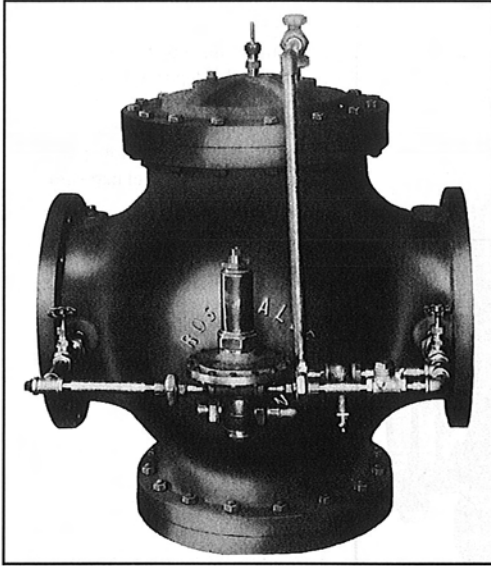


Figura 8.  
Válvula de altitud que permite el retorno del flujo.

veces se necesita más altura de agua, dependiendo del diseño de la válvula y pilotos. Algunas válvulas con flotador itinerante (que se puede colocar a más o menos distancia y altura del cuerpo de la válvula) pueden hacer la misma función que una de altitud simple.

Cuando se forma hielo en el depósito, o en los tubos exteriores de conexión de las válvulas de flotador, hay que sobrepasar la instalación de una válvula de altitud, ya que éstas están menos afectadas por las heladas. Las de altitud son

también insustituibles en algunos casos; como por ejemplo en un depósito de cola que se llene por la noche y contribuya al suministro durante el día; en este caso se puede colocar una válvula de altitud reversible.

#### LA PRESION COMO FACTOR DE ATASCO

Ya se ha indicado que conviene tener en cuenta la presión estática (es decir a válvula cerrada). Algunas válvulas sólo soportan hasta 12 m.c.a.; otras hasta 60 m.c.a. y otras hasta 120 m.c.a. Si no se

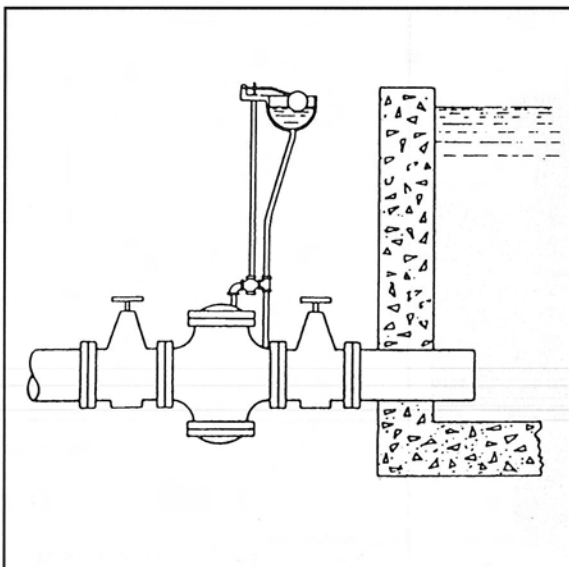


Figura 9.  
Caso especial de válvula de flotador para mantener constante la altura de la lámina de agua en un depósito.

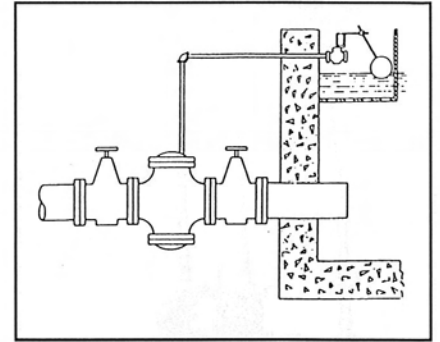


Figura 10.  
Artilugio para colocar una válvula de flotador fuera de un depósito. De gran utilidad en depósitos elevados, pues la válvula puede colocarse en una arqueta, bajo tierra.

tiene esto en cuenta se corre el peligro que la válvula una vez cerrada no se abra, o que se rompa por falta de resistencia.

Otro factor que hay que tener en cuenta es la presión dinámica, que es la presión teórica suponiendo una velocidad del agua y unas pérdidas de carga por rozamiento (coeficiente j).

Para muy baja presión agua arriba dinámica (hasta 10 m.c.a.) hay que cerciorarse que la válvula tenga un flotador que ejerza la presión suficiente para cerrarse.

Para baja presión dinámica (10 a 30 m.c.a.) no suele haber problemas con ninguna válvula, a menos que la presión estática sea muy alta.

#### EL PELIGRO DE CAVITACION

Para presión media dinámica (de 30 a 50 m.c.a.) puede existir cavitación. Apoyándose en la **Figura 12** (del Bureau of Reclamation) y como la salida es a la atmósfera (cero m.c.a.) empieza a haber cavitación, en teoría, a partir de 30 m.c.a. de presión dinámica. Por ello, y para estar en el lado de la seguridad, se puede recomendar la instalación de una válvula mantenedora de presión (Capítulo 5 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas") antes de la válvula del flotador. En algunas válvulas (compensadas) se puede incorporar el piloto mantenedor en el cuerpo de la válvula de flotador o de altitud.

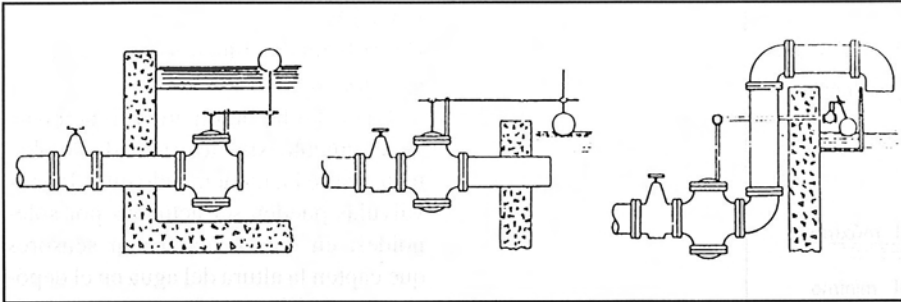


Figura 11. Otros procedimientos poco corrientes para instalar válvulas de flotador.

Para alta presión dinámica (más de 50 m.c.a.) se recomienda, en general, instalar además una válvula reductora de presión antes de la válvula mantenedora. La secuencia desde el final sería:

1. Válvula de flotador o altitud.
2. Válvula mantenedora, o piloto mantenedor.
3. Válvula reductora de presión.

Si las presiones fueran muy altas sería necesario colocar dos válvulas reductoras de presión en vez de una.

**FUNCIONES MULTIPLES**

Ya se ha mencionado que algunas válvulas de flotador pueden realizar más de una función en el mismo cuerpo. Por ejemplo:

- Flotador más mantenedora.

- Altitud más mantenedora.
- Altitud o flotador con apertura diferida.

**APERTURA DIFERIDA**

La apertura diferida de válvulas de control del llenado de aljibes o depósitos de agua es un problema que se presenta cada vez con más frecuencia. Esto es debido a la proliferación de impulsiones, carestía y escasez de agua, y tarifas nocturnas eléctricas más baratas. La apertura diferida de las válvulas de control de llenado de depósitos se puede realizar con varios modelos tanto del tipo de flotador como de altitud. A continuación se exponen unos casos típicos.

**CASO A.**

Hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que el agua haya descendido unos centímetros.

Este caso es muy fácil de solucionar con algunos modelos de válvulas de flotador. Para ello se cambia el sistema normal de unión de la boya a la varilla, haciendo que ésta pueda recorrer una cierta distancia antes de accionar el mecanismo de apertura o cierre de la válvula. Se puede decir que se coloca una boya itinerante, con una varilla que lleva unos topes arriba y abajo de la palanca de la válvula, que hacen que ésta se abra o se cierre de una forma retardada. Este artilugio (Figura 13) tiene el inconveniente, que hay un límite muy estricto al recorrido de la boya,

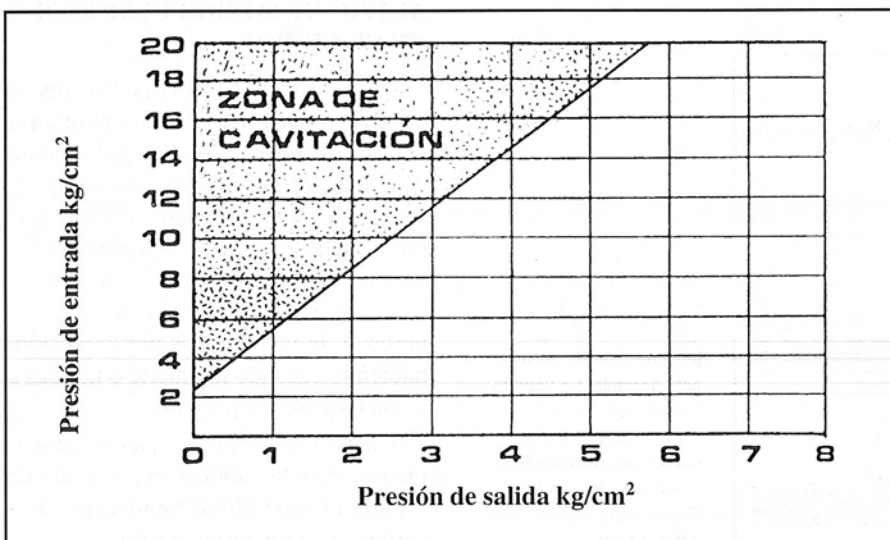


Figura 12. Gráfico de cavitación. El uso continuado de una válvula en el área sombreada puede causar deterioro de las partes internas.

Una vez elegido el tamaño de la válvula, situar en la tabla las presiones de entrada y salida. Si el punto de intersección queda situado en la parte sombreada, puede haber cavitación. La parte sombreada de la tabla está basada en un índice de cavitación (K) de 0,5 derivado de la fórmula

$$K = (P_s - P_v) : (P_e - P_s);$$

siendo  $P_e$  = presión de entrada;  $P_s$  = presión de salida,  $P_v$  = presión de vapor relativa a la atmosférica.

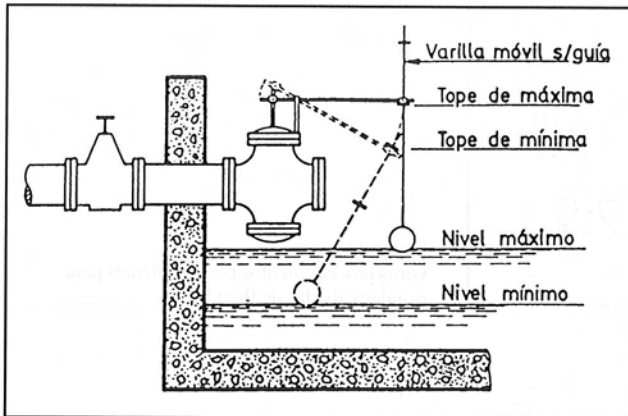


Figura 13.  
Dispositivo para retardar la apertura de una válvula de flotador.

generalmente del orden de medio metro, aunque con cierta clase de válvulas y en condiciones extremas se puede llegar a un metro.

**CASO B.**

Hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que el agua haya descendido una distancia importante por debajo de la lámina máxima de agua.

Este caso se soluciona de una manera muy sencilla con válvulas compensadas de flotador itinerante. La válvula se instala en la cámara de llaves y el flotador en una pequeña cámara situada en el depósito; esta cámara lleva una salida que está regulada por otro flotador secundario colocado por debajo. (ver Figura 14). Cuando el agua baja hasta hacer actuar el flotador secundario, se vacía la cámara del nivel máximo, don-

de está el flotador que regula el mando a distancia de la válvula, con lo cual ésta se abre. Por este método se puede hacer que el agua descienda en el depósito hasta la cota deseada, pues no hay más limitaciones que las naturales del depósito y de la presión del agua en la tubería.

**CASO C.**

Hacer que una válvula de llenado de depósitos, tipo altitud, se abra cuando el agua haya descendido hasta una cota determinada

Para solucionar este caso se coloca en la válvula un piloto adicional. Estos pilotos se regulan fácilmente in-situ para cambiar tanto la altura de la lámina máxima de agua, como la cota del nivel mínimo al que se desee que la válvula se vuelva a abrir.

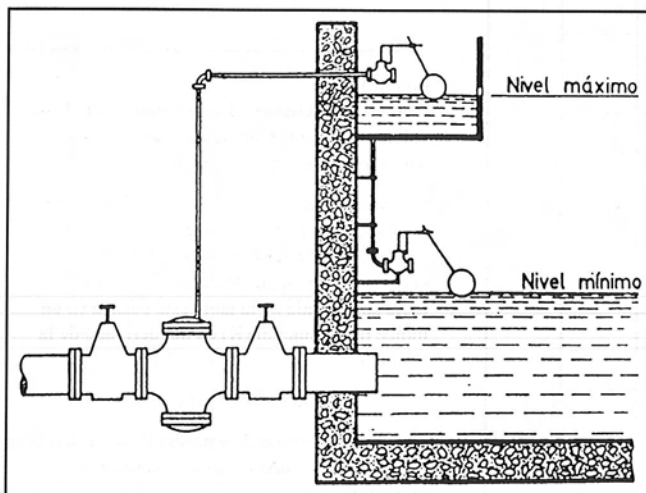


Figura 14.  
Dispositivo para hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que la lámina de agua haya descendido hasta la cota deseada. La válvula va colocada en la cámara de llaves y puede suministrar agua como se indica en la Figura o por la parte alta del depósito.

**CASO D.**

Hacer la misma función anterior pero por electricidad.

Las válvulas automáticas funcionan, generalmente, sin electricidad. No obstante, ya se ha mencionado que algunas válvulas pueden ser actuadas por solenoides, en combinación con sensores que capten la altura del agua en el depósito (ver la Figura 15).

**CASO E.**

Hacer que se llene un depósito solamente cuando haya excedentes de agua en la red de suministro.

Este caso se presenta cuando se tiene un depósito en una ciudad entre dos zonas de suministro de agua, y se quiere llenar un depósito cuando haya excedentes de agua en una zona, para no afectar un suministro. El depósito se alimenta con los excesos de una zona y suministra a otra zona. La solución se lleva a cabo instalando una válvula mantenedora de presión con doble función de altitud (o de flotador). Si el depósito se está llenando por estar la presión por encima de la de tarado, y baja la presión por debajo, la válvula se cerrará. No se volverá a abrir hasta que la presión vuelva a subir por encima del tarado. Al mismo tiempo si el depósito llega a llenarse, la válvula se cerrará para impedir que el agua desborde, aunque la presión agua arriba esté muy por encima de la de tarado.

**ALIVIO DE SOBREPRESIONES EN EL CIERRE**

Algunas válvulas del tipo flotador se cierran bruscamente. Esto comporta una parada instantánea del movimiento del flujo, lo que origina una sobrepresión, que puede ser muy superior a la presión estática en conducciones de bajada (anti-impulsiones). El aumento de presión puede causar roturas de las tuberías o de las válvulas por explosión, habiendo causado la muerte o heridas a técnicos y otros operarios.

Cuando una válvula cierra bruscamente, se debe colocar una válvula de seguridad o de alivio rápido, que descargue en el mismo depósito.

**INTEGRACION EN UN SISTEMA DE IMPULSION O ANTI-IMPULSION**

Se entenderá como "anti-impulsión" toda conducción cuyo caudal discurre hacia abajo ayudado por un bombeo. Esto puede suceder cuando la conducción es larga, y las pérdidas de carga por rozamiento son excesivas.

Una vez que el depósito, situado al final de la impulsión o anti-impulsión, esté lleno y se haya cerrado la válvula de flotador, es necesario parar el bombeo. Esto se puede conseguir basándose en alguna de las dos situaciones siguientes:

- el aumento de presión en la conducción
- la reducción de la velocidad del flujo a cero.

Para el primer caso hemos recomendado que se coloque un presiómetro junto al bombeo y para el segundo una paleta que capte el movimiento o la quietud del agua en la conducción. Cualquiera de los dos métodos anteriores puede conducir a la parada de las bombas.

Hay quién recurre a hacerlo por radio, método que puede costar unas 50 veces más que cualquiera de los dos anteriores, y que puede tener interferencias. También hay quién comunica por cable el depósito con el bombeo para tener una comunicación eléctrica, método también muy caro, y como el de transmisión por radio, de mantenimiento costoso.

**RUIDOS**

Algunos depósitos se encuentran en ciudades, junto a edificios habitados. Hay tipos de válvulas que al cerrarse generan unos ruidos silbantes, molestos sobre todo en las horas nocturnas, de descanso. Hemos recomendado varios métodos para eliminar los ruidos.

1. Colocación de válvulas especiales.
2. Colocar la válvula lejos del depósito.
3. Forrar la válvula con material que absorba el ruido.

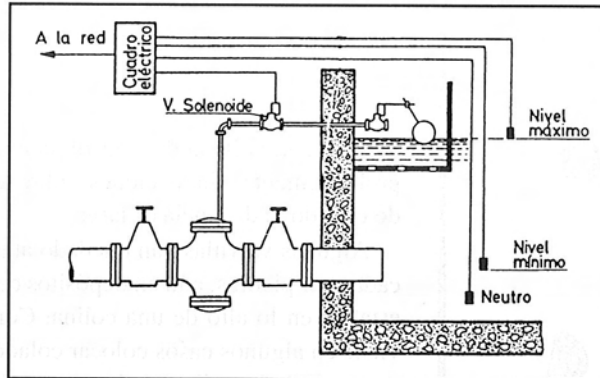


Figura 15. Dispositivo eléctrico para retardar la apertura de una válvula de llenado de depósitos de agua.

4. Colocar la válvula en una arqueta, y si hace falta rellenar la arqueta con material insonorizante.

**COLOCACION A DISTANCIA**

A veces por razones tales como:

- a. eliminación de ruidos
- b. carestía del terreno
- c. controlar varios depósitos a la vez

Se puede aprovechar la posibilidad que ofrecen algunas válvulas de ser colocadas a cierta distancia. Para este menester es preferible tratar de solucionar el problema con válvulas de altitud, pero también se puede hacer con válvulas especiales de flotador itinerante.

**EVACUACION DEL AIRE**

En ocasiones puede funcionar mal una válvula debido a que haya aire atrapado en alguna parte elevada de la tubería, impidiendo el paso del flujo al formar una especie de tapón. Esto se corrige colocando en los puntos altos una ventosa de calidad o un pequeño flotador de palancas (Ver Capítulo 10 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas", por M. Mateos, Editorial Bellisco, Madrid).

**FALLOS**

El fallo principal es la falta de definición de la válvula adecuada en los proyectos. En conferencias, clases, artículos y consultas he tratado de concienciar sobre el peligro que implica el colocar una válvula cualquiera, sin estudiar las condiciones locales.

Ya se ha indicado que las sobrepresiones han hecho estallar algunas válvulas saltando la metralla alrededor. Hay también válvulas que han salido disparadas contra el muro opuesto, como balas de cañón.

En ocasiones los codos que han quedado sin anclar, han salido despedidos al empezar a llenar la conducción.

Hay depósitos que se construyen sin tener en cuenta la existencia de las válvulas para el control de su llenado. Esto ha conducido a que en alguna ocasión hayamos tenido que diseñar una válvula o un flotador para el poco espacio disponible o para colocarlos entre muros aparentemente inútiles.

Al construir un depósito hay que tener en cuenta que el agua puede entrar por debajo y que se puede colocar la válvula fuera del depósito con flotador itinerante, o del tipo altitud.

Hay válvulas cuyo flotador se ha hecho de un metro de diámetro, o todo el conjunto de grandes dimensiones. Es importante saber que válvulas que regulan hasta 2.000 l/s pueden funcionar con un flotador de tan solo 25 cm de diámetro o sin flotador (por pilotos sensores).

Sabemos que algunas válvulas accionadas por radio actuaban al azar por haber interferencias por el paso de aviones o motocicletas.

Cuando existe comunicación por cable entre el depósito y la estación de bombeo, a veces no hay una respuesta

válida de la válvula de control, debido probablemente a inducciones, sobre todo cuando la distancia es larga.

Algunas válvulas han quedado atascadas por piedras, aún en depósitos que estaban en lo alto de una colina. Conviene en algunos casos colocar coladores antes de las válvulas de control del llenado de depósitos (ver Capítulo 14 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas").

#### **VALVULAS QUE EVITAN QUE SE VACIE UN DEPOSITO AL HABER UNA ROTURA EN LA CONDUCCION**

Es necesario tener presente la existencia de este tipo de válvulas, que están analizadas en el Capítulo 12 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas".

#### **INFORMACION PREVIA**

1. "Inconvenientes del accionamiento eléctrico de las válvulas para llenado de depósitos", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Núm. 34, 1987.
2. "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Septiembre 1984.
3. "Sistemas de seguridad en el llenado de depósitos", por M. Mateos, INDUEQUIPO, 1987.
4. "Selección de las válvulas de flotador para el llenado de depósitos", por M. Mateos, ARTE Y CEMENTO, 30 de Abril de 1987.
5. "La problemática del agua y las pérdidas en los depósitos", por M. Mateos, EL ALCALDE, Enero 1986.
6. "Optimización de anti-impulsiones", por M. Mateos, CIMBRA, Junio 1986.
7. "Métodos para programar aperturas diferidas de válvulas para llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1984.
8. "Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos", por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1986.

9. "Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para el llenado de depósitos", por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1983.
10. "Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1982.
11. "Abajo las válvulas de flotador", por M. Mateos, CIMBRA, Octubre 1981.
12. "Aspectos a considerar en el estudio de una válvula de flotador", por M. Mateos, Prontuario-Dietario, Colegio de Ing. T. de Obras Públicas de Madrid, 1984.





# Eliminación de la dependencia de energía eléctrica en válvulas automáticas de seguridad para evitar inundaciones

**Manuel Mateos, Dr. ICCP**  
Profesor Titular, Cátedra Obras Hidráulicas, EVITOP  
Universidad Politécnica de Madrid

En análisis de fallos en tuberías de abastecimiento de agua hemos observado las prestaciones de válvulas actuadas por energía eléctrica, concretamente con válvulas de apertura y cierre, de llenado de depósitos y de válvulas de seguridad contra inundaciones (que interrumpen el vaciado de depósitos o tuberías al haber una rotura de importancia).

Débito a que el suministro de energía eléctrica es algo que puede quedar interrumpido de forma imprevista, se debe prever que en tal caso se suspendería el funcionamiento normal de las válvulas accionadas por dicha energía, lo que puede originar desastres.

Las interrupciones en el suministro de energía eléctrica no son infrecuentes y en contadas ocasiones pueden llegar a afectar a gran parte del

territorio español, como sucedió el 30 de diciembre de 1980, cuando media España quedó sin electricidad. La continuidad en el suministro de energía eléctrica se puede conseguir mediante instalaciones de grupos generadores automáticos, o por acumuladores; pero estas soluciones implican un incremento en los costes y un mantenimiento con comprobaciones periódicas que encarecen toda instalación.

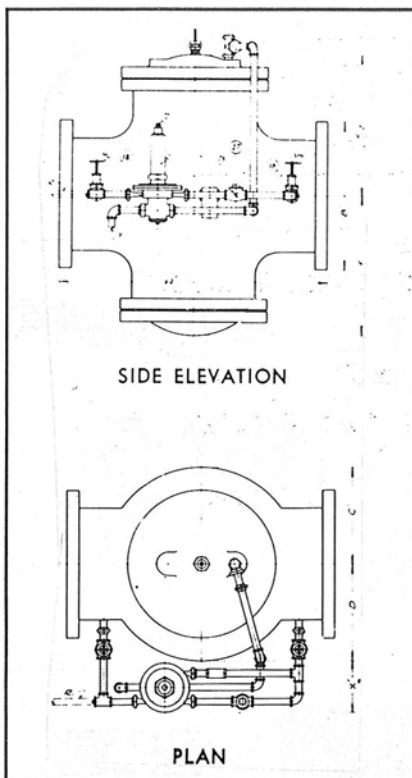
Debido a la crisis energética hemos de considerar siempre las fuentes alternativas de energía. Gran parte de la energía consumida procede de centrales que queman combustibles derivados del petróleo, del carbón, o de las conflictivas centrales nucleares. Por ello es mejor tomarla, para el funcionamiento de las válvulas, gratis

de la misma energía que llevan dentro las tuberías.

Se comenta a continuación el caso de la utilización de la electricidad en instalaciones de válvulas de seguridad que se cierran al haber una rotura para evitar inundaciones.

Estas válvulas se construyen preparadas para cerrarse ante una emergencia y evitar que se vacíe un depósito de agua, o parte de una red de distribución, cuando ocurre una rotura importante en las arterias de suministro de agua. Si estas válvulas estuvieran accionadas por mecanismos eléctricos, puede ocurrir un fallo, rotura, o interrupción en el suministro de energía eléctrica coincidiendo al mismo tiempo que una rotura importante de una tubería,

115 dando entonces lugar a inundaciones



Esquema de la válvula Ross anti-inundaciones, con las conexiones y pilotos exteriores. Existe la válvula Ross-Mateos, bifuncional, que es al mismo tiempo reductora de presión a salida constante.

que en algunos casos han sido catastróficas, o costosas de indemnizaciones.

Hemos de saber por qué pueden fallar los mecanismos de las válvulas accionadas por electricidad, por lo que mencionamos a continuación varias causas de posibles fallos.

1. En una instalación de válvulas de seguridad accionadas por electricidad puede existir corriente de defecto a tierra. Esta puede contrarrestarse con un cortacircuitos diferencial, pero entonces queda la instalación sin corriente, y el sistema de seguridad contra inundaciones queda anulado, inutilizado.

2. En una instalación de válvulas de seguridad accionadas por energía eléctrica puede ocurrir también que se cierre la válvula a destiempo, debido a realimentación del circuito al poner

en marcha una estación de bombeo o un motor eléctrico cualquiera. Al cerrarse a destiempo puede causar problemas en la red de distribución o roturas agua arriba de la válvula de seguridad.

3. Pueden quedar sin funcionamiento si falla la energía eléctrica debido a temporales. Si ello coincide con una rotura en las tuberías (más frecuentes en los temporales), pueden vaciarse parte de la red y los depósitos, potenciando las inundaciones.

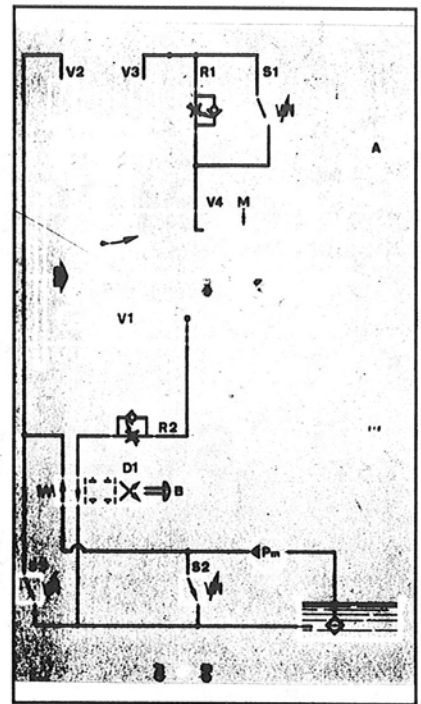
4. En las instalaciones de válvulas de seguridad accionadas con energía eléctrica no se pueden utilizar circuitos integrados transistorizados, porque se destruyen por una inducción debido a las descargas eléctricas.

5. Las válvulas de seguridad suelen estar situadas bajo tierra. Por ello al haber una inundación en la cámara de válvulas se pueden quedar inutilizadas, si funcionan por electricidad. Esto no ocurre si toman la energía de la presión o de la velocidad del agua de la tubería.

6. Como el accionamiento eléctrico requiere voltajes medios (220 o 390 v) hay que tener en cuenta que en un medio húmedo, como son las cámaras de válvulas, entrañan graves riesgos de electrocución para los operarios o técnicos encargados de su manejo, o mantenimiento.

7. La falta de un mantenimiento adecuado puede causar que salte el relé térmico, regulado para la intensidad del motor, dejando sin energía al sistema de accionamiento de la válvula de seguridad.

Para evitar inconvenientes, que pueden causar desastres costosos, lo mejor es prescindir de la dependencia de la energía eléctrica. Para ello existen dos soluciones que hemos probado y analizado ampliamente: a) las válvulas que actúan al aumentar la velocidad del agua en la tubería, y b) las que actúan al disminuir la presión dentro de la tubería. Ambas circunstancias se dan simultáneamente al haber una rotura de importancia en la red.



Esquema de la válvula Ramus anti-inundaciones con las conexiones y captadores de sobrevelocidad.

Nuestra experiencia en válvulas anti-inundaciones se centra en las de la casa Ramus, que actúan por sobrevelocidad dejando libre un mecanismo puesto en carga previamente y que consiste en una pesa que se levanta manualmente por mecanismos oleo-hidráulicos, y que acciona al mover la corriente una paleta situada dentro de la tubería. También tenemos experiencia con las de la casa Ross, que actúan mediante la sensibilización de un piloto externo que al sentir una caída de la presión interior de la tubería, por debajo de un tarado previo, hace que la válvula se cierre.

Las válvulas de seguridad deben cerrar paulatinamente para no originar sobrepresiones excesivas que puedan causar otras roturas agua arriba de las válvulas. También es recomendable colocar una ventosa que permita la entrada de aire agua abajo de la válvula para evitar posibles aplastamientos de la tubería o succionamiento de juntas de goma.

# Actualidad

contrato de asistencia técnica para optimizar el consumo energético en los sectores eléctrico y minero-metalúrgico de Perú. El contrato se enmarca dentro de un programa plurianual con una financiación de la CE superior a los 600.000 ecus.

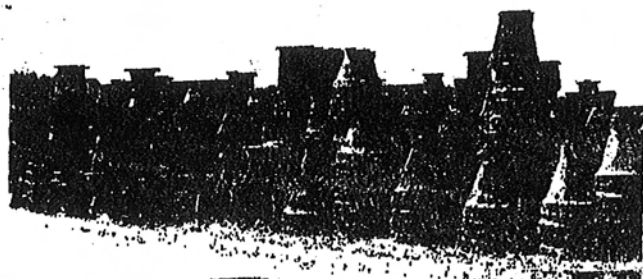
La finalidad de los trabajos es la reducción del consumo de energía y la mejora de los procesos de producción y distribución. El ahorro previsto es de 10.000 toneladas equivalentes de petróleo, lo que supone una disminución del consumo energético para ambos sectores del 10 al 15%.

En el sector minero-metalúrgico, una de las principales fuentes de exportación peruanas, el proyecto contempla la mejora tecnológica de hornos, modificaciones en los procesos de refinado de cobre y zinc, así como la optimización de las instalaciones y sistemas de peletización de la compañía Hierro Peru, la empresa siderúrgica más importante de aquel país.

En el sector eléctrico los trabajos se realizarán en las ciudades de Trujillo y Arequipa, donde se prevé conseguir una importante reducción de las pérdidas técnicas y no técnicas en la distribución en baja tensión.

El contrato contempla además un programa de formación y capacitación de técnicos peruanos que combinará la actualización en las tecnologías energéticas y medioambientales, con prácticas reales en consultorías, empresas, laboratorios y centros oficiales españoles y franceses.

## CAPTADORES DE AIRE EN CONDUCCIONES DE FLUIDOS



■ La eliminación del aire que se acumula en las conducciones de fluidos es una necesidad ya que de lo contrario podría impedir el paso del fluido o causar explosiones. Para ello, se emplean las ventosas que eliminan el aire cuando se está llenando la tubería y los purgadores cuando el fluido está bajo presión.

En el primer caso, en el proceso de llenado de las tuberías, el aire sale con facilidad por cualquier orificio que hubiera en ellas, por la misma presión que ejerce el agua al llenar la conducción. Una vez que la tubería está bajo carga, las burbujas de distintos tamaños tienden a concentrarse por boyantez en la generatriz superior de los tubos. Pero no todas se concentran en la generatriz, sino que están quietas o trasladándose en un sector cilíndrico más o menos amplio, dependiendo del diámetro de la tubería.

En algunos procesos y con ciertos productos es necesario eliminar el aire totalmente. Para facilitar la captación del aire existen dos procedimientos:

- Sobredimensionar el purgador o la ventosa.
- Instalar captadores de burbujas.

El sobredimensionamiento no es aconsejable porque supone un gasto adicional inútil. No se debe colocar una ventosa de 200 mm, por ejemplo, cuando sólo se necesite una de 100 y se puede conseguir el mismo efecto mediante la colocación de un captador de burbujas.

La instalación de captadores de burbujas de aire como sistema de eliminación no es frecuente en conducciones de agua, aunque puede ser recomendable, sobre todo cerca del origen de la captación, o de la impulsión.

Un captador de aire sencillo es simplemente un cono de reducción cuyo diámetro en la tubería puede ser el doble del diámetro de la ventosa, como regla general. También se puede estipular que su diámetro sea un cuarta parte que el de la tubería. Hay que reconocer que no hay una regla que pueda aplicarse para el dimensionamiento de captadores. Se puede forzar a que se desprenda en aire para hacer más eficaces los purgadores. Esto se puede conseguir de varias maneras:

- Introduciendo rejillas.

- Colocando coladores para retener sólidos.
- Construyendo o instalando ensachamientos en la tubería.

Las rejillas y los coladores cambian ligeramente el régimen del fluido o la dirección de los filetes de los fluidos, lo que puede hacer que se desprenda parte del aire o gases disueltos en el agua. También se ha comprobado que se desprende aire, o gases, en los codos, cambios de sección de la tubería, y al pasar por cierto tipo de válvulas.

Con respecto a los captadores de alto rendimiento, éstos no se suelen construir en sistemas de conducción de agua, limpias o sucias, aunque pudieran ser aconsejables en algunos casos de conducción de estas últimas. Estos captaburbujas de alto rendimiento se aconsejan en el transporte bajo presión de ciertos fluidos, como combustibles.

En definitiva, hemos analizado el problema de la eliminación del aire en las conducciones de fluidos bajo presión, sin recurrir a la colocación de válvulas de ventosa o purgadores de tamaño excesivo.

Para más información:

Válvulas Automáticas  
Ross  
Apdo. Correos, 3131  
28080 MADRID  
Tel: 650 37 12





Presentado en la Reunión Anual de la Asociación Española de Abastecimientos y Saneamientos (AEAS), Córdoba, Mayo 1992

## La recarga de acuíferos y las prácticas de conservación del agua y del suelo

por **Manuel Mateos de Vicente**, Dr. I.C.C.P., Ph.D.

Miembro de la *Soil and Water Conservation Society*, de la *American Water Works Association*, de la *Water Pollution Control Federation*, de la *Asociación Española de Abastecimientos y Saneamientos* y de la *Comisión 9ª sobre Recursos Hidráulicos de la AEAS*

### 1. INTRODUCCION

La recarga de acuíferos se puede realizar por diversos métodos. :

- Mediante la mejora de la permeabilidad de los lechos de los rios
- Por percolación de los embalses
- Por pozos de inyección de agua
- Por la conservación del agua y del suelo

En esta comunicación nos referiremos al último método mencionado.

### 2. TOMA DE CONCIENCIA DEL PROBLEMA

Existe una técnica de **Conservación del Suelo y del Agua**, que se empezó a desarrollar en Estados Unidos, tomando conciencia de ello a raíz de una publicación de H. Bennett en el año 1928 (1). A principios de los años 30 se empezó a pensar seriamente en la Conservación como consecuencia de los desastres ecológicos producidos al cultivar las tierras vírgenes de pradera del Medio Oeste. Los efectos de la erosión del suelo se sintieron dramáticamente al quedar grandes zonas sumidas durante el día en una obscuridad completa debido al polvo levantado por el viento. Otra publicación de H. Bennett es considerada como obra clásica (2).

Conviene aclarar que la conservación del suelo y del agua se viene haciendo de manera restringida desde hace miles de años. Prueba de ello son las terrazas hechas con piedra en zonas montañosas, como las Hurdes en España entre otras muchas en el mundo entero. La moderna Conservación se refiere al tratamiento extenso con maquinaria y métodos que no existían antaño.

### 3. LA TOMA DE CONCIENCIA EN ESPAÑA

En España se tomó conciencia enseguida del problema (3, 4). Los ingenieros agrónomos españoles consultados estiman que es absolutamente necesario introducir tales técnicas. Existen varios libros en español publicados por el Ministerio de Agricultura (3, 4, 6). Sin embargo parece que falta interés de carácter oficial, tal vez debido a que los resultados tardan en apreciarse y que sea poco rentable políticamente a corto plazo. En España se ha hecho ya algún trabajo de conservación de suelos en fincas particulares de las provincias de Lérida y de Murcia, por sus beneficios en la explotación agrícola. Sin embargo el retraso que llevamos se puede estimar en 50 años.

Creo que la **conservación del suelo y del agua** es actualmente la obra pública

más necesaria en España dado el estado de erosión avanzada en que se encuentra gran parte de los suelos agrícolas, al haber desaparecido la capa orgánica superficial u "horizonte A", lo que repercute en la producción agrícola.

#### 4. LOS EFECTOS DE LA ESCORRENTIA.

Las consecuencias de la escorrentía descontrolada son

- el **atarquinamiento**, de los embalses -reduciendo su capacidad-,
- el **arrastre de la materia orgánica** y coloidal del suelo,
- la **eutroficación** de embalses, lagos y ríos,
- las **cárcavas**,
- y la **desertización** progresiva del país.

#### 5. LA EROSION Y LOS EMBALSES

En un estudio sobre la erosión insignificante causada por las motos de campo (5) se menciona que "existen en España varios embalses inutilizados por los sedimentos acumulados como el de Nijar en Almería (inutilizado en tan solo seis años), los de Elche, Tibi (en Alicante) y Valdeinfierno (en Murcia). En este último se construyó uno nuevo encima del ya cegado. Como ejemplo de la enorme sedimentación, procedente de la erosión, que afecta a embalses de la zona central de España, debemos señalar que el de Entrepeñas acusa una sedimentación que equivale a una pérdida de 10 metros cúbicos por hectárea de cuenca y año; el de Riosequillo 13 m<sup>3</sup> por Ha y año, equivalentes a 18 toneladas de tierra por Ha y año, o sea la carga de un camión pesado. Esto equivale aproximadamente a un milímetro de superficie por año".

#### 6. LA AGRICULTURA DE MANTENIMIENTO

La conservación del suelo y del agua forma parte también de la **agricultura mantenedora**, que parece ser la del futuro. Este tipo de agricultura se acerca a la tradicional, pues no utiliza apenas insecticidas ni herbicidas, que por otro lado están contaminando las aguas superficiales y freáticas de nuestro país.

#### 7. LOS TRABAJOS NECESARIOS

Las prácticas de conservación del suelo y del agua se pueden resumir de la forma siguiente:

- **Cultivar en zonas llanas solamente**, dejando las menos llanas para pastos y las muy pendientes para bosques.
- **Arar** siguiendo las **curvas de nivel**.
- **Cultivar en franjas** irregulares por seguir las curvas de nivel, alternando los cultivos de cada franja.
- Recurrir a la **formación de setos** para cortar el viento y la escorrentía.
- **Construir terrazas y bancales** con máquinas especiales en zonas de poca pendiente.
- **Nivelar** algunas zonas.
- **Construir** infinidad de **pequeñas presas**.
- **Corregir las cárcavas** para evitar en lo posible la erosión.
- **Sembrar con hierbas especiales** las antiguas cárcavas, así como algunos arroyos, regatos o regueras.
- **Evaluar los abonos a utilizar**, dando prioridad al abono verde.
- Realizar un **estudio científico de las plantaciones en función de los suelos**, y su rotación para evitar esquilmar la tierra.

#### 8. SOLUCION A PARTE DEL PARO

El llevar a la práctica todos los anteriores aspectos de la Conservación del Agua y Suelo tendría una muy favorable repercusión económica, ya que daría trabajo a centenares de

técnicos y a miles de operarios no cualificados. La mayor parte de los trabajos se necesitan en zonas deprimidas.

## 9.LA CONSERVACION Y LOS BOSQUES

Otro aspecto de la conservación del suelo y del agua es la repoblación forestal y el mantenimiento de los bosques. No me extiendo sobre este aspecto por ser de sobra conocido. Sin embargo hay que mencionar que se desvirtúa o se desconoce el efecto de los eucaliptos en las tierras; se ha falseado por ciertos grupos su influencia sobre el suelo y como consecuencia gran parte de la población cree que lo esquilman cuando no es así: Neutralizan el suelo para impedir que crezcan otras plantas, pero este efecto dura solamente hasta que se cortan los eucaliptos y se agotan o modifican las sustancias aromáticas de las hojas, que son las que impiden el crecimiento de otras plantas, proceso que suele durar unos cuatro años.

## 10.LA CONSERVACION Y LA HIDRAULICA

Los técnicos de hidráulica se empiezan a interesar por la conservación del suelo y del agua, técnica que estaba relacionada solamente con la agronomía. En un número reciente de la revista de la American Water Works Association (Asociación de Técnicos de Obras Hidráulicas) se comentan ampliamente las técnicas de conservación del agua (7). En un experimento que se menciona, hecho en una pequeña cuenca, se pudo comprobar que al aplicar las técnicas de conservación en una cuenca de 8 km<sup>2</sup> se impidió que llegaran al lago 10.500 toneladas de sedimento en cuatro años; es decir 3,28 toneladas por año y hectárea (7).

## 11.LOS BENEFICIOS

Los **beneficios** de la **conservación del suelo y del agua**, aparte de los ya mencionados de reducir la erosión, son:

- menor atarquinamiento de embalses,**
- controlar la escorrentía,** con lo cual percola más agua a los acuíferos,
- aminorar los destrozos de las inundaciones, y mejorar la calidad del suelo agrícola,** lo que mejora las cosechas.

También hay efectos beneficiosos secundarios en la fauna pues se dejan zonas de poca productividad para pastos o bosques.

## 12.RESUMEN

Podemos concluir que es absolutamente necesario que se empiece en España un amplio programa de conservación del suelo y del agua, por los varios beneficios que ofrece a la agricultura, la recarga de acuíferos, la disminución del atarquinamiento de los embalses y porque dará trabajo a miles de personas en las zonas donde más falta hace.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1)-"Soil Erosion, A National Menace", por H. Bennett, 1928.
- (2)-"Soil Conservation", por H. Bennett, *Mac Graw Hill*, 1939.
- (3)-"Defensa del Suelo Agrícola", por José Andreu Lázaro, *Ministerio de Agricultura*, 1946.
- (4)-"La Conservación del Suelo, Problema Nacional", por Carlos Roquero, *Min. de Agricultura*, 1954.
- (5)-"Motociclismo y Erosión", por M. Mateos, *MOTO SPORT*, Junio 1983, Pág. 2 a 7
- (6)-"Estudios sobre la Conservación y Mejora del Suelo en España", por Carlos Roquero, *Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas*, 1964.
- (7)-"Effective Watershed Management for Surface Water Supplies", by R. W. Robbins *et al*, *Journal AWWA*, Dic. 1991, Pág. 34 a 44.



# Es necesaria una adecuada elección

## SELECCION DE LAS VALVULAS DE FLOTADOR PARA EL LLENADO DE DEPOSITOS

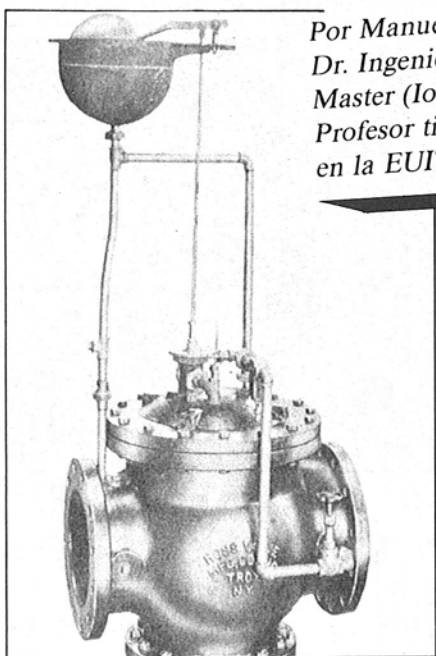
En el artículo que sigue a continuación, el Dr. Ingeniero Manuel Mateos, hace una completa exposición de la necesidad de la selección de las válvulas de flotador para el llenado de depósitos. El autor se refiere, de forma directa y sencilla, a los diferentes condicionantes que se pueden dar en los caudales de agua, depósitos y demás aspectos que puedan aconsejar la elección de una válvula u otra. Creemos que el lector puede encontrar en uno de estos ejemplos la orientación para su caso concreto.

**CAUDAL.** Nos da una idea aproximada del tamaño de la válvula, pues algunas admiten velocidades altas y otras no. La velocidad máxima del agua al paso por la válvula depende del diseño de esta. En las corrientes no se deben sobrepasar los 2 m., y en las de tipo globo los 5 m.

**T**ODOS los depósitos de agua deben llevar su válvula para controlar el llenado del mismo. Sin ella, al llenarse el depósito desbordaría el agua, con su consiguiente pérdida económica.

Aparentemente la selección de tal válvula es sencilla, pero el caso es que gran número de ellas dan problemas. Es probable que el 25 por ciento de las instalaciones no funcionen adecuadamente. Luego existe un problema de selección. El origen de todo ello es que en los libros de texto no se nos suele mencionar la complejidad que comporta la elección de una válvula para controlar el llenado de los depósitos de agua. Los problemas surgen cuando ya se ha colocado la válvula de flotador en el depósito.

En mi vida profesional me he visto enfrentado con numerosos casos especiales. La colocación de una válvula sin analizar todos los parámetros y variables puede conducir a que explote, lo que ha ocurrido en varias ocasiones, habiéndose causado la muerte de ingenieros y herido en varios casos a otros. (Referencia 3).



*Válvula de flotador para mantener el agua en el depósito dentro de unos límites muy estrictos en cuanto a altura de la lámina del líquido.*

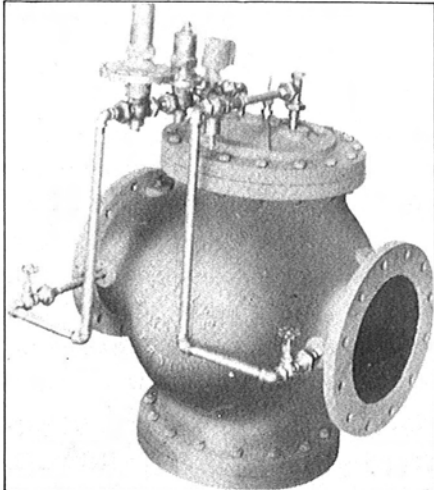
En la elección de una válvula hemos de tener en cuenta muchas circunstancias particulares del proyecto. Los datos más fundamentales son caudal, presiones y diámetro de la tubería. Pero también hay muchos otros factores a considerar, según exponemos más adelante.

*Por Manuel Mateos  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Master (Iowa St. University).  
Profesor titular de la Cátedra de Obras Públicas  
en la EUITOP de la UP de Madrid.*

**PRESION ESTATICA.** A conducción llena, es decir, con la salida tapada, sin que se mueva el agua. Esta presión nos ayuda a seleccionar la válvula en cuanto a resistencia pasiva de sus componentes, bridas, etc.

**PRESION DINAMICA.** Es decir, suponiendo que el agua está pasando en un estado ideal, a la velocidad deseada, descontando las pérdidas por rozamiento en toda la conducción. Si la presión dinámica es menor de 10 m.c.a., no suele haber problemas y se puede decir que todas las válvulas son válidas. Para presiones de 10 a 30 m., creemos conveniente se coloquen válvulas equilibradas hidráulicamente, por ejemplo tipo globo, para eliminar tensiones internas. Para presiones entre 30 y 50 m. puede existir cavitación, por lo que conviene «retener» el agua algo



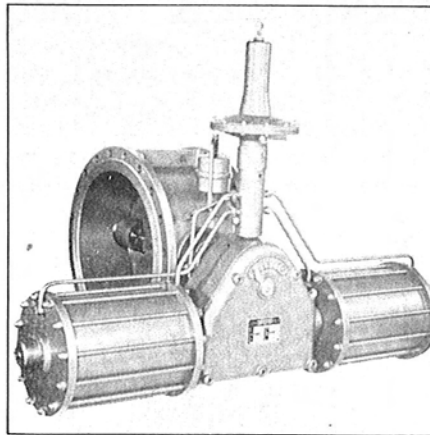


Válvula de tipo altitud multifuncional (llenado de depósitos, mantenedora, hidráulica y eléctrica, con telemando) de la casa Ross).

en la válvula. Para ello se coloca antes de la válvula para llenado de depósitos una válvula mantenedora de presión. (Este tipo de válvulas ha sido analizado en la Referencia 4). Este mecanismo mantenedor, se puede incorporar en ciertos tipos de válvulas para llenado de depósitos, con lo que se ahorra un cuerpo de válvula. Con presiones superiores a 50 m. hay que colocar además de la válvula (o mecanismo) mantenedora, una válvula reductora de presión para bajarla a unos 40 m.

**SOBREPRESIONES O GOLPES DE ARIETE.** Las válvulas que cierran bruscamente pueden hacer aumentar la presión hasta valores peligrosos que causen la rotura de la tubería o de las válvulas de regulación. Cuando los cálculos no indican que pueden ocurrir tales sobrepresiones se debe recurrir a la instalación de válvulas que no cierren deprisa. Entre las válvulas que cierran paulatinamente están las de diafragma, recomendadas solamente para diámetros pequeños, y las de pistón en cuerpo de globo, que existen hasta para 750 mm. de diámetro, pero que pueden tolerar caudales de hasta 2.500 l. (Referencia 5). Si existe o se selecciona una válvula que cause sobre-

**“La selección de la válvula es sencilla, pero el caso es que gran número de ellas dan problemas”**

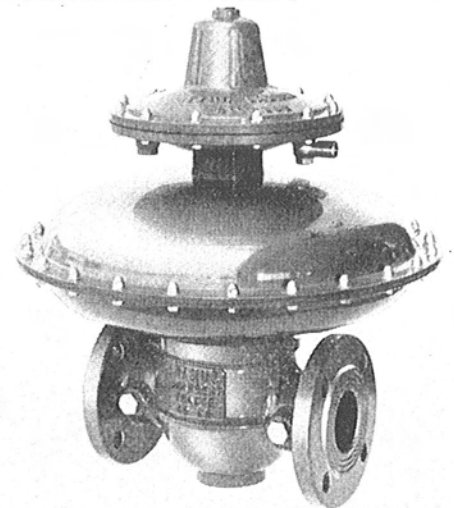


Válvula para llenado de depósitos Ramus, para grandes caudales.

presiones, se pueden eliminar éstas recurriendo a la instalación de una válvula de alivio compensada, descrita en las Referencias 6 y 7 y comentada en las 8 a 12.

**DIAMETRO DE LA TUBERIA.** Como se deduce por lo anterior esto tiene poca importancia. Se suele considerar en sus aspectos económicos al comparar una válvula del mismo diámetro y otra de menor diámetro que necesite conos de reducción y más espacio.

**PERDIDA DE CARGA POR LA VALVULA.** Conviene cerciorarse de la pérdida de carga que causa la válvula para la elección del diámetro apropiado y no colocar una válvula que haga disminuir el caudal necesario. Los fabricantes suelen suministrar estos datos, que deben haber sido realizados en un laboratorio competente.



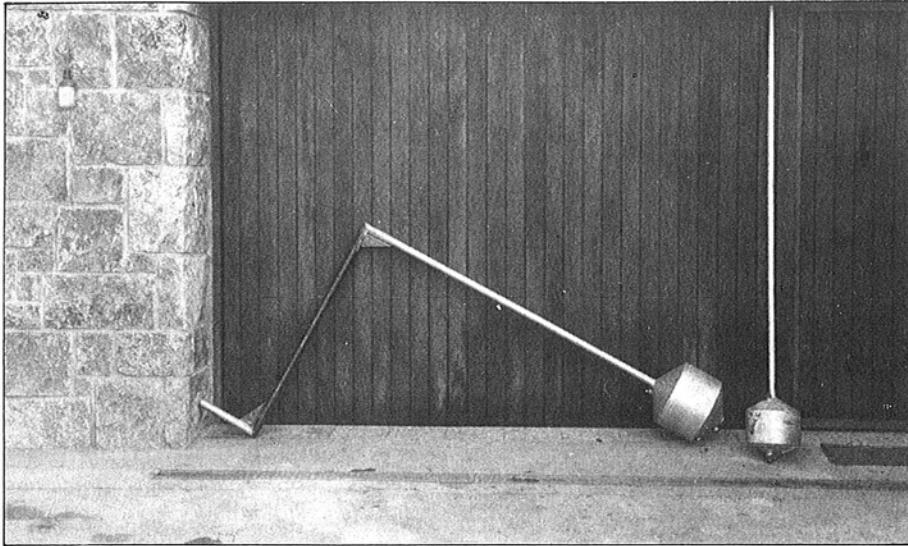
Válvulas Ramus para bajas presiones residuales, sin flotador, por sensores de presión.

**ACCIONAMIENTO.** Puede ser por boya (la conocida válvula de flotador); por pilotos captadores de presión (las válvulas de altitud, mencionadas en la Referencia Bibliográfica N.º 3); por accionamiento eléctrico, que queda anulado al fallar la electricidad (ver Referencia 13); por solenoides en válvulas especiales; in-situ, es decir, aisladas, sin conexión a sistemas de mando a distancia; y por telemando a distancia desde un despacho central (Referencia 14).

**FUNCIONAMIENTO PRIORITARIO EN HORAS NOCTURNAS.** Por ser más barata la electricidad, a veces se actúa en la válvula para llenado de depósitos, bien haciendo diferir su apertura o programándola para que se abra solamente por la noche (Ver Referencia 15).

**ACCIONAMIENTO DIFERIDO.** Es decir, que se mantenga cerrada la válvula hasta que la lámina de agua haya bajado lo deseado, digamos un metro, dos, etc. (Este aspecto ha sido comentado en la Referencia 15).

**ACCIONAMIENTO INMEDIATO.** Hay veces que se desea mantener la lámina de agua a una altura constante, lo que significa tener que seleccionar una válvula muy sensible y de alta fiabilidad.

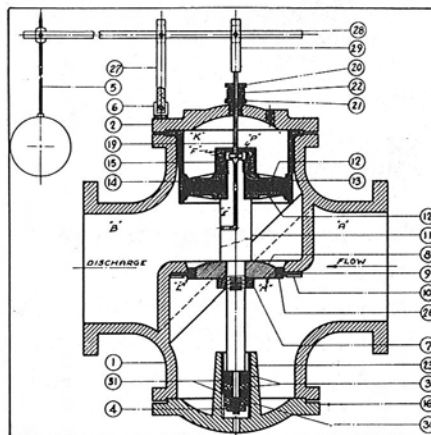


Modificación (a la izquierda) del flotador de la derecha, que hubo de hacerse para poder colocar una válvula de flotador en un depósito prefabricado, donde no se había previsto la existencia de tales válvulas.

**“La colocación de una válvula sin analizar todos los parámetros y variables puede conducir a que explusione”**

**ELIMINACION DE RUIDOS.** En cascos urbanos los ruidos durante el cierre de una válvula suelen molestar a los vecinos. Esto se resuelve de varias maneras, principalmente con válvulas de altitud encerradas en una cámara, que si es necesario se puede insonorizar. También se puede resolver el problema con una válvula con flotador itinerante, es decir, que se pueda colocar donde se desee manteniendo la válvula en sí dentro de la cámara de llaves.

**PELIGRO DE HELADAS.** En los lugares donde las temperaturas bajan mucho por debajo de 0 grados, los flotadores de las válvulas pueden quedar aprisionados en una capa de hielo. Esto se resuelve



Sección de una válvula especial de flotador Ross.

recurriendo a la colocación de válvulas de altitud colocadas en cámaras con aislamiento, o simplemente cubriendo tales válvulas con sacos llenos de paja.

**QUE LA MISMA VALVULA SIRVA PARA SUMINISTRAR AGUA A LA RED.** Este caso suele ser corriente en los depósitos de cola, que se suelen estar llenando durante las horas nocturnas, o de menor consumo, y contribuyendo al suministro durante las horas punta. Para ello se necesita una válvula de acción doble.

**PARA LLENAR UN SOLO COMPARTIMIENTO O PARA LLENAR DOS O MAS.** Utilizando válvulas de flotador corrientes se necesitaba una válvula para cada compartimiento de los depósitos. Sin embargo con válvulas de flotador itinerante, o con válvulas de altitud, hemos conseguido con una sola válvula controlar el llenado de dos o más compartimientos.

**DEPOSITO ELEVADO, SEMI-ENTERRADO O ENTERRADO.** Cada tipo de depósito admite ciertos tipos de válvulas. Para los depósitos elevados, cuando el caudal sobrepasa los 50 l., la válvula suele ser pesada. Por ello recomendamos la instalación de una válvula de flotador especial o de altitud, que pueda ser instalada en la base del depósito, en el suelo, o en la cámara de llaves, con lo que se evita el montaje costoso de estas válvulas y donde se las puede inspeccionar debidamente, o reparar, sin necesidad de subir al depósito.

**CIERRE HERMETICO O NO.** Las válvulas corrientes no suelen cerrar herméticamente. En ocasiones se necesita una válvula de cierre hermético y entonces hay que seleccionar la válvula apropiada aconsejando que su cierre se haga con cueros de vaca, por ejemplo, bien curtidos por ser de momento el material que creemos más adecuado. Hemos ensayado cueros sintéticos con resultados nada satisfactorios.

**LIMITACION DE ESPACIO EN EL DEPOSITO O EN LA CAMARA DE LLAVES.** Hemos tenido noticia de flotadores cuyo diámetro era de un metro con un gran brazo de palanca. Hay algunas válvulas que requieren complicadas construcciones civiles para su colocación y funcionamiento, con su consiguiente gasto y ocupación

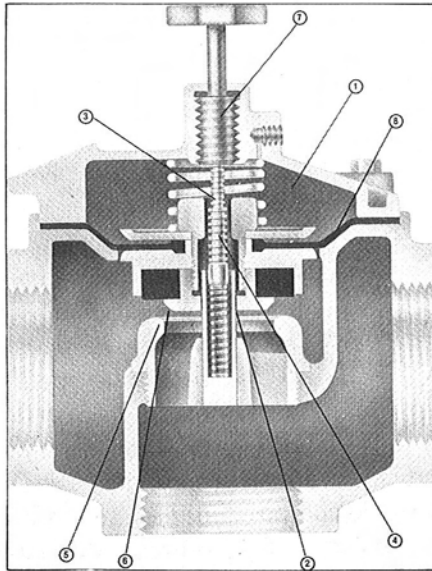
**“Los problemas surgen cuando ya se ha colocado la válvula de flotador en el depósito”**

de espacio. Es necesario se consideren estos factores, pues hay válvulas fiables de pequeño tamaño y con flotadores no mayores de 30 cm. de diámetro que controlan caudales de hasta 2,5 metros cúbicos por segundo.

**AGUAS AGRESIVAS, AGUAS SUCIAS.** Para estas aguas conviene estudiar la composición de la función, o recurrir a válvulas construidas en bronce, cámaras auto-limpiables, incorporación de coladores, etc.

**REDUCTORA DE PRESION.** Para bajar la presión no colocar nunca una reductora simplemente delante de la válvula para llenado de depósitos. La válvula reductora se abriría completamente y no reduciría la presión. Para que la reduzca es necesario colocar entre ambas una válvula mantenedora, o bien que la válvula de altitud o de flotador lleve incorporado un mecanismo mantenedor de presión.

**CAVITACION.** Como hemos mencionado antes puede existir cavitación cuando las presiones dinámicas de entrada son altas. Hemos observado que en válvulas tipo globo la cavitación empieza a ser peligrosa para presiones de unos 30 m., pero para otro tipo de válvulas puede empezar a haber cavitación para presiones de entrada de tan sólo 10 m.



Mecanismo interior de una válvula de flotador Griswold.

**VENTOSAS.** En las conducciones hacia los depósitos, bien sean de bajada (por gravedad) o de subida (por impulsión) es necesario colocar ventosas fiables, adecuadas, para eliminar el aire tanto durante el llenado y vaciado como bajo presión. Si el aire no es eliminado puede contribuir a crear sobrepresiones extraordinarias, imposibles de calcular, que pueden destrozar las válvulas y romper las tuberías. El problema de las ventosas ha sido expuesto por MENDILUCE en la Referencia 16 y 17 y por el autor de las Referencias 18 a 22.

**IMPEDIR EL VACIADO DESCONTROLADO DEL DEPOSITO.** No se suele tener en cuenta que una rotura en la conducción pueda vaciar enteramente un depósito en poco tiempo y hacer que las indemnizaciones debidas a destrozos causados por las inundaciones sean importantes. Para evitar el vaciado del depósito existen válvulas anti-inundaciones, cuyas particularidades y análisis de dos modelos están expuestos en el libro mencionado en la Referencia 23.

**FILTRO EN LA RED.** Hemos visto válvulas de todo tipo atascadas por sólidos que circulan dentro de las

**“Los datos fundamentales para la elección de una válvula son el caudal, presiones y diámetros de la tubería”**

conducciones. Durante la construcción y en los arreglos de roturas se introducen animales, se tiran piedras dentro y se dejan abandonadas herramientas y tablones. Todos estos materiales quedan en la red y al llegar a un codo, a una válvula o a un estrechamiento se quedan depositados, por ello conviene intercalar filtros de fácil limpieza en la red (Referencia 24).

**DEPOSITOS O INCRUSTACIONES CALCAREAS.** Como es bien sabido en algunas tuberías queda reducida su sección por depósitos anulares de caliza. Esto creemos puede ocurrir en todos los tipos de tuberías. En la Referencia 25 hemos hecho un análisis de este problema. En las válvulas automáticas recomendamos proteger los mecanismos con la instalación de un tubo hecho con imanes especiales para evitar los depósitos calcáreos que los pudieren inutilizar.

**ULTILOGO.** Hemos tratado de hacer ver la complejidad en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos. Para ello hemos expuesto en este artículo parte de nuestras experiencias en el análisis de un gran número de instalaciones y su posterior seguimiento.



## COLOCACION DE TUBOS SIN ABRIR ZANJAS

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

Con motivo de nuestra estancia en la Universidad de Leeds (Inglaterra), tuvimos ocasión de visitar la factoría existente en esta ciudad, donde se preparan los sistemas Badger de grandes máquinas para la colocación de tuberías, conductos y cables y sin necesidad de abrir zanjas.

Estas máquinas las han desarrollado para colocar los conductos de una forma original: introduciéndolos en un punto y arrastrándolos por tiro, bajo tierra, en longitudes de hasta 365 metros, en una sola operación. Esto ha sido posible gracias a la inventiva de los técnicos de la Compañía Hads-well Badger Limited, junto al empleo de las nuevas tuberías de plástico. Parece que aún esa longitud puede ser superada mediante un dispositivo colocado en el "arado" que lubrica el terreno, para disminuir la fricción del tubo.

Los sistemas están basados en los tractores International Harvester LTD 20, Serie 201, con motores Rolls Royce de



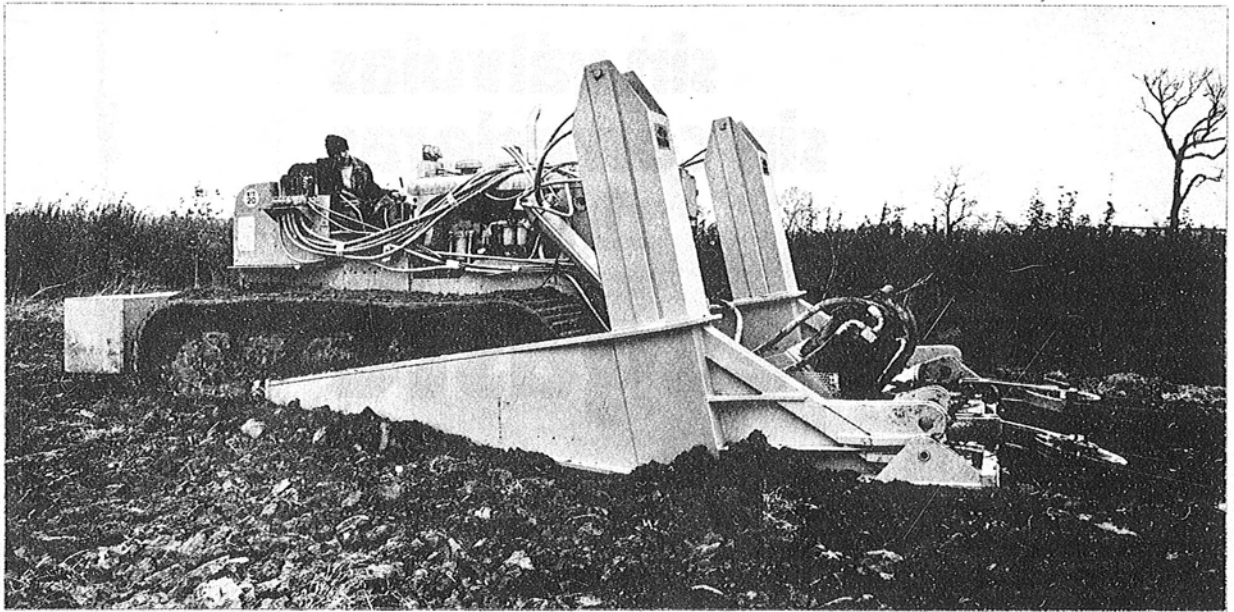
135 HP, a los que les hacen algunas modificaciones antes de instalar los equipos. Principalmente les separan y ensanchan las orugas para darles mayor estabilidad y disminuir su presión en el terreno, y efectúan reformas en la caja de cambios.

El sistema Badger Minor está proyectado para trabajar con tubería flexible de hasta 100 mm. de diámetro, de plástico rígido hasta 360 mm. de diámetro y de acero hasta 200 mm. de diámetro, en profundidades de hasta 1,70 m. Normalmente esta máquina puede trabajar sola, pero en condiciones duras se recomienda lo haga con otro tractor preparado con un dispositivo de anclaje para ayudar al Badger Minor por medio de cabrestantes o trabajando en tándem. A esta unidad auxiliar la denominan Tugmaster.

El sistema Badger Major trabaja hasta profundidades de 2,75 m. y está preparada para colocar tuberías de plástico rígido de hasta 457 mm. de diámetro y de acero hasta 304 mm. de diámetro. Para condiciones duras de trabajo tienen también otra máquina auxiliar que denominan Site Hustler Anchor Unit, que lleva adaptado un enorme sistema de anclaje más cabrestantes.

Estas máquinas están indicadas para grandes trabajos de regadío; conducciones de agua, gas o petróleo; redes de alcantarillado y drenaje, e instalación de cables. En caso necesario pueden colocar hasta cuatro tubos en una misma pasada.

El trabajo que pueden efectuar depende de las condiciones del terreno y de los obstáculos existentes, así como del tipo de trabajo que se rea-



lice. Son capaces de trabajar en cualquier terreno, excepto roca, y pueden colocar varios kilómetros por día.

Nos informaron que han vendido máquinas a compañías

de Alemania, Francia, USA y Canadá. En España creen que son de gran utilidad en trabajos como el Saneamiento de las Marismas del Guadalquivir. Consideran también ofertas de

arrendamiento temporal, pues dado el coste de estas máquinas y los trabajos tan especializados que realizan, es difícil su amortización para la gran mayoría de las empresas.



# VENTOSAS PARA BOMBEO DE POZOS PROFUNDOS

Por Manuel MATEOS,

doctor ingeniero de Caminos, máster (Iowa University),  
profesor, Cátedra de Obras Hidráulicas, EVITOP, VP Madrid

Las estaciones de bombeo requieren para un funcionamiento eficaz estar complementadas con una serie de válvulas especiales. En el caso de un pozo profundo y en el exterior, recomendamos:

1. Ventosa especial (figuras 1 y 2).
2. Válvula de retención adecuada, idónea, seleccionada entre varias opciones de acuerdo con el diámetro, presiones y coste.
3. Válvula compensada de alivio para conducciones de hasta dos o tres kilómetros (figura 3).
4. Válvula optimizadora del bombeo, o sea, de retención controlada, y de funcionamiento conjugado con la puesta en marcha o parada de las bombas, así como de actuación especial ante un fallo energético (figura 4).

Los puntos 2, 3 y 4 han sido ya tratados en otro lugar (ver referencias bibliográficas listadas al final); por tanto, vamos a tratar aquí exclusivamente el punto 1, sobre ventosas especiales para bombeos de pozos profundos. Otros problemas y tipos de ventosas han sido tratados en las referencias bibliográficas 11 a 19.

Hay que tener en cuenta que las impulsiones de pozo profundo necesitan una consideración especial en lo que se refiere a ventosas. No se debe colocar cualquier tipo de ventosa. Si no es la adecuada, el sistema puede funcionar inadecuadamente; pueden aumentarse los gastos de mantenimiento por roturas o consumir más energía para impulsar el mismo caudal.

Hemos visto que, en general, en las estaciones de bombeo no se coloca ventosa ni purgador alguno. Cuando se hace, se suele colocar una ventosa estándar, que en algunos casos puede funcionar perfectamente, pero en otros puede hacerlo sin eficacia o no funcionar absolutamente.

Cuando las bombas se ponen en marcha, el volumen de agua que es forzado a salir por la tubería comporta también un volumen proporcional de aire, que debe salir por alguna ventosa. Dependiendo de la pendiente de las curvas de la bomba, el volumen de agua que se bombea al principio puede ser mucho mayor que cuando la bomba está operando a su régimen de trabajo. Cuando el primer aire de la impul-

sión del pozo profundo llega arriba, pueden ocurrir dos casos si hay instaladas bombas corrientes:

- a) Que la esfera (bola o flotador) suba bruscamente, cierre la salida del aire y pueda sufrir deformaciones.
- b) Que la ventosa no cierre en absoluto, porque la esfera (bola o flotador) se mantenga abajo, a pesar de su flotabilidad; sin flotar (sin subir), debido a las fuerzas o presiones que actúan en toda la superficie de la bola, turbulentamente o en remolinos.

Los posibles efectos de estas sobrepresiones iniciales deben anticiparse y recomendar a nivel de proyecto la instalación de ventosas especiales para pozo profundo para que nunca ocurra lo indicado en los casos a) y b) anteriores. Para ello, hemos de considerar dos situaciones diferentes:

- A) Que la ventosa necesaria sea menor que 150 mm.
- B) Que la ventosa necesaria sea mayor que 150 mm.

Hasta 150 mm se debe, en general, colocar una ventosa como la representada en la figura 5 y para diámetros mayores la representada en la figura 6.

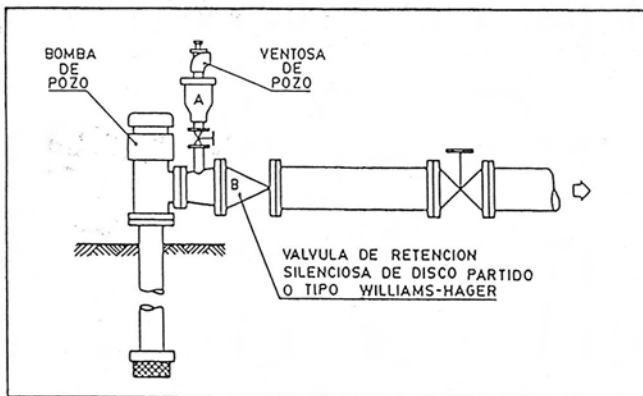


Figura 1.—Esquema de una instalación para una impulsión desde un pozo profundo y que descargue en un depósito adyacente pero situado por encima de la salida del agua del pozo.

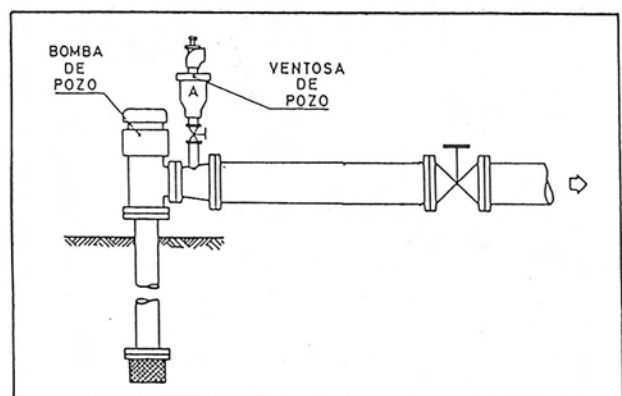


Figura 2.—Esquema de un caso de impulsión hasta un depósito que esté situado por debajo de la salida del agua del pozo profundo.

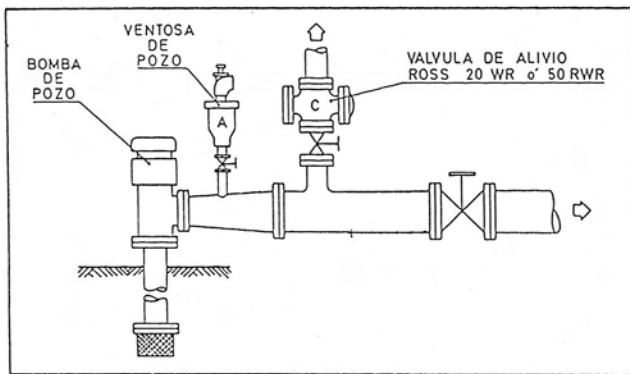


Figura 3.—Esquema de una instalación cuando el agua es bombeada hasta uno o dos kilómetros y se puede esperar un fuerte golpe de ariete. La válvula de alivio «C» evita las sobrepresiones. Para altas presiones de bombeo o cuando se hace a más de dos kilómetros se debe seguir el esquema de la figura 4.

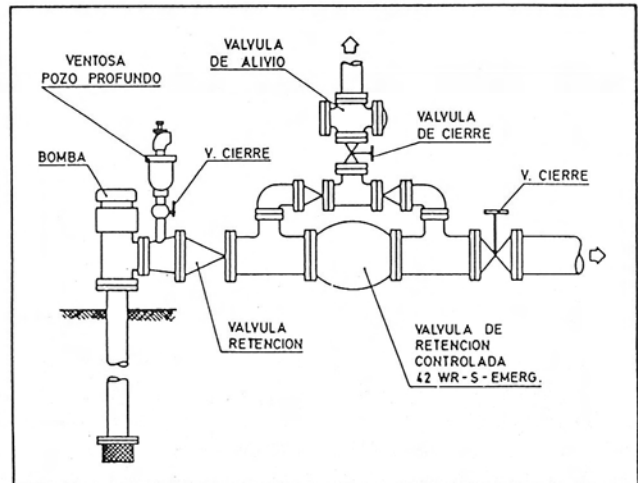


Figura 4.—Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo profundo con válvula optimizadora con cierre de emergencia al suspenderse el suministro de energía eléctrica por fallo en la red.

En la ventosa de la figura 5 [para el caso A)], tenemos en la parte de arriba un cabezal con un pistón que puede ser desplazado verticalmente y del cual damos detalle en la figura 7. Este pistón puede ser ajustado, modulando su posición para, bajándolo, llegar a un punto donde se eliminen las vibraciones o ronroneo producidos al salir el fluido (aire+agua). El efecto provocado en el sistema de bombeo es, al reducir el área de descarga, la de aminorar la velocidad de subida de la columna de agua y aire. Por consiguiente, la bola de la ventosa se levantará al final, cuando no quede aire, más despacio y sin golpear fuertemente contra la boca de salida del aire.

En el caso B), donde la ventosa es grande, mayor que 150 mm, ésta debe ser colocada con una válvula de retención tipo Williams-Hager modificada (3). Esta modificación consiste en que tiene unas perforaciones en su disco, lo que permite que cuando sube el pistón en virtud de una sobrepresión, el aire salga en mucho menor volumen que estando la ventosa sin proteger por dicha válvula de retención especial, pues el paso del fluido queda cortado y sólo sale por las perforaciones. Esta ventosa permite, por consiguiente, el paso hacia el exterior del aire que se está evacuando normalmente (cuando no hay sobrepresiones). Sin embargo, cuando el aire ha salido y llega el agua, ésta hace que se cierre (suba hacia arriba) el disco de la Williams-

Hager que estaba abajo, mantenido tanto por su peso como por el empuje del muelle. El disco sube con fuerza, lo que tendría el peligro de que se pudiera deformar. No obstante, y para evacuar los últimos aportes de aire, éstos pasan por las mencionadas perforaciones de la válvula Williams-Hager, con lo cual el conjunto de la operación de salida del aire se hace de una manera fácil, sin que golpee la bola contra su asiento. También se controlan las sobrepresiones para que la bola no quede aprisionada en su posición baja, lo que pudiera causar que escapara el agua una vez que se hubiera evacuado el aire.

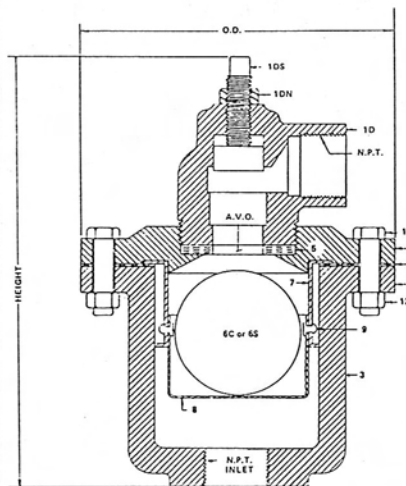


Figura 5.—Tipo de ventosa hasta 150 mm de diámetro para colocar a la salida de bombas de pozos profundos.

Cuando la ventosa del caso B), figura 6, haya expulsado todo el aire, la válvula de retención Williams-Hager vuelve a su posición normal, ayudada por su peso y por la fuerza del muelle. Así, esta válvula permite también el paso del aire hacia el interior en el caso de que se produzca vacío por rotura de la vena líquida. La ventosa de la figura 6 puede protegerse también de las sobrepresiones que fueran causadas por un golpe de ariete cuando se para el bombeo (16).

El dimensionamiento de las ventosas para los casos A) y B) debe calcularse por un experto, en función de las características de las bombas, profundidad del pozo, presión manométrica, velocidad del flujo y diámetro de las tuberías. Hemos de advertir que en una ventosa normal su dimensionamiento en exceso no causa problemas (aparte de los económicos). Sin embargo, esto no es así en las ventosas de pozo profundo, pues, por ejemplo, en la ventosa de la figura 5, el pistón del cabezal tiene un movimiento limitado (figura 7) y si la ventosa está mal dimensionada podemos llegar al final de su posible regulación sin haber conseguido una posición óptima.

Estas ventosas especiales pueden parecer caras de adquisición, y así lo hemos oído comentar cuando se comparan las válvulas de cada tipo unidad por unidad sin tener en cuenta su funcionamiento y prestaciones. Generalmente, el coste de una ventosa, aunque fuese ca-

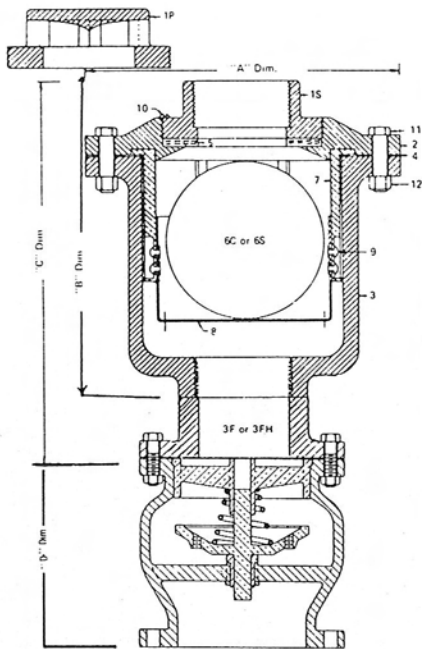


Figura 6.—Tipo de ventosa de diámetro 150 mm o superior para colocar a la salida de bombas de pozos profundos con grandes caudales.

ra, es insignificante comparándola con el total de la instalación que comporta sondeo, entibado, bombas, caseta de resguardo, protección catódica si se necesita, y suministro continuo de energía. Hay que sopesar el coste de una ventosa idónea con el total de la obra y, sobre todo, con su mantenimiento y coste operacional; entonces se ve su poca incidencia en el coste total de la instalación.

**RESUMEN**

1. A la llegada a superficie del fluido (aire+ agua) de un pozo profundo se necesita colocar una ventosa en las instalaciones.
2. Esta ventosa debe ser especial.
3. Para diámetros de la ventosa hasta 150 mm, debe ser similar a la de la figura 5.
4. Para diámetros superiores a 150 mm, debe ser similar a la de la figura 6.
5. Se aconseja que el dimensionamiento de la ventosa sea calculado por un especialista.

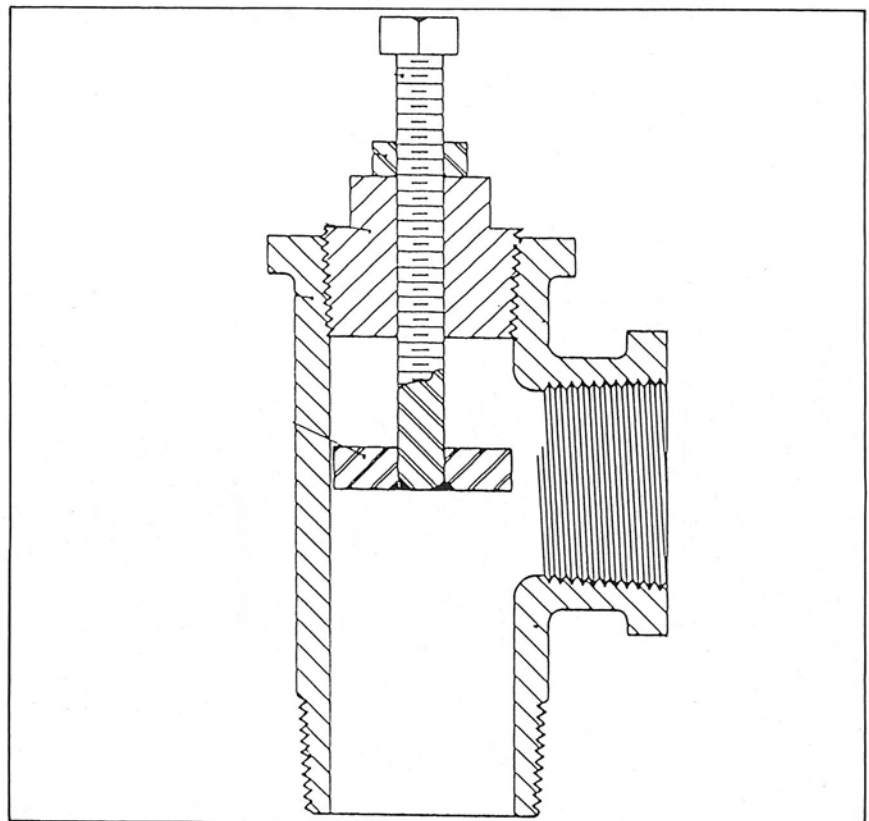


Figura 7.—Detalle del cabezal, o piezas esenciales, de la ventosa de la figura 5.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**Sobre válvulas de retención**

1. «Las válvulas de retención tipo clapeta», por M. Mateos, Cimbra, marzo 1983.
2. «Efecto de válvula de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas», por M. Mateos, Cimbra, febrero 1983.
3. «Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado», por M. Mateos, Cimbra, septiembre 1983.

**Sobre válvulas de alivio y optimizadoras**

4. «Valvulería para estaciones de bombeo de impulsiones largas», por M. Mateos, Revista de Bombas y Compresores (RBC), noviembre 1985.
5. «Optimización de impulsiones largas o con altas presiones», por M. Mateos, Cimbra, marzo 1985.
6. «Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas por válvulas de alivio», por E. Cabrera, V. Espert, M. Mateos y B. López-Boado, Tecnología del Agua, abril 1986.
7. «Optimización de anti-impulsiones», por M. Mateos, Cimbra, junio 1986.
8. «Optimización de re-impulsiones largas o con altas presiones», por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, junio 1986.
9. «Cálculo para la eliminación del golpe de ariete», por M. Mateos, informe sin publicar.

**Sobre ventosas**

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. «Peligrosidad del Aire en el Interior de las Tuberías», por Enrique Mendiluce, Cimbra, junio 1984.
12. «Comentarios» a la comunicación de don Enrique Mendiluce «Peligrosidad del Aire en el Interior de las Tuberías», por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, septiembre 1984, páginas 725 y 727.
13. «Desaireación de Tuberías», por Enrique Mendiluce, Cimbra, junio 1984.
14. «Comentarios» a la comunicación de don Enrique Mendiluce «Desaireación de Tuberías», por M. Mateos, Cimbra, septiembre 1984, páginas 27 y 28.
15. «Mejora de las Impulsiones de Aguas Negras», por M. Mateos, Tecnología del Agua, número 8, marzo 1986.
16. «Ventosas: Análisis Práctico de su Comportamiento y Presentación de 17 tipos», por M. Mateos, Revista de Obras Públicas, agosto 1986.
17. «Ventosas trifuncionales», por M. Mateos, pendiente de publicación.
18. «¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?», por M. Mateos, Cimbra, septiembre 1985.
19. «Ventosas para largas conducciones horizontales», por M. Mateos, pendiente de publicación.

RBC



## VALVULERIA PARA ESTACIONES DE BOMBEO DE IMPULSIONES LARGAS

Por MANUEL MATEOS \*

— Ingeniero de Caminos; AOP; Master of Sc.  
— Profesor, Escuela U. de I.T. de O.P.  
— Válvulas Automáticas ROSS, director técnico.

En muchos casos se achaca el mal funcionamiento de las impulsiones a las bombas, cuando en realidad la base de ello está en la carencia de algunas válvulas o a la falta de fiabilidad de estas. Un bombeo dotado de las válvulas adecuadas puede hacer que las bombas tengan una duración mucho más larga, no necesitar mantenimiento y, por ende, contribuir a un ahorro general en todo el sistema.

La mayor inversión inicial que, en algunos casos, requiere el utilizar la valvulería adecuada y de buena calidad, está plenamente justificada, ya que al conseguirse la optimización automática del bombeo, los hacen, a la larga, competitivos con los sistemas de protección tradicionales.

De todas formas, en conducciones de longitudes mayores de tres kilómetros puede ser más económico inicialmente el instalar válvulas optimizadoras. Representan un ahorro sobre sistemas tradicionales contra el golpe de ariete, como calderines y válvulas de retención en serie.

### Esquema de la optimización de un pozo profundo

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 ex-

plica la función particular de cada uno de estos elementos y se recomiendan los tipos de válvulas más apropiados.

### 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.

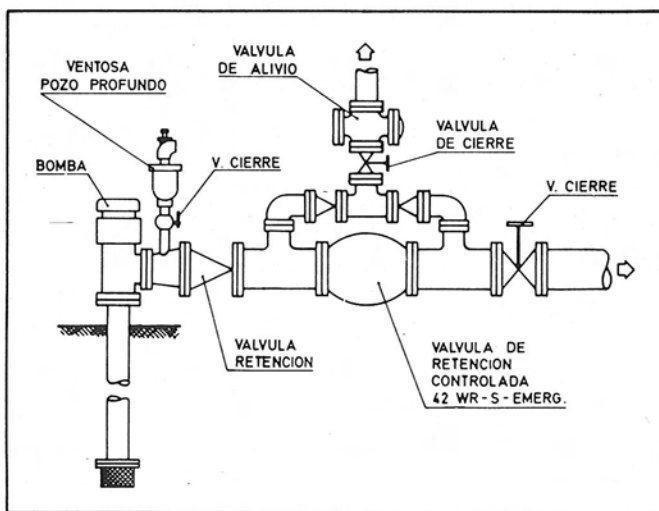


Fig. 1.—Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo profundo, con válvula optimizadora con cierre de emergencia al suspenderse el suministro de energía eléctrica por fallo de la red.

\* Manuel Mateos de Vicente, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, doctorado en la Universidad Iowa State, es autor de 50 comunicaciones relacionadas con tuberías (protección catódica, incrustaciones calcáreas, válvulas de flotador, reductores de presión, eliminadoras del golpe de ariete, de retención, mantenedoras de presión, filtros, ventosas, etc.).

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

Recomendamos 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 del aire (ver referencia 1).

### 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.

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 es 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 cau-



dal 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.

Hemos usado válvulas de alivio rápido especiales 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 (ver figura 2). 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.

La válvula de alivio rápido ha sido analizada comparativamente por simulación hidrodinámica en ordenador en la Cátedra de Mecánica de Fluidos, ETS de Ingenieros Industriales, de Valencia. Los resultados de este análisis están presentados en la referencia 2. El diseño está explicado en la referencia 3.

### Válvula normal 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 interca-

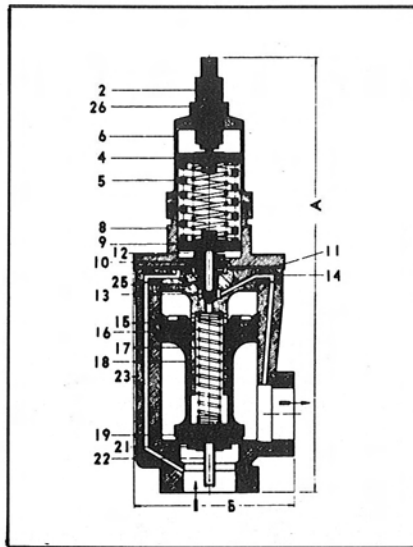


Fig. 2.—Válvula de alivio rápido, modelo 20 WR de la casa Ross Valve Mfg. Co. Al aumentar ligeramente la presión en la tubería, la válvula 20 WR se abre enteramente al vaciarse rápidamente la cámara superior del pistón. Se eliminan así las sobrepresiones.

lando 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 Williams-Hager, de doble 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 manométrica de la

conducción o la economía de la inversión. (Ver referencias 4 y 5).

### Válvula de retención controlada para optimizar el 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 11 y 12) y 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) Durante la parada de la instalación, la válvula se va cerrando lentamente con la bomba aún en marcha; sólo cuando las válvulas se han 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.

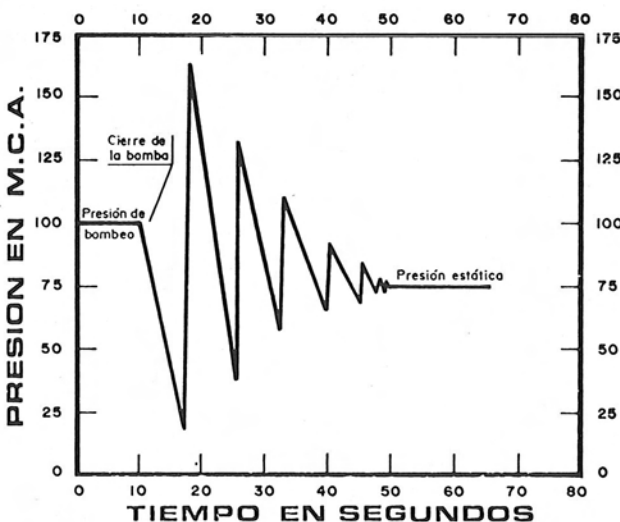


Fig. 3.—Gráfico de sobrepresiones al pararse una bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.

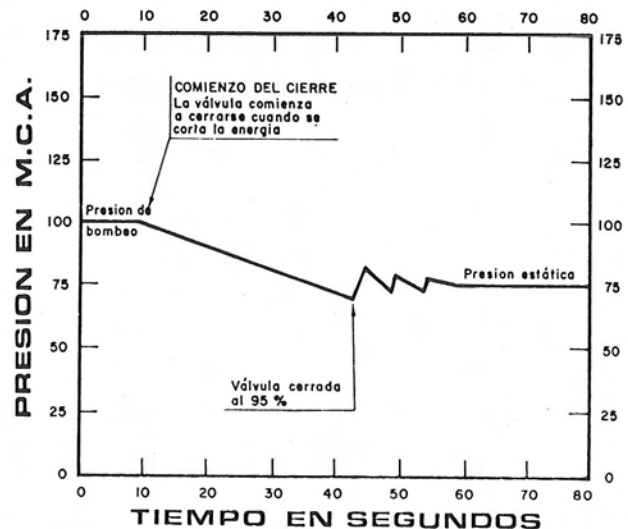


Fig. 4.—Gráfico teórico de presiones que se obtiene en una estación de bombeo protegida con válvulas optimizadoras tal como se recomienda. Se supone la instalación protegida con ventosas fiables y válvula de retención idónea.

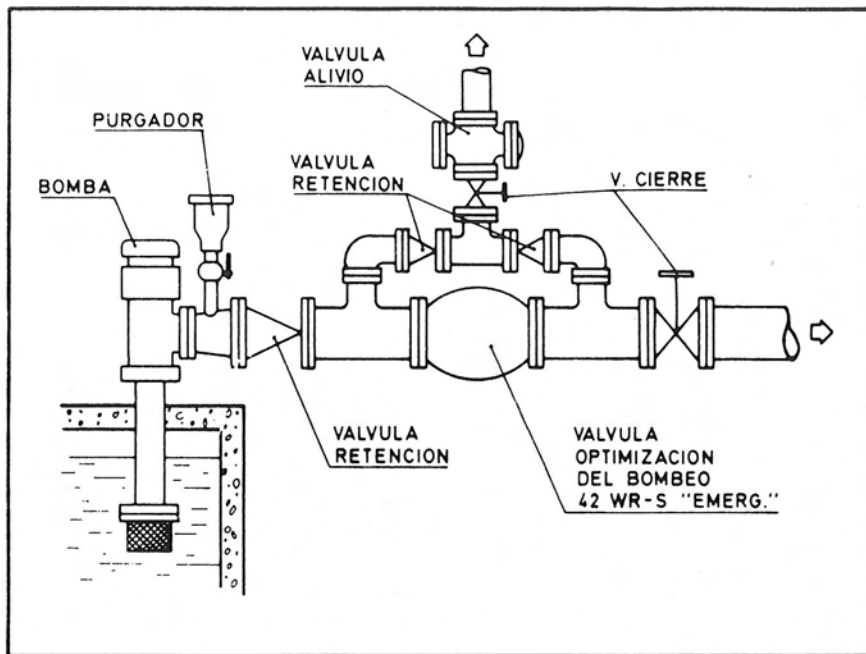


Fig. 5.—Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo somero o depósito, con válvula optimizadora con cierre de emergencia por fallo en el suministro de energía eléctrica.

### Cierre de emergencia en el caso de un fallo eléctrico

En el caso de un corte de corriente suelen ser inservibles las válvulas corrientes accionadas por electricidad. Sin embargo, la válvula optimizadora 42 WR-S, de la casa Ross, merced a un mecanismo que actúa sobre una válvula 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 by-pass, elimina las sobrepresiones sobre la conducción mejorando el rendimiento del sistema de protección.

Con estos mecanismos los gráficos debidos a las sobrepresiones de una conducción sin proteger, que son similares a los de la figura 3, pasan a ser similares a los de la figura 4.

### 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 puede colocar en las válvulas optimizadoras un piloto especialmente conectado que capte una caída en la presión manométrica. Al ocurrir esto el piloto comanda la válvula optimizadora para que se cierre y que ésta, a su

vez, interrumpa el funcionamiento de las bombas.

### Esquema de la optimización para un pozo somero

Si se bombea desde un pozo poco profundo o desde un depósito de superficie, las válvulas que recomendamos están reseñadas en la figura 5. La única diferencia con la figura 1 estriba en que sustituimos la ventosa normal por un purgador. Este puede ser de los tipos presentados en las figuras 6 ó 7.

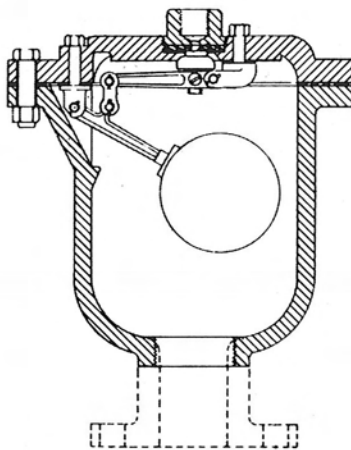


Fig. 6.—Purgador automático de gran fiabilidad para expulsar el aire con la conducción bajo carga. Para altas presiones y para tuberías hasta de 2 metros de diámetro. Cortesía de la casa Hy-Con Valve.

### Otros tipos de impulsiones

Los análisis de valvulería que hemos presentado son para impulsiones largas. Se han presentado dos casos: toma de pozo profundo y toma de pozo somero o depósito superficial.

Aparte de estos dos casos hay otros que pueden necesitar valvulería distinta de la mencionada en esta comunicación. Estos otros casos son:

- Impulsión corta, de 500 a 3.000 metros.
- Impulsión de menor longitud (menos de 500 metros) a altas presiones.
- Impulsión de menor longitud a baja presión.
- Impulsión en conducción larga descendente.
- Impulsión con bomba diseñada por exceso.
- Reimpulsiones (booster).

El análisis de estos casos hubiera llenado muchas páginas, por lo que no se han incluido. No obstante, en esta comunicación están los fundamentos para optimizar otros tipos de impulsiones.

### Otros problemas en impulsiones

La inadecuada expulsión de aire puede causar roturas en las tuberías durante su llenado o aun en funcionamiento. La poca admisión de aire durante el vaciado ha causado muchos colapsamientos. Las ventosas hay que seleccionarlas debidamente. En la referencia 1 analizamos 17 tipos, y en las referencias 9, 10 y 11 presentamos otros problemas de ventosas.

Generalmente las impulsiones terminan en depósitos. Hemos intervenido en numerosas instalaciones de llenado de depósitos. También hemos conocido problemas de toda índole, hasta causantes de heridos y muertos. En las referencias 12 y 13 se presentan los fundamentos de la selección de válvulas para llenado de depósitos.

Otro caso que se nos consulta con frecuencia es proyectar la parada de las bombas cuando el depósito final esté lleno. Hemos diseñado un sistema económico que prescinde de transmisiones por radio o de cables eléctricos que comuniquen la estación de bombeo en el depósito.

Las impulsiones de aguas negras merecen un tratamiento especial. Parte de

nuestras experiencias están recogidas en la referencia 14.

**Ultílogo**

Se ha presentado una solución para mejorar la actuación de las pompas, hacerlas más fiables y duraderas, reduciendo, enormemente su mantenimiento.

Las soluciones presentadas pueden suponer en algunos casos un mayor gasto inicial, pero proyectando para un futuro de varios años suelen conllevar un gran ahorro económico. Esto se lleva a cabo integrando la valvulería en una acción automática y conjunta con las bombas. Se puede eliminar fácilmente el problema creado por la interrupción repentina, sin aviso, del suministro de electricidad.

**Referencias**

1. «Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos». Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Agosto 1985.

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.

3. «Cálculo para la eliminación del golpe de ariete». Por M. Mateos. Informe. (Pedidos al apartado 31031. 28080 Madrid).

4. «Las válvulas de retención tipo clapeta». Por M. Mateos. CIMBRA. Marzo 1983. Págs. 29-30.

5. «Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado». Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1983. Págs. 19-20.

6. 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 1983. Págs. 33-35.

7. Comentarios al artículo «Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo», de Luis Torrent. Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1983. Págs. 33-35.

8. «Adiós, golpe de ariete, adiós». Por M. Mateos. CIMBRA. Junio 1982. Págs. 19-20.

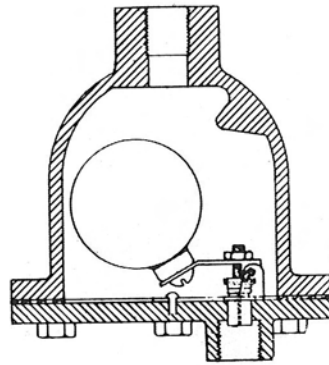


Fig. 7.—Purgador automático sencillo. Modelo Midget. Cortesía de la casa Hy-Con Valve.

9. «El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales». Por M. Mateos. CIMBRA. Julio 1984. Págs. 15-17.

10. Comentarios al artículo «Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías», de Enrique Mendiluce. Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Septiembre 1984. Págs. 725-726.

11. Comentarios al artículo «Desaireación de tuberías», de Enrique Mendiluce. Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1984. Págs. 27-28.

12. «Abajo las válvulas de flotador». Por M. Mateos. CIMBRA. Octubre 1981. Págs. 27-29.

13. «Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua». Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Septiembre 1984. Págs. 76-79.

14. «Mejora de las impulsiones de aguas negras». Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Marzo 1983.

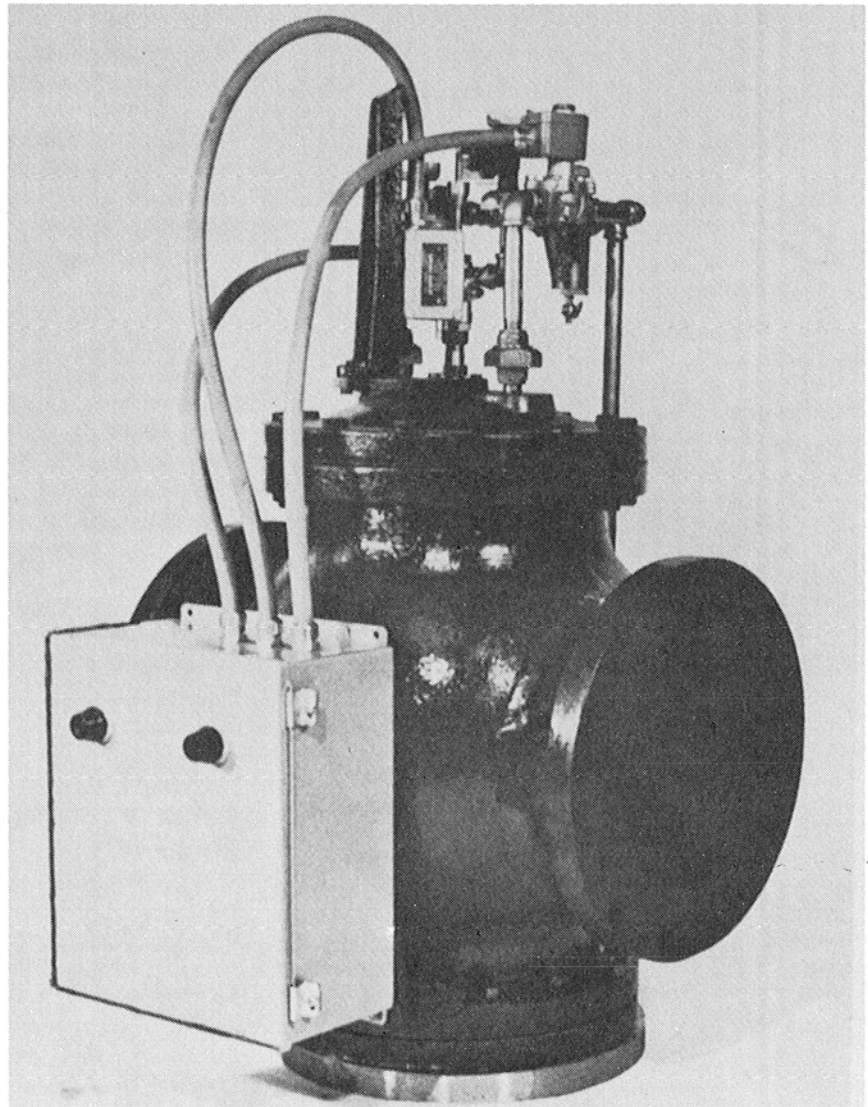


Fig. 8.—Válvula de retención controlada para optimizar estaciones de bombeo. Modelo 42 WR-S, de la casa Ross Valve Mfg. Co.



**Por MANUEL MATEOS,**  
**doctor ingeniero de caminos,**  
**Master of Science,**  
**profesor titular de O. Públicas,**  
**Universidad Pol. de Madrid**

## HIDROPULSACIONES

Estamos en contacto continuo con problemas de golpe de ariete en bombes, bien por tener que aclarar conceptos a los estudiantes, por nuestro trabajo de asesoramiento en problemas hidráulicos, por instalar varios tipos de válvulas para aminorarlo o eliminarlo completamente, o por investigar sus causas y efectos, y tratar de mejorar soluciones. Al golpe de ariete lo denominaremos *hidropulsaciones* por creer que esta palabra define mejor el fenómeno, pues lo de ariete no creemos sea una expresión correcta, y se deriva de la traducción literal del francés «coup de belier». Más lógica sería la traducción del inglés, que lo llaman «water hammer», que en español sería algo así como «martilleo del agua». Repetimos que se debe denominar *hidropulsaciones*.

El fenómeno está analizado sencilla y claramente en la segunda edición (1987) del libro de Mendiluce (ver referencia 1 al final). No expondremos la teoría, que está explicada en todos los libros de hidráulica con mayor o menor amplitud, sino que nos limitaremos a mencionar los mecanismos o artificios que se han empleado o se emplean para aminorar o eliminar sus efectos, ya que algunos de ellos son poco conocidos.

Los que se conocían en España hasta hace veinte años eran los siguientes:

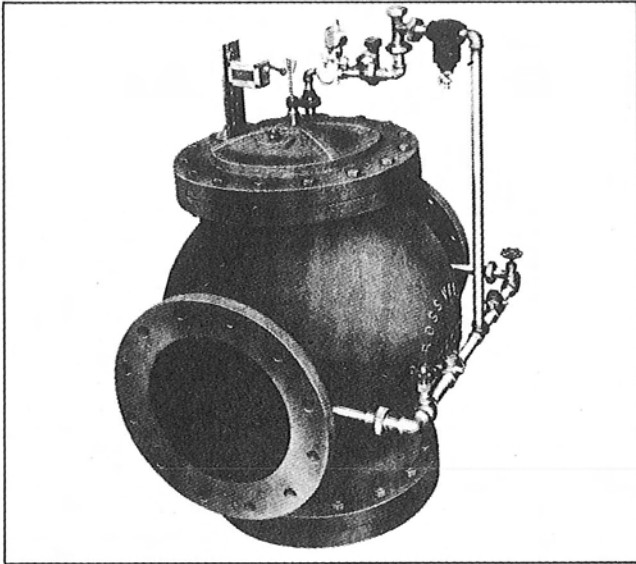
1. Chimeneas de equilibrio.
2. Depósitos amortiguadores simples.
3. Depósitos amortiguadores con membranas o vejigas.
4. Válvulas de retención en serie a lo largo de la conducción.
5. Volantes de inercia.
6. Válvulas de seguridad del tipo muelle y tapón.

Estas seis soluciones están expuestas en la primera y segunda edición del libro de Mendiluce y mencionadas en los libros de hidráulica, por lo que no creemos conveniente analizarlas aquí una vez más.

Los métodos más modernos, ampliamente experimentados y que empezamos a introducir en España hace diecisiete años, son:

7. Válvulas optimizadoras de bombeos.
8. Válvulas de alivio rápido o de seguridad compensadas, monobloque.
9. Válvulas de alivio actuadas por piloto externo.
10. Válvulas de alivio anticipado mecánicas, con pilotos externos.
11. Válvulas de alivio anticipado eléctricas.
12. Válvulas de seguridad con varios muelles.





Válvula optimizadora de bombes para la eliminación total de las hidropulsaciones. Cortesía de la casa Válvulas Automáticas Ross.

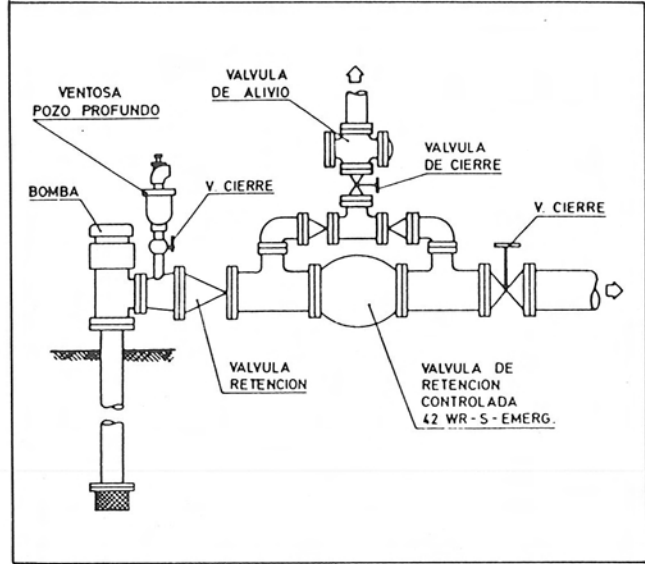


Figura 1.—Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo profundo con válvula optimizadora con cierre de emergencia al suspenderse el suministro de energía eléctrica por fallo en la red.

## VALVULAS OPTIMIZADORAS DE BOMBES

Esta válvula también la denominamos *de retención controlada*, y su situación en una impulsión de alta seguridad se puede ver en la figura 1. Es la que más incide en el proceso de bombeo y con ella se pueden eliminar casi absolutamente las hidropulsaciones, tanto las sobrepresiones como las depresiones (en algunos casos de presión negativa no se cortaría la vena líquida y no daría lugar a cavitaciones). Sus ventajas son:

a) Protege contra las presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución, debido a que su apertura es diferida y 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 optimizadora se ha cerrado en, aproximadamente, un 95 por 100 un interruptor detiene la bomba. De esta manera se eliminan las oscilaciones que originarían hidropulsaciones.

c) La optimizadora se abre cuando se ha expulsado todo el aire existente desde el grupo impulsor y cuando se han evacuado, a través de la válvula de alivio, las primeras aguas bombeadas.

d) Elimina la formación del vacío durante el ciclo de parada del sistema de bombeo.

e) El modelo que se indica en la figura 1 (42 WR-S-Emerg) se cierra

rápido al haber un *corte imprevisto* de la energía eléctrica. De esta manera se resuelve el problema más grave de toda impulsión.

f) Se puede programar para que no funcione, o que deje de funcionar, si hay una rotura en la conducción.

g) Se le puede incorporar un mecanismo para apertura y cierre manual.

h) Se puede reajustar «in situ» para condiciones cambiantes.

i) Se recomienda generalmente su posible colocación en impulsiones con una longitud mayor que 2 km.

## VALVULA DE ALIVIO RAPIDO, COMPENSADA, MONOBLOQUE

En el esquema de la figura 1 se ha incluido una válvula de alivio rápido porque desempeña las funciones que se indican a continuación:

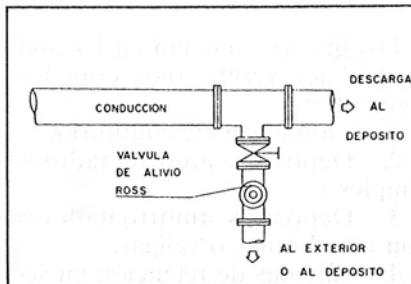


Figura 2.—Esquema de colocación de una válvula de alivio para evitar sobrepresiones en válvulas de flotador que se cierran con rapidez causando golpes de ariete.

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.

c) En el caso de que haya un fallo en el suministro de energía eléctrica, ayuda a la válvula optimizadora a eliminar las hidropulsaciones.

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 optimizadora. 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 no se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad normal, o de régimen. Esta práctica es extremadamente perjudicial para las pompas y se puede colegir que la instalación de una válvula compensada la hace completamente innecesaria.

g) Asegura la circulación de un caudal mínimo mientras que la bomba esté funcionando, lo que



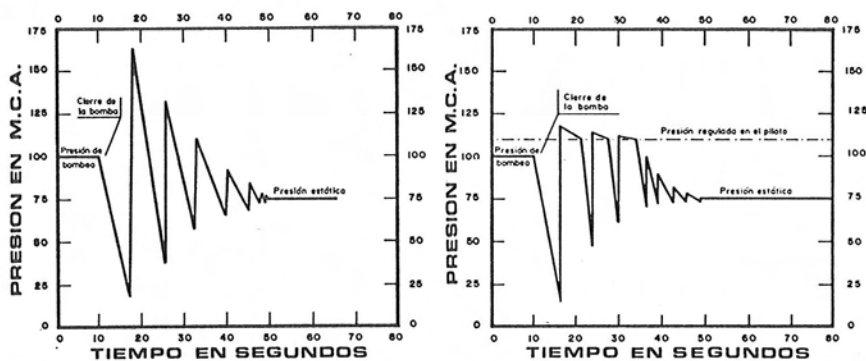


Figura 3.—Presentación esquemática de las hidropulsaciones y el resultado de proteger tan sólo con una válvula de alivio, como se indica en la figura 2.

permite su enfriamiento, así como el de los motores sumergibles.

Estas válvulas de alivio pueden ir solas, como se indica en la figura 2. Entonces no se eliminan completamente las hidropulsaciones, sino que se aminoran las sobrepresiones en un 10 ó 20 por 100, según se presenta esquemáticamente en la figura 3. Una de estas válvulas de alivio rápido se presenta seccionada en la figura 4.

### VALVULAS DE ALIVIO ACTUADAS POR PILOTO EXTERNO

Las válvula anteriores, de alivio compensadas, se fabrican en pequeños diámetros: hasta 75 mm. Una sola puede colocarse en tuberías de hasta 300 mm, generalmente. Si la tubería es mayor, se pueden colocar varias o recurrir a válvulas mayores, que son las mandadas por piloto externo. Recomendamos se consideren solamente para tuberías de diámetros de 400 mm o superiores, y comienzan a fabricarse a partir de 100 mm, aunque las hay de cierto modelo en medidas de 38 a 75 mm. En la figura 5 se presenta una vista lateral de un modelo de 300 mm.

Estas válvulas son análogas conceptualmente a las anteriores de alivio rápido, excepto que el mando es exterior.

### VALVULAS DE ALIVIO ANTICIPADO, MECANICAS, POR PILOTO

El fundamento es también análogo a las dos anteriores. Presentan una gran mejora al incorporarles un piloto adicional, que hace que la válvula se abra cuando se inicia la depresión en la conducción. Con esto, su función se acerca a la de la optimizadora, pues puede eliminar

casi completamente las hidropulsaciones, tanto en su parte de sobrepresiones como en la de depresiones. Hay que ser muy cauto en su diseño, pues de no seleccionarla de tamaño adecuado, sino excesivo, puede dar lugar a que no se cierre, bombeando el agua al exterior.

### VALVULAS DE ALIVIO ANTICIPADO ELECTRICAS

Es igual que la anterior, excepto que el piloto, que abre la válvula de alivio, al ocurrir la depresión en la tubería, ha sido sustituido por un mecanismo eléctrico.

### VALVULAS DE SEGURIDAD CON VARIOS MUELLES

Hemos pretendido mejorar las prestaciones de las válvulas corrientes de seguridad de muelle y tapón sustituyendo en algunos casos el muelle por uno o varios muelles para aumentar la sensibilidad de la válvula.

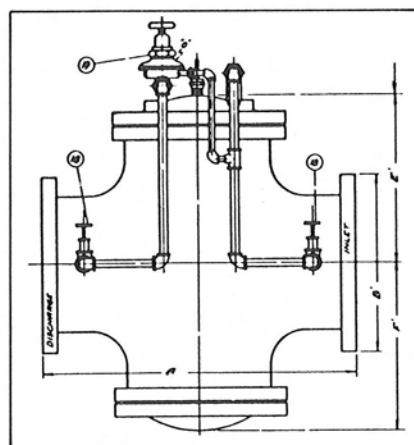


Figura 5.—Vista lateral de una válvula de alivio de 300 mm, con piloto externo.

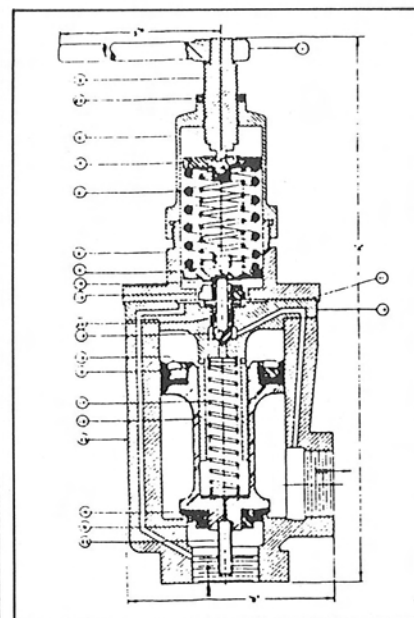


Figura 4.—Sección de una válvula de alivio rápido por vaciado de cámaras para reducir las sobrepresiones que ocurren dentro de las tuberías (modelo 20 WR de la casa Ross).

### VALVULAS DE RETENCION DESPUES DE LA BOMBA

Como es lógico, después de la bomba se coloca una válvula de retención. En la figura 1 se podría haber suprimido, ya que la optimizadora es en sí una válvula de retención.

No vamos a mencionar ahora los distintos modelos que se pueden colocar, ya que 17 de ellos están analizados en la segunda edición del libro de Mendiluce. No obstante, llamamos la atención sobre la selección de este tipo de válvula, pues hemos visto muchas impulsiones inutilizadas por rotura de la válvula de retención, por explosión o por rotura de la clapeta.

### ULTILOGO

Hemos enumerado seis soluciones antiguas y seis mecanismos nuevos pero muy experimentados en gran número de instalaciones en España y muchos otros países y que suponen otras tantas soluciones para paliar los efectos de las hidropulsaciones.

### REFERENCIA

(1) Enrique Mendiluce: El Golpe de Ariete en Impulsiones. 190 págs. Editorial Bellisco. Apartado 156.133. 28080 Madrid. 1987.



## NOTA DE REDACCION

El tema de las válvulas ha sido siempre dejado en segundo término en los libros de texto de hidráulica. Sin embargo son la parte más importante para que una instalación funcione debidamente.

Esta falta de información ha sido la causa principal de los fallos, pues los proyectistas sin experiencia de campo no tenían donde acudir para complementar sus conocimientos. Por esta necesidad surgió la idea de recopilar información para presentarla en un libro.

El libro de Manuel Mateos «Válvulas para Abastecimientos de Aguas» forma parte de la Colección de Obras Hidráulicas, que el autor dirige. El principal objetivo de esta colección es sacar al mercado libros de interés eminentemente práctico. El primero se tituló «El Golpe de Ariete en Impulsiones» del que es autor Enrique Mendiluce.

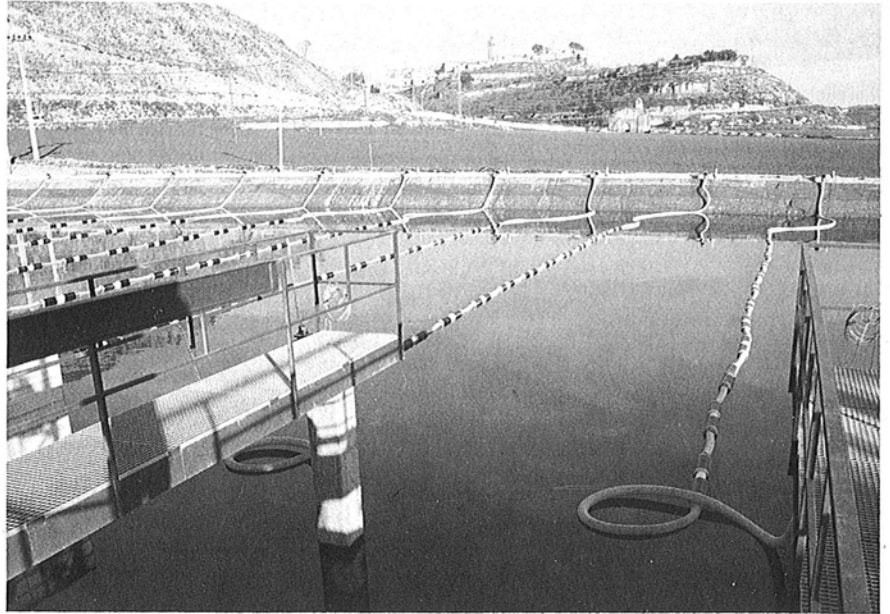
El nuevo libro «Válvulas para Abastecimientos de Agua», consta de 227 páginas en 14 capítulos. Trata de los siguientes temas:

- Válvulas de apertura y cierre no automáticas.
- Válvulas de apertura y cierre automáticas.
- Válvulas reductoras de presión.
- Mantenedoras de presión.
- De alivio de sobrepresiones.
- Optimizadoras de impulsiones.
- De funciones múltiples.
- Ventosas y aireadores.
- Válvulas para aguas sucias.
- Anti-inundaciones.
- Otras válvulas automáticas.
- Filtros y coladores.

Esta escrito de una manera sencilla, sin abrumar al lector con matemáticas o términos poco usuales. Consta de numerosos gráficos y fotografías, así como explicación de casos donde se pudieren utilizar las distintas válvulas. Es un libro necesario de consulta para aquellas personas que estén relacionadas con el transporte y distribución del agua por tuberías.

Entre los diversos capítulos se reproduce a continuación el referente a las Válvulas Mantenedoras de Presión, por ser una variedad poco conocida, y que tienen sus aplicaciones especiales, según se explica en los apartados 5-2, 5-3, 5-4 y 5-13.

El libro está distribuido por Editorial Técnica Bellisco, apartado 156.133, de Madrid. Tel.: (91) 532 22 44.



### PARA ABASTECIMIENTOS DE AGUAS

## VALVULAS MANTENEDORAS DE PRESION

Por Manuel MATEOS DE VICENTE  
Dr. ing. de Caminos, Ay. de Obras Públicas, Master of Science

Las válvulas mantenedoras ayudan a resolver problemas que de otra manera serían mucho más costosos. Estas válvulas tienen más aplicaciones que las que se pueden sospechar de su uso básico que es mantener una presión mínima agua arriba; es decir dar paso al agua cuando la presión suba por encima de ese mínimo establecido.

Estas válvulas son también muy útiles en anti-impulsiones para evitar que la conducción se quede sin aire en el tramo que esté a cota superior a la del depósito de cola.

Una función adicional que es desconocida es actuar de limitador de caudal, dadas las condiciones de funcionamiento de la válvula. Esto es posible sobre todo cuando la presión agua arriba se mantiene constante o dentro de unos límites estrictos.

### APLICACIONES GENERALES

Las válvulas mantenedoras equivalen a tener en un punto una presa para retener el agua a la cota máxima de su aliviadero; equivalen también a tener una chimenea de altura igual a la presión que se desee mantener agua arriba, que sólo dejaría pasar el agua cuando ésta llegue al extremo superior de la chimenea.

Hay que tener en cuenta que lo anterior se efectúa en un punto

con una simple válvula mantenedora. Se presentan a continuación algunos ejemplos de su uso.

En la figura 1 tenemos una población con dos zonas a distintas alturas, en la que tiene prioridad el abastecimiento de la zona alta. Si en el punto M colocamos una mantenedora de presión agua arriba garantizamos el suministro a la zona alta. Solamente pasará agua a la zona baja si la presión en la parte agua arriba de la válvula del punto M sobrepasa la de tarado.

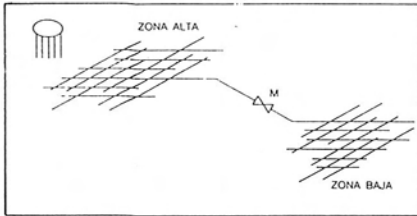


Fig. 1

En la figura 2 tenemos también dos zonas a distinta cota y deseamos controlar la presión las veinticuatro horas del día. Se quiere también dar prioridad en el suministro 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 quede la válvula N completamente abierta para suministrar agua de emergencia a la zona baja. Para ello se coloca en la mantenedora un mando a distancia, que puede ser controlado a través de una conducción eléctrica, o por radio. De esta manera podemos actuar a voluntad y a distancia sobre la válvula que da paso al agua hacia la zona baja.

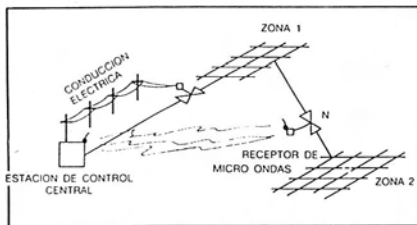


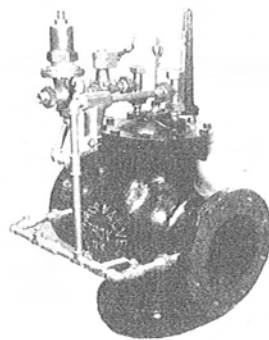
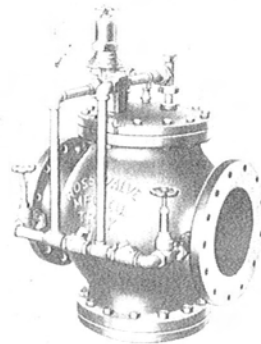
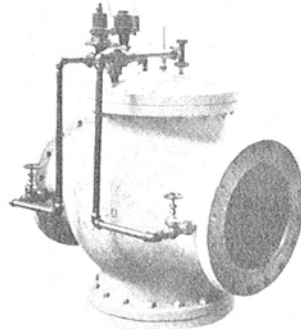
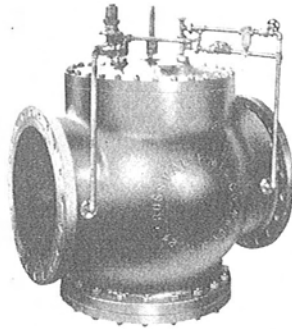
Fig. 2

### APLICACIONES PRACTICAS

Se refieren a continuación algunos casos en los que ha intervenido el autor, y en los cuales han transcurrido varios años, suficientes para haber analizado la fiabilidad de las soluciones.

#### La falta de presión en parte de Santiago del Collado (Avila)

La red de abastecimiento de Santiago del Collado, localidad situada al oeste de la provincia de Avila abastece también a los barrios de El Collado y El Zarzal. En el croquis de la figura 3 pueden apreciarse las características topográficas de la red de abastecimiento. Se puede ver que la diferencia de cotas entre el punto más alto en El Collado y el más bajo en Santiago



Varios tipos de válvulas Ross mantenedoras, de funciones múltiples.

del Collado es 25 metros. Este desnivel contribuye a que durante las horas de mayor consumo la mayor parte del agua disponible sea absorbida por los núcleos de El Zarzal y Santiago del Collado, quedando El Collado sin agua.

La solución tradicional a este problema se fundamentaba en la construcción de un depósito elevado de regulación, lo que requiere una inversión importante.

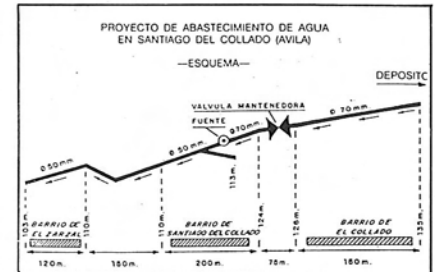


Fig. 3

Una solución alternativa a la tradicional era instalar una válvula mantenedora entre El Collado y Santiago del Collado, lo que aseguraba el suministro prioritario al barrio del Collado, situado en la cota más elevada.

Se optó por la instalación de la válvula mantenedora, pues ofrecía ventajas importantes comparadas con la construcción de un depósito elevado, entre las que destacan las siguientes:

- No se precisan expropiaciones.
- Rapidez de instalación.
- Se puede cambiar en cualquier momento el tarado.
- Posibilidad de revender la válvula si no se necesita en el futuro.

Una situación similar a la anterior se presentó en un barrio de Segovia. En este caso la diferencia entre la parte alta y la baja era de 120 metros. Se colocó una válvula mantenedora en un punto intermedio que mantuvo una presión mínima agua arriba hasta en las horas de mayor consumo, lo que mejoró el suministro.

#### Suministro al casco antiguo de Avila

Antiguamente, cuando las razones estratégicas eran decisivas en la elección del lugar más apropiado para establecer poblamientos, se prefería instalarlos en lugares altos. Muchas ciudades se fundaron sobre un terreno elevado, acotado en ocasiones por murallas más



allá de las cuales existían fuertes pendientes.

Avila es un ejemplo fiel de este tipo de ciudades que, como tantas otras, se ha extendido extramuros, generalmente a cota más baja con respecto 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, daba lugar a dificultades en el suministro de agua.

En Avila se contaba con una red radial con cuatro arterias que bajaban agua a los barrios de construcción reciente. Como estos barrios de extramuros se encontraban a cota más baja que el casco antiguo, su consumo incidía negativamente sobre la presión de suministro a la zona alta de la ciudad. Para paliar esa pérdida de presión, se contaba con las siguientes soluciones clásicas:

a) Aumentar la presión en las zonas altas por medio de instalaciones de bombeo.

b) 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 flotado.

c) Independizar las redes del casco antiguo y de las nuevas zonas de expansión.

La solución b), sin sopesar las cuestiones económicas, no era admisible en un conjunto histórico como el de Avila, en el que los depósitos elevados 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.

La instalación de cuatro válvulas mantenedoras de 100 milímetros de diámetro resolvieron el problema. Estas válvulas disponen de pilotos de alta sensibilidad que pueden ser regulados para mantener la presión a la cota deseada, y por lo tanto permitían llevar a cabo una especie de iteración de la presión si se deseaba ajustar las presiones en los cuatro puntos.

## APLICACIONES ESPECIALES

Aparte de mantener la presión en un determinado punto se ha hallado que estas válvulas resuelven también otros problemas.

### Descebamiento de anti-impulsiones

Llamamos anti-impulsión a toda conducción de agua a la cual la entrada, u origen, está a cota más elevada que la salida, y en donde el agua circule bajo presión. A veces el agua es ayudada por una estación de bombeo, pero generalmente baja por gravedad.

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

Puede ocurrir en algunos casos que haya puntos altos que queden por debajo de la línea piezométrica, creándose entonces un sifón natural, que se pueda descebar e impedir el paso del agua; la instalación de una válvula mantenedora impide que esto ocurra.

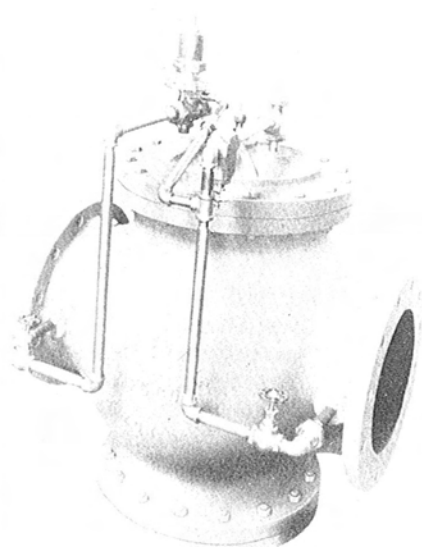
Para impedir el vaciado de las conducciones es recomendable instalar agua arriba de la válvula de flotador o de altitud del depósito una válvula mantenedora que se cierre cuando la presión en la tubería sea inferior al valor deseado, a la cual se habrá tarado. De esta forma siempre quedará agua en la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

### Aminoración de la cavitación en válvulas para control del llenado de depósitos

Cuando la presión teórica del terminal de una tubería en un depósito es superior a unos 25 metros de columna de agua (m.c.a.) es de temer que se produzca cavitación y erosión debido al brusco descenso de la presión y a las altas velocidades del agua a través de las válvulas.

Para paliar estos inconvenientes el autor aconseja instalar una válvula mantenedora agua arriba de la válvula de control (de flotador o de altitud). Se consigue así una regulación adicional del caudal de entrada al depósito y una disminución de la velocidad del agua.

También se puede conseguir el mismo efecto instalando un piloto especial mantenedor en válvulas automáticas de control de llenado de depósito. Se tiene una válvula de doble efecto en el mismo cuerpo por un coste menor que en el caso anterior.



Válvula mantenedora simple, de gran diámetro.

### Anti-impulsión con bombeo hacia un depósito regulador situado por debajo de la cota de la estación de bombeo y en una conducción de poca longitud

El autor recomienda una instalación similar a la de la figura 4. La válvula mantenedora se abrirá cuando la presión suba por encima de la mínima, o sea de la de tarado. Esta presión mínima se puede regular «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.

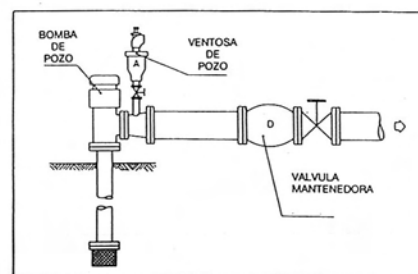
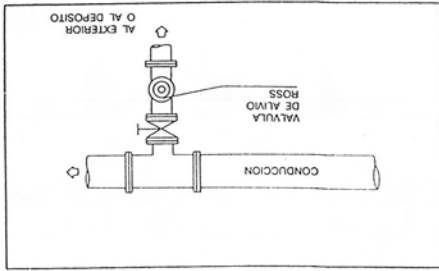


Fig. 4

### Aprovechamiento de una instalación de bombeo diseñada por exceso

Se coloca una válvula mantenedora, o de alivio, en una derivación en T. 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 (figura 5).





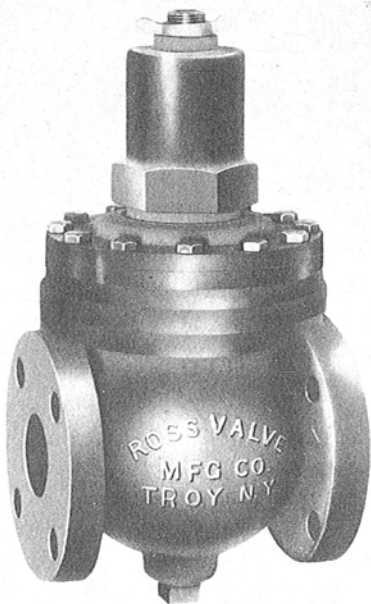
**Fig. 5**

**Regulación de caudal**

Cuando no existen grandes variaciones de presión se puede regular el caudal con una válvula mantenedora.

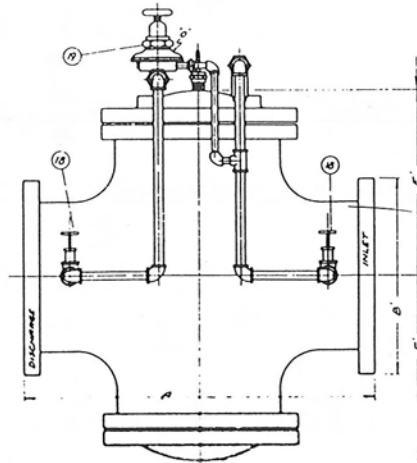
**Evitar la falta de agua en algunos caseríos de montaña que se abastecen de una derivación de la arteria principal**

En algunos casos estos caseríos o aldeas no pueden disponer de agua más que durante la noche, cuando el consumo baja y aumenta la presión. Para evitarlo se puede instalar una válvula mantenedora en la tubería principal, agua abajo de la derivación, tarándola debidamente.



**Fig. 6**

*Vista exterior de una válvula mantenedora de presión, de pequeño diámetro.*

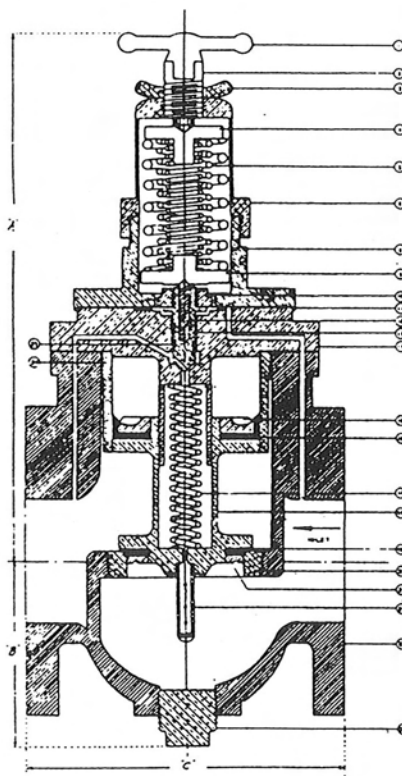


**Fig. 7**

*Vista lateral de una válvula mantenedora de presión con mandos externos, mostrando las conexiones.*

**FUNCIONAMIENTO**

Puede haber válvulas mantenedoras con mecanismos internos (figura 6) o mandadas por piloto externo (figura 7). En la figura 8, se pueden ver todas las partes de las que consta una de estas válvulas.



**Fig. 8**

*Sección de la válvula de la fig 6, mostrando las partes internas.*

El funcionamiento en las de piloto es exterior en una válvula.

En una válvula de pistón o diafragma se le coloca un piloto mantenedor con las conexiones apropiadas, según se ve en la figura 7.

**CUERPO EN ANGULO O LINEAL**

Las válvulas mantenedoras se instalan en muchas ocasiones en codos, o en T. Por ello es necesario tener presente que se pueden construir en ambos modelos.

**VELOCIDAD MAXIMA ADMISIBLE**

Es necesario cerciorarse de las velocidades máximas admisibles para cada válvula, que deberán ser proporcionadas por el fabricante. No obstante se puede recomendar no pasar de 5 metros/segundo en las de tipo globo de pistón; en las de tipo globo de diafragma tal vez deba ser menor, aunque se puedan sugerir velocidades admisibles mayores; en las de piloto interno es aconsejable no pasar de 2,5 metros/segundo.

**CAUDALES MAXIMOS ADMISIBLES**

Hay que calcularlos teniendo en cuenta la velocidad máxima admisible.

**CAUDALES MINIMOS ADMISIBLES**

Conviene dimensionar adecuadamente las válvulas para que puedan funcionar adecuadamente para los caudales esperados. Una válvula de grandes dimensiones trabajando con caudales muy pequeños se puede abrir y cerrar con excesiva frecuencia, lo que causaría un deterioro rápido. Hay que tener en cuenta que para pequeños caudales a grandes presiones los filetes del agua actúan como un chorreado de arena, causando erosión y cavitación.

**CAVITACION Y EROSION**

Aunque estos fenómenos no se suelen dar en este tipo de válvulas, es necesario cerciorarse que no ocu-

rran, informándose sobre ello del fabricante.

## EFFECTO EN LA LINEA PIEZOMETRICA

En la figura 9 se presentan los efectos que produce en la presión la instalación de una válvula mantenedora en una anti-impulsión, o conducción de agua por gravedad. La mantenedora impide que se vacíe la tubería y que se llene de aire.



Fig. 9

Válvula mantenedora de presión para retención del caudal. La presión estática es a válvula del depósito cerrada. 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.

## FUNCIONES ESPECIALES

Las válvulas mantenedoras trabajan automáticamente para realizar una función. Esta función se puede realizar también manualmente o mandada a distancia. También se puede realizar en combi-

nación con otras válvulas para lo cual se puede motorizar el piloto, colocar válvulas de solenoide y hasta integrarlas en una instalación con mando electrónico.

### 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 por mando a distancia.

### Con piloto motorizado

Cuando los cambios no son para presiones determinadas, sino para presiones cambiantes, se puede realizar la operación manualmente actuando en el piloto normal, o a distancia mediante la instalación de un pequeño motor que actúa sobre el piloto.

### Con válvula 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.

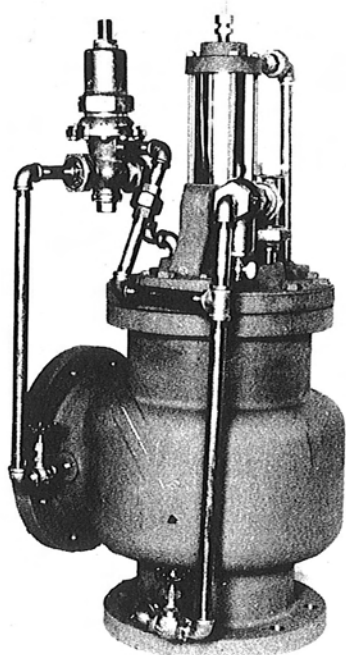
### Con mando electrónico

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

## FUNCIONES ADICIONALES EN EL MISMO CUERPO DE LA VALVULA

Si la mantenedora es de piloto externo, se puede aprovechar el mismo cuerpo de válvula para llevar a cabo otras funciones adicionales. Entre las funciones múltiples que se pueden programar están 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.
- Otras funciones.



# LA SOLUCION: RAPIDA ECONOMICA Y EFICAZ AL GOLPE DE ARIETE

100 años en constante renovación con más de 75.000 instalaciones en todo el mundo, prueban nuestra experiencia.

**Válvulas ROSS**  
Tel. 650 09 71  
Apartado 31031  
MADRID



VALVULAS

DELEGACION VALENCIA  
Telf.: 347 18 55

DELEGACION BARCELONA  
Telf.: 340 81 81



# USOS DE LAS VALVULAS DE RETENCION

Por **MANUEL MATEOS**  
Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.  
Master of Science  
Director Técnico, VALVULAS  
AUTOMATICAS ROSS

Las válvulas de retención son aquellas que permiten que el flujo discurra en un solo sentido.

Su uso está indicado en los siguientes casos:

- a) En impulsiones, a la salida de las bombas.
- b) En impulsiones, en tramos intermedios.
- c) Para mantener separadas aguas sucias de limpias.
- d) En bocas de riego exteriores.
- e) Para separar zonas de influencia de empresas de agua.
- f) Para impedir que suba la presión desde otra zona.
- g) Para separar agua fría de caliente.
- h) Para evitar inundaciones.

**Caso A:** Se suelen colocar a la salida de las bombas para evitar que el agua retorne e invierta el sentido de las bombas; también tienen la misión de evitar que se vacíen las tuberías. La casuística correspondiente está ampliamente tratada en el libro de Enrique Mendiluce (Ver referencia 1 al final).

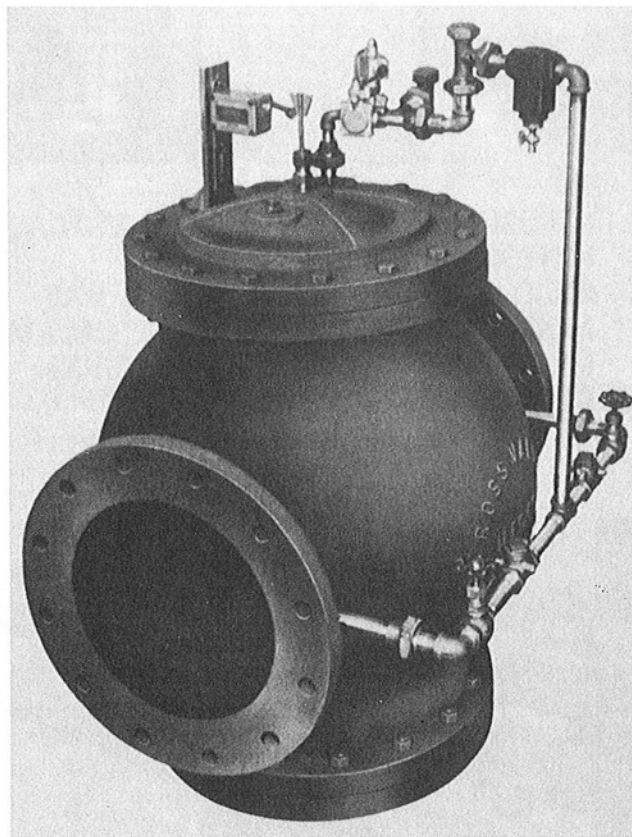
**Caso B:** En tramos intermedios de una larga tubería de impulsión pueden contribuir a seccionar el golpe de ariete y hacer que el máximo se divida en varios máximos de menor entidad. El diseño de la instalación de las válvulas apropiadas está también tratado en el mencionado libro de E. Mendiluce.

**Caso C:** A veces se manda agua limpia hacia una red que se suministra también de otros pozos, ríos, o lagunas y en donde el agua puede tener suciedad o estar contaminada. La separación de ambas calidades de agua se hace efectiva mediante la instalación de una válvula de retención.

**Caso D:** Se requiere colocar válvulas de retención en las tomas de agua para riegos o incendios de ciudades. De no hacerlo se corre el peligro que se puedan introducir en la red productos indeseables, mediante grupos de presión portátiles.

**Caso E:** Si hay dos compañías que suministran una misma zona y una de ellas tiene prioridad y no desea que su agua pase a la red de la otra compañía, se puede solucionar este problema mediante la colocación de válvulas de retención.

**Caso F:** A veces ocurre que alguna zona se puede suministrar por medios secundarios, por bombeo de pozos de inyección directa a la red, o por otros procedimientos. Estos bombeos pueden hacerse a una presión muy elevada para el timbraje de las tuberías existentes en otras zonas, lo que puede causar roturas.



Válvula optimizadora de un bombeo, o de retención controlada, con cierre de emergencia al fallar el suministro de energía eléctrica.

Se evitan colocando válvulas de retención en los lugares apropiados.

**Caso G:** En algunas industrias puede haber instalaciones de agua caliente comunicadas con instalaciones de agua fría. Se puede evitar su mezclado también con válvulas de retención.

**Caso H:** Cuando se instalan válvulas anti-inundaciones de un solo sentido de actuación, y se desea proteger la conducción en ambos sentidos, se recurre a colocar una válvula de retención para conseguir dicha protección total (para más información consultar la referencia 2).

No nos extendemos aquí sobre los diferentes tipos de válvulas de retención existentes por ser muy numerosos y haber tratado ya el tema en otras comunicaciones (apéndices del libro de E. Mendiluce). Lo que

Tipo de válvula	Menor golpe	Menor dimensión	Para aguas	Posición de colocación
Corriente, de clapeta	5	5	Limpias y Sucias	Horizontal
Idem, con contrapeso	4	5	Limpias y Sucias	Horizontal
Idem, con contrapeso y amortiguador	2	5	Limpias y Sucias	Horizontal
Williams-Hager, globo	2-3	3	Limpias	Vertical y Horizontal
Idem, loncha	2-3	2	Limpias	Vertical y Horizontal
Disco partido	3	1	Limpias	Horizontal y Vertical
De bola	5	5	Sucias	Horizontal
Eje descentrado, loncha	3	2	Limpias	Horizontal
Idem, con contrapeso y amortiguador	2	2	Limpias	Horizontal
Optimizadora de bombeos	1	5	Limpias	Horizontal y Vertical

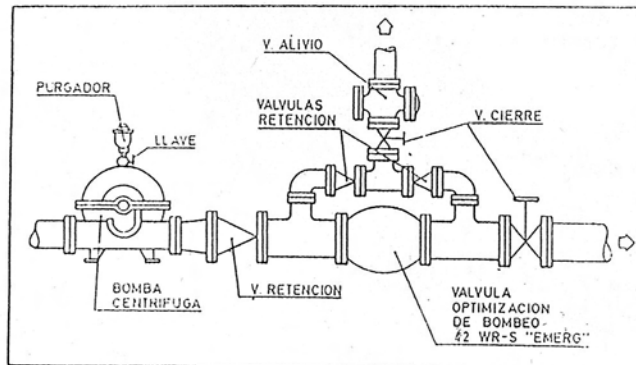
NOTA: En la clasificación, 1 es la mejor y 5 la peor, siempre subjetivamente; la numeración no es proporcional. Aguas sucias se entiende con materia sólida flotando o arrastrada. Por vertical se entiende flujo hacia abajo. Se omite la de «by-pass» porque en general este mecanismo se confunde con una conexión simple que requiere bombas reversibles y que causa el vaciado de la tubería al parar las bombas. Las de amortiguador pueden producir un retrogiro de las bombas.

sí podemos mencionar son los datos que son necesarios aportar al fabricante o vendedor de este tipo de válvulas para que puedan aconsejar sobre la más adecuada.

Estos datos son:

- a) Diámetro de la tubería.
- b) Material de la tubería y su resistencia.
- c) Presión normal de trabajo.
- d) Indicar si se espera haya sobrepresiones puntuales.
- e) Clase de agua: fría, caliente, limpia, sucia.
- f) Dirección del flujo: horizontal o vertical (hacia arriba o hacia abajo).
- g) Indicar si se desea completamente estanca.
- h) Indicar si en el punto donde se desea instalar hay otra válvula automática a la cual se le pueda acoplar un sistema de retención, por un coste módico, menor que el de una válvula normal de retención.

En los bombeos nos limitamos a una variedad reducida de válvulas de retención. Para ayudar en la selección de ellas he preparado la Tabla adjunta. En ella se omiten los precios, costes de instalación y la pérdida de carga, que vendrá dada por el fabricante. Se dan valores de uno para la más recomendada hasta cinco la menos recomendada, sin proporción entre los números. Hay que tener en cuenta que la Tabla está basada en una apreciación del autor, sin compromiso alguno, y solamente a título orientativo, pues todo depende de métodos y materiales de fabricación, así como de particularidades de diseño de algunas variantes.



Esquema de una instalación completa de bombeo.

Una información completa de este tipo de mecanismo la presentaré en el libro sobre «Válvulas» dentro de la colección Obras Hidráulicas, que está siendo preparado, y será publicado por Editorial Bellisco.

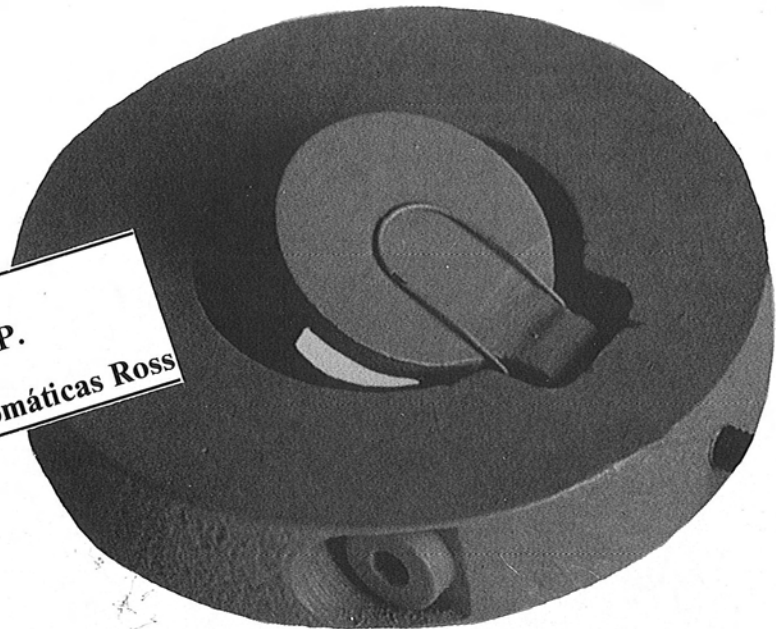
En la foto 1 se presenta una válvula optimizadora, y en la figura 1 se ve un esquema de una instalación completa. Más información sobre este tipo de mecanismo se ha presentado en esta revista en las referencias 3, 4 y 5.

**Referencias bibliográficas:**

1. Enrique Mendiluce, «El golpe de ariete en impulsiones», Editorial Bellisco, apartado 156.133, 28080 Madrid.
2. M. Mateos, «Válvulas de seguridad para suprimir inundaciones causadas por roturas en tuberías», Editorial Bellisco.
3. M. Mateos, «Bombeos de pozos profundos», REVISTA DE BOMBAS Y COMPRESORES, n.º 140, págs. 39 a 41, marzo 1987.
4. M. Mateos, «Valvulería para estaciones de bombeo de impulsiones largas», REVISTA DE BOMBAS Y COMPRESORES, N.º 124, págs. 27 a 31, noviembre 1985.
5. M. Mateos, «Hidropulsaciones», REVISTA DE BOMBAS Y COMPRESORES, n.º 147, págs. 33 a 35, octubre 1987.



**Por: Manuel MATEOS**  
**Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.**  
**Master of Science**  
**Director Técnico, Válvulas Automáticas Ross**



*Existe en el mercado actual una amplia variedad de válvulas de retención. Esta es tipo «loncha» con los tornillos exteriores de brida a brida.*

## ERRORES EN VALVULAS DE RETENCION

Las válvulas de *retención*, también conocidas por *anti-retorno*, permiten que el agua circule en un solo sentido. Las principales aplicaciones en ingeniería civil son:

- En impulsiones, a la salida de las bombas, para evitar que el agua retroceda vaciando la tubería y para resguardar a las bombas de las sobrepresiones.
- En impulsiones, a lo largo de la conducción, para dividir el golpe de ariete en dos o más tramos.
- En suministros de agua hacia una instalación con agua sucia o contaminada.
- En bocas de riego, para evitar que se introduzcan en la red productos indeseables.
- Cuando una compañía suministra agua a una segunda y no se desea que el agua de la segunda vaya a la primera por convenios que se hayan establecido.
- Cuando agua abajo puede subir la presión en exceso y puede romper tuberías débiles que existan agua arriba.
- Cuando se pretende que el agua caliente no invada tuberías de agua fría, o viceversa.
- Para evitar inundaciones por roturas de tuberías (ver «Válvulas de seguridad para suprimir inundaciones causadas por roturas de tuberías», por M. Mateos, Editorial Bellisco, Apartado 156.133, 28080 Madrid).

En mis actividades profesionales he tenido contactos con numerosos casos de roturas de válvulas de retención. Enumeraré aquí algunos de los casos de fallos por si ello puede ayudar a aquellos técnicos que se enfrentan por primera vez con proyectos o construcción en los cuales se necesite esta clase de mecanismos.

La mayor parte de los fallos que he observado han ocurrido en válvulas de clapeta simple, colgada de una bisagra, con recorrido de la clapeta de 90 grados. Esta era prácticamente la única que se usaba hasta hace pocos años. Algunos fallos eran debidos a deficiencias en la fundición, materiales inadecuados para las prestaciones soli-

citadas, o bien oxidación excesiva. Hay que reconocer que son las que producen el golpe de clapeta más potente, pues he visto alguna que al dar el clapetazo desplazaban unos milímetros los componentes de la instalación, debido a la violencia del cierre.

Conviene cerciorarse de las presiones esperadas y adquirir la válvula que las pueda soportar, pues en algunos casos no se ha tenido esto en cuenta.

Cuando hay materiales que no son similares y las aguas hacen de electrolitos, se puede corroer uno de ellos. Por ejemplo en válvulas de bronce con muelle de acero, se puede corroer el acero aunque sea «inoxidable».

En aguas sucias puede haber problemas en el cierre cuando no se ha colocado la válvula adecuada y queda inutilizada por enredarse en ella trapos o plásticos.

Un error corriente es pedir una válvula con «by-pass» sin saber qué es esto. En la página 80 del libro de Enrique Mendiluce («El golpe de ariete en impulsiones», Editorial Bellisco, apartado 156.133, Madrid 28080) se puede leer:

«Estas válvulas (con by-pass) están formadas de un cuerpo principal que, esencialmente, es similar al de las de retención normales, con una clapeta inerte y un by-pass, cuyo diámetro está dimensionado de acuerdo con las características de la elevación, en el que va incorporada una válvula especial de pistón accionada por diferencia de presiones en ambos lados.»

«Este sistema es caro y no hay que confundir el conjunto del by-pass con una simple conexión por tubería de pequeño diámetro entre ambos lados de la válvula de retención, provista de una vulgar llave de cierre. Repetimos que este sistema obliga a que los grupos impulsores sean reversibles.»

Podemos añadir que tal sistema de interconexión supone, además, que se vacíe la tubería cada vez que se para la impulsión, por lo cual es doblemente no recomendado.

Hay quien deja la interconexión o comunicación lateral, desvío, o derivación (supuesto by-pass) abierta, y quien perfora la clapeta. Ambas prácticas son peligrosas en impulsiones, pues pueden hacer que se transmita la sobrepresión del golpe de ariete a toda la tubería, anulando los efectos que se buscan al instalar válvulas de retención. Si se quiere realizar tales prácticas, conviene que se midan las presiones con manómetro antes de aceptar tales soluciones; asimismo se verificará si las bombas están construidas para soportar el funcionamiento en reverso.

A veces se pretende tener una válvula adecuada, indicando sim-

plemente que todo sea de acero inoxidable. En la mayor parte de los casos en los cuales se pedía en proyecto tal material, ello no era necesario por existir en el mercado otros tipos de válvulas distintos del proyectado y en materiales mucho más baratos que el acero inoxidable. No se debe pretender poner en proyecto que la válvula sea de acero inoxidable para paliar así la falta de conocimientos sobre estos mecanismos y sobre materiales.

La falta de ventosas en la parte «agua abajo» de la válvula de retención puede causar que ciertos tipos de tuberías se aplasten.

Esta falta de ventosas, o de ventosas idóneas, ha hecho en ocasiones que salten la tubería, que se colapse el colector, o que reviente la carcasa en una bomba centrífuga, lo que puede proyectar trozos peligrosos de metralla.

En la compra de una válvula conviene sopesar no solamente el precio de compra, sino también el coste de su instalación. Los ingenieros nos enfrentan a veces con complicaciones y costes importantes porque la Sección de Compras de la Empresa puede elegir la válvula más barata, que luego puede resultar pesada y difícil de colocar. A veces estas válvulas baratas se rompen hasta durante el período de garantía de la obra. Como los costes de instalación no se computan al adquirir la válvula, la Sección de Compras suele quedar bien, pero pasando los costes adicionales de colocación al jefe de obra.

Es conveniente por lo tanto analizar detenidamente el tipo de válvulas de retención que se pudiera necesitar. Siempre eché en falta in-

formación sobre este tipo de válvulas, por lo cual hace unos años publiqué varias comunicaciones sobre ellas. En la actualidad estoy preparando un libro sobre válvulas para abastecimientos de agua, que aparecerá en 1989 (publicado por Editorial Bellisco).

Para contribuir a obtener la válvula adecuada hay que tener en cuenta los siguientes datos, necesarios para su selección:

1. Diámetros de la tubería.
2. Presión de trabajo.
3. Sobrepresiones.
4. Clase de agua.
5. Espacio disponible; con bridas o tipo loncha.
6. Dirección del flujo, sobre todo si es vertical y hacia abajo.
7. Estanqueidad de la válvula de retención.
8. Indicar si se elimina el aire con ventosas idóneas.

Con estos datos el fabricante o el especialista en este tipo de válvulas puede aconsejar la más conveniente.

#### COMUNICACIONES PREVIAS SOBRE EL TEMA

Sobre temas relacionados con el de este artículo se han escrito, por el mismo autor, en esta revista, las comunicaciones que reseñamos a continuación:

MATEOS, M.: «Hidropulsaciones». *Revista de bombas y compresores*, octubre, 1987.»

MATEOS, M.: «Valvulería para estaciones de bombeo de impulsiones largas». *Revista de bombas y compresores*, noviembre, 1985.

MATEOS, M.: «Usos de las válvulas de retención». *Revista de bombas y compresores*, marzo, 1989.

Por Manuel MATEOS  
Doctor ingeniero de Caminos, ayudante de Obras Públicas  
y director técnico de Válvulas Automáticas Ross

## CLASIFICACION Y SELECCION DE VALVULAS DE RETENCION

Hemos dado a conocer los tipos principales de válvula «Revista de Bombas y Compresores» (referencias 1 y 2). En ellas se pudo ver que hay una gran variedad donde elegir, lo cual puede presentar problemas. Son muchas las consultas que se me han hecho sobre cuál de todas las válvulas de retención se debe usar para algún caso determinado. Hay que tener en cuenta que las principales variedades usadas en nuestra profesión son las siguientes:

- De capleta colgada.
- De capleta colgada con contrapeso.
- De capleta colgada con amortiguador.
- De capleta colgada con contrapeso y amortiguador.
- De capleta colgada, tipo loncha.
- De capleta colgada, tipo loncha, con contrapeso.
- De capleta colgada oblicua, con recorrido corto.
- De capleta descentrada.
- De capleta descentrada con contrapeso.
- De capleta descentrada con amortiguador.
- De capleta descentrada con contrapeso y amortiguador.
- De eje longitudinal centrado (Williams-Hager), cuerpo globo.
- De eje longitudinal centrado, cuerpo loncha, con tornillos pasantes.

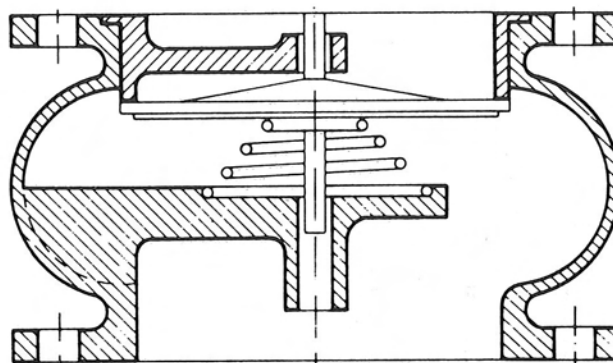


Figura 1.—Válvula de retención Williams-Hager, tipo globo. Es poco conocida en España, aunque se desarrolló en Estados Unidos hace sesenta años.

- De eje longitudinal centrado, cuerpo loncha, con tornillos exteriores.
- De múltiples Williams-Hager.
- De diafragma.
- De bola.
- De dos semidiscos, o disco partido.
- Automática de función simple.
- Automática de apertura y cierre controlados.
- Automática de funciones múltiples.

Algunas de estas válvulas han sido analizadas en las referencias indicadas. Las automáticas han sido analizadas en las referencias 3 y 4. Las recomendadas para aguas se analizarán en otra comunicación.

Para tratar de seleccionar la válvula adecuada, he preparado la tabla adjunta. Se omiten los precios o costes proporcionales. Se dan valores de uno para la más recomendada hasta cinco para la menos recomendada, sin proporción entre ellas. Hay que tener en cuenta que esto es una apreciación personal, sin compromiso alguno y solamente a título orientativo, pues todo depende de métodos y materiales de fabricación.

En el análisis económico conviene siempre sopesar no solamente el precio de la compra, sino su instalación. Los ingenieros nos vemos a veces con complicaciones y costes muy importantes de una válvula porque la Sección de Compras puede elegir la más barata, que luego puede ser muy pesada y difícil de manejar. Como los costes de instalación no se computan al colocar la válvula, la Sección de Compras

Tipo de válvula	Menor golpe	Menor dimensión	Menor pérdida de carga	Para aguas	Posición de colocación
Corriente, de capleta .....	5	5	1	Limpias y sucias	Horizontal
Corriente, de capleta, con contrapeso ...	3	5	1-2	Limpias y sucias	Horizontal
Corriente, de capleta, con contrapeso y amortiguador .....	1	5	1-2	Limpias y sucias	Horizontal
Williams-Hager, globo .....	2	3	2-3	Limpias	Vertical y horizontal
Williams-Hager, loncha .....	2	2	5	Limpias	Vertical y horizontal
Disco partido .....	3	1	3	Limpias	Horizontal y vertical
De bola .....	5	5	1	Sucias	Horizontal
Eje descentrado, loncha .....	3	2	1	Limpias	Horizontal
Eje descentrado, loncha, con contrapeso y amortiguador .....	1	2	1-2	Limpias	Horizontal

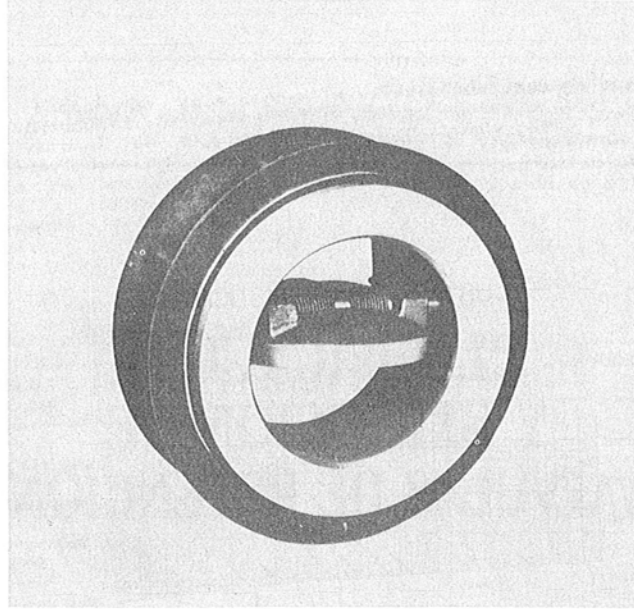


Figura 2.—Válvula de retención de eje descentrado. Usada en Estados Unidos desde hace muchos años, ya se fabrica en España.

suele quedar bien, pero **pasando los costes finales de colocación al jefe de obra.**

En aguas sucias hay que diferenciar entre aquellas que han sufrido un proceso de sedimentación de materiales sólidos y retirada de los flotantes, de las que la suciedad es de pequeñas partículas en suspensión. Estas últimas se pueden considerar, en general, como iguales a aguas limpias desde el punto de vista de la selección de válvulas de retención; no así para la selección, ubicación y frecuencia de las ventosas y purgadores, que suelen en ambas presentar comportamientos distintos.

#### REFERENCIAS CITADAS

1. Mateos, M.: «Usos de las válvulas de retención». *Revista de Bombas y Compresores*. Marzo, 1989.
2. Mateos, M.: «Errores en válvulas de retención». *Revista de Bombas y Compresores*. Abril 1989.
3. Mateos, M.: «Valvulería para estaciones de bombeo de impulsiones largas». *Revista de Bombas y Compresores*. Noviembre, 1989.
4. Mateos, M.: «Hidropulsaciones». *Revista de Bombas y Compresores*. Octubre, 1989.



# VALVULAS PARA LLENADO DE DEPOSITOS

Por Manuel Mateos de Vicente

Presidente de Válvulas Automáticas Ross, S.A.

(Este informe es una reproducción del capítulo 10 del libro "Diseño de Depósitos de Agua", publicado por Editorial Técnica Bellisco)

## RESUMEN

Se analiza este tipo de válvulas, tanto de flotador como sin flotador (tipo altitud). Se presenta una clasificación de tales válvulas, y también se indican los factores que hay que tener en cuenta para su selección. Se comenta el posible golpe de ariete, cavitación y eliminación de ruidos. Hay esquemas para su instalación, incluido uno sobre apertura diferida. De interés es la lista de posibles fallos, tema que no se suele tratar en esta clase de publicaciones.

Palabras clave: Válvulas, depósitos, tuberías, flotadores.

## SUMMARY

### "AUTOMATIC VALVES FOR FILLING WATER RESERVOIRS"

Two types of valves are analyzed: Float and Altitude. Included is a classification of these valves as well as information on the factors to take into consideration to select the appropriate one. Water hammer, cavitation and the elimination of noises are also discussed. There are drawings indicating different installations, including one for delayed opening of the valves. A list of possible misdesigns and failures is also included.

Keywords: Valves, Altitude Valves, Float Valves, Reservoirs, Conduits.

## EL AGUA COMO BIEN SOCIAL

El agua es actualmente un bien caro. En algunas zonas escasea, y en los últimos años siempre hay zonas en alerta roja, es decir sin agua. Hay todavía conjuntos de pueblos cuyos depósitos carecen de válvulas de cierre, y donde al llenarse vierten libremente el agua al exterior. Este desperdicio de agua se tolera cada vez menos.

## FACTORES DE SELECCION DE LAS VALVULAS

La selección del modelo de válvulas más adecuado depende de una serie de parámetros, características y situaciones, que hay que analizar antes de tomar la decisión definitiva con el fin de optimizar su funcionamiento y rendimiento.

La selección depende de los siguientes factores:

1. La presión de entrada.
2. Clase de agua, agresiva o potable.
3. Para llenar sólo un compartimento.
4. Para llenar más compartimentos con la misma válvula.
5. Si existe peligro de heladas.
6. Si el depósito es enterrado, semienterrado o elevado.
7. En zona urbana se puede exigir un comportamiento silencioso.
8. Si el accionamiento es continuo o solamente en determinadas horas, o durante las horas nocturnas.
9. Si se desea una apertura diferida, después de haber bajado el nivel una cierta distancia.
10. Altura máxima de la lámina de agua sobre el punto de instalación de la válvula.
11. Que sirva solamente para llenar el depósito.
12. Que sirva para su llenado y vaciado (acción doble).
13. Que se desee instalarla en la cámara de llaves.
14. Que se desee instalarla dentro del depósito.
15. En un depósito elevado que se desee instalarla a nivel del suelo, en la cámara de llaves o arriba.
16. Que el agua entre por arriba, lateralmente o por debajo, y en este último caso si se prolonga la entrada hasta cerca de la lámina superior o si entra al nivel de la solera.
17. Si se desea un cierre hermético.
18. Si hay poco espacio para instalar un flotador.
19. Si se desea llenar el depósito solo con los excedentes de agua de la red.
20. Si existe electricidad en el depósito o no.



21. Si hay que temer golpes de ariete debido a cerrarse bruscamente la válvula.
22. Si la instalación es provisional o permanente.

**PELIGROS**

Hay válvulas para llenado de depósitos que han explotado saltando en pedazos matando o hiriendo a técnicos que estaban en las casetas de válvulas. Una válvula que cierre repentinamente y pare la dinámica de un flujo en una tubería de varios kilómetros, puede dar lugar a sobrepresiones extremadamente altas, que pueden causar su rotura o la de la tubería. En este caso conviene colocar una válvula de alivio de sobrepresiones.

**DENOMINACIONES**

Se entenderá por válvula de flotador aquella que tiene una boya cuya acción regula la apertura o cierre.

La válvula de flotador de acción directa son aquéllas en las que el flotador actúa directamente sobre un tapón, pistón, diafragma o lenteja tipo mariposa o compuerta.

Una válvula compensada es aquella cuya acción, por el flotador o por pilotos, no es directa sino que actúa por el vaciado de cámaras amortiguadoras internas.

Las válvulas de altitud son aquellas que no tienen flotador, por estar mandadas por pilotos. Se colocan por debajo de la lámina máxima de agua del depósito; suelen usarse en depósitos elevados, colocadas a nivel del suelo, o en la cámara de llaves.

**ACTUACION**

- Las válvulas pueden actuar:
- por sí solas, o comandadas
  - por la acción boyante del flotador
  - por las presiones del agua captadas por pilotos
  - por energía eléctrica
  - colocadas in situ, o distantes

**CLASIFICACION**

Conviene clasificar de alguna manera este tipo de válvulas. Por sus actuadores se pueden tener:

1. De flotador de acción directa
2. De flotador compensada
3. De mariposa o compuerta con motor
4. De flotador, compensada y con piloto
5. La anterior con solenoide
6. De altitud
7. De altitud con solenoide
8. De varias funciones

Las tres primeras se colocan dentro del depósito. Las de flotador compensadas se pueden colocar dentro del depósito o en cámara de llaves. Las de altitud

se colocan siempre al exterior del depósito. Las de varias funciones pueden ir tanto dentro como fuera del depósito.

**PRESIONES**

Es de suma importancia el análisis de las presiones dinámicas, o de trabajo (presión residual), en donde vaya a instalarse la válvula. Así se pueden formar los siguientes grupos:

- Para muy baja presión (hasta 10 metros de columna de agua)
- Para baja presión (de 10 a 30 m.c.a.)
- Para media presión (de 30 a 50 m.c.a.)
- Para alta presión (más de 50 m.c.a.)

Se debe tener en cuenta además la presión estática a válvula cerrada. Hay algunas válvulas que una vez cerradas, como la presión estática sea alta, no se vuelven a abrir. Generalmente no hay problemas hasta 6 atm. de presión a válvula cerrada (estática).

**SELECCION POR SU ACTUACION**

Las válvulas de flotador de acción directa (**Figura 1**) suelen funcionar adecuadamente para bajas presiones dinámicas, y hasta 6 atm. de presión estática. No obstante, conviene consultar lo anterior con el fabricante. Algunas se cierran muy rápidamente, lo que puede dar lugar a sobrepresiones peligrosas, que pueden hacer explotar la válvula.

Las que funcionan con motor eléctrico no son absolutamente automáticas, pues puede fallar la electricidad (Ver bibliografía N° 1 y 9 al final de este Capítulo). Suelen actuar por un motor que capta la elevación del agua por sensores colocados dentro del depósito. Suelen tener más problemas de mantenimiento que las que son completamente automáticas.

Las de flotador compensadas y con piloto son válvulas que se pueden considerar de alta tecnología comparadas con las tradicionales de flotador y tapón. No nos extendemos sobre su funcionamiento, por haberlo explicado en otro lugar (Ver la sección sobre Funcionamiento en el Capítulo 4 del libro

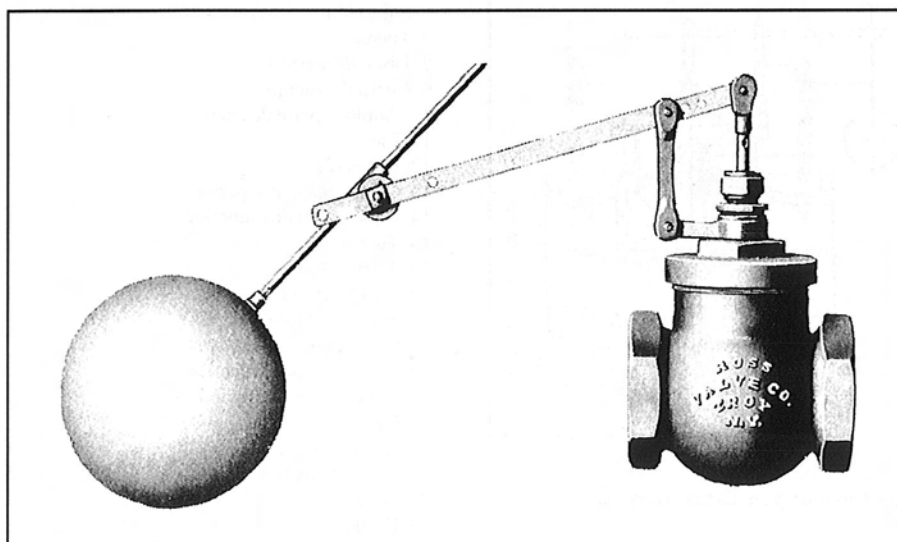


Figura 1 Válvula de flotador de acción directa.

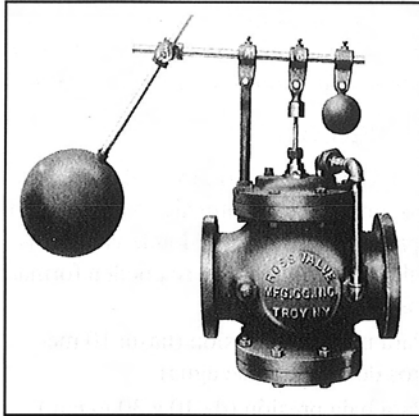


Figura 2. (a)

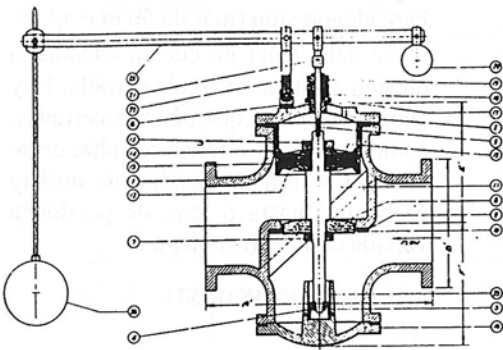


Figura 2. (b) Válvula Ross de acción directa para grandes diámetros y poca presión.

LISTA DE PARTES

1. Carcasa
2. Tapa
3. Guía inferior del eje
4. Tuerca inferior
5. Varilla
6. Sujeción
7. Tuerca
8. Asiento del disco
9. Cueros de asiento
10. Anillo del asiento
11. Eje
12. Platos (2)
13. Cueros pistón Superior (2)
14. Cilindro
15. Tuerca
16. Tapa de fondo
17. Caja de empaquetaduras
18. Empaquetadura Superior
19. Tapón superior
20. Contrapeso
21. Horquilla
22. Unión a palanca
23. Cilindro inferior
25. Leva
26. Flotador.

"Válvulas para abastecimientos de aguas", por M. Mateos, en esta colección "Editorial Bellisco"). Existe una muy amplia variedad de modelos, dependiendo de las condiciones de cada instalación y de las prestaciones deseadas. En las Figuras 2 a 5 se pueden ver algunos modelos para tuberías de grandes diámetros. No deben originar sobrepresiones al cerrarse, pues lo hacen lentamente. Pueden actuar mediante válvulas de solenoide, que necesitan muy poca energía eléctrica, que suele ser producida in-situ por paneles de energía solar y una batería de coche.

Válvulas de altitud (Figuras 6 a 8) son aquellas que actúan por pilotos que captan las presiones agua abajo. Se desarrollaron para control de la altura del agua en depósitos elevados. Se colocan a nivel del terreno; no hace falta elevarlas para meterlas dentro del depósito, lo que aminora los costes de implantación de la válvula. Necesitan una altura mínima de agua detrás de la válvula, para actuar, generalmente del orden de 10 m. Recurriendo a captadores de presión, o

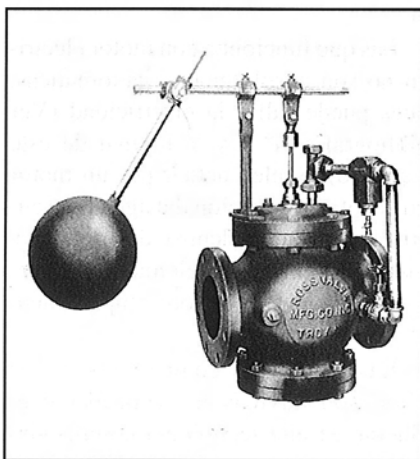
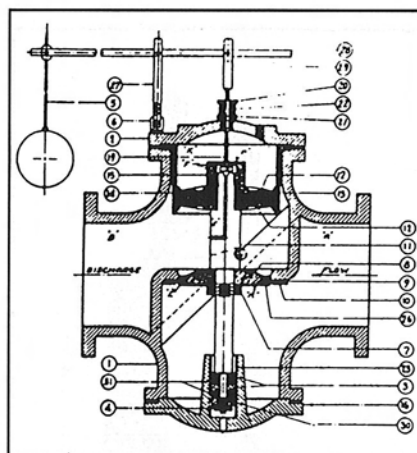


Figura 3.

Válvula de acción directa ayudada por piloto interno. Para tuberías de gran diámetro con altas presiones.



LISTA DE PARTES

1. Carcasa
2. Tapa
3. Cilindro inferior
4. Tuerca inferior
5. Flotador y varilla
6. Sujeción
7. Tuerca
8. Disco de asiento
9. Cuero de asiento
10. Anillo soporte de cuero
11. Eje
12. Platos (2)
13. Cueros presión superior
14. Camisa cilindro superior
15. Tuerca
16. Tapa de fondo
19. Varilla del piloto
20. Tapón Superior
21. Caja de empaquetaduras
22. Empaquetadora superior
23. Camisa del cilindro inferior
25. Calador
26. Anillo del asiento
27. Unión a palanca
28. Leva
29. Horquilla
30. Tuerca de guía inferior
31. Cueros pistón inferior

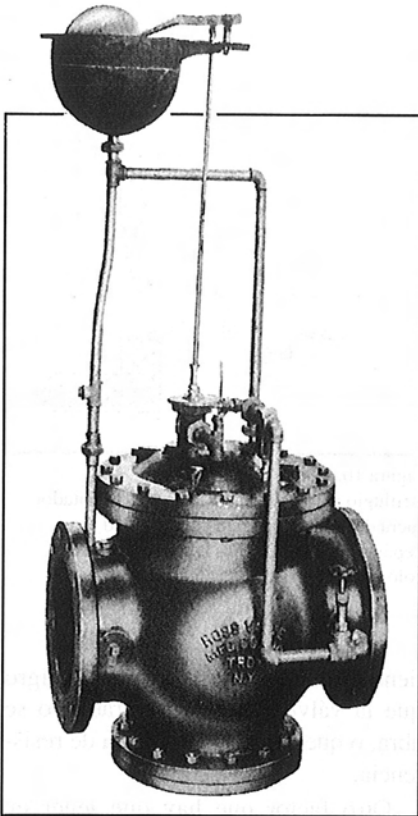


Figura 4. Válvula Ross que se coloca fuera del depósito, con el flotador también en la cámara de llaves.

pilotos especiales, en válvulas no modulantes (todo o nada) se ha conseguido tener válvulas operacionales con altura máxima de la lámina de agua del orden de los 3 m. por encima de la cota de la válvula (Figura 7).

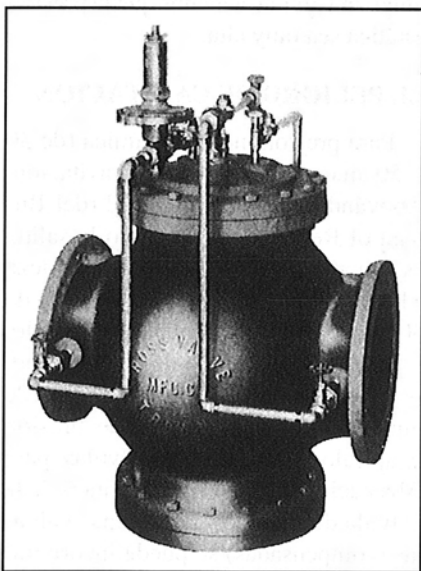


Figura 6. Válvula Ross de altitud, simple.

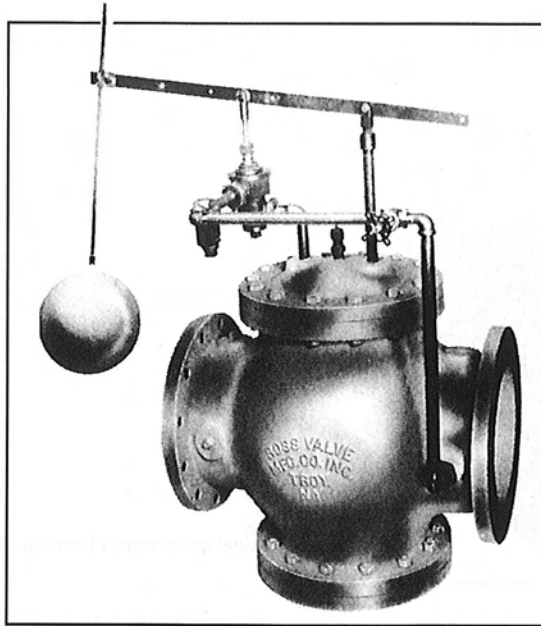


Figura 5. Válvula que puede colocarse dentro del depósito o en la cámara de llaves. En este último caso se puede desplazar el conjunto flotador-piloto para instalarlo dentro del depósito.

Las válvulas de altitud permiten que en los depósitos semienterrados el agua entre por el fondo. Si en un depósito con válvula de altitud, el agua no entra por el fondo, hay que conectar la parte de salida del agua, mediante un tubo de pequeño diámetro, con otra tubería de salida del agua del depósito, ó directamente con este para tener siempre la presión del agua que haya dentro del depósito.

#### SELECCION POR FLOTADOR O POR ALTITUD

Si la válvula tiene que ir dentro del depósito, o fuera, pero a la altura de la máxima lámina de agua, solo es posible colocar válvulas de flotador. En las Figuras 9 a 11 se puede ver una variedad de métodos de colocación.

Las válvulas de altitud Ross, por ejemplo, necesitan al menos 3,5 m de columna de agua para poder actuar; a

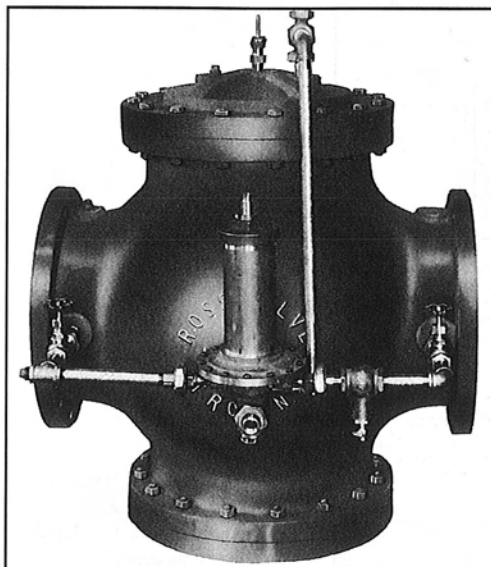


Figura 7. Válvula de altitud de gran sensibilidad.

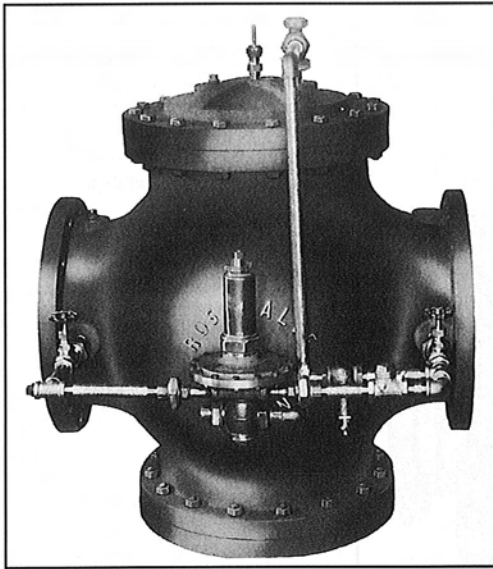


Figura 8.  
Válvula de altitud que permite el retorno del flujo.

veces se necesita más altura de agua, dependiendo del diseño de la válvula y pilotos. Algunas válvulas con flotador itinerante (que se puede colocar a más o menos distancia y altura del cuerpo de la válvula) pueden hacer la misma función que una de altitud simple.

Cuando se forma hielo en el depósito, o en los tubos exteriores de conexión de las válvulas de flotador, hay que sobrepasar la instalación de una válvula de altitud, ya que éstas están menos afectadas por las heladas. Las de altitud son

también insustituibles en algunos casos; como por ejemplo en un depósito de cola que se llene por la noche y contribuya al suministro durante el día; en este caso se puede colocar una válvula de altitud reversible.

#### LA PRESION COMO FACTOR DE ATASCO

Ya se ha indicado que conviene tener en cuenta la presión estática (es decir a válvula cerrada). Algunas válvulas sólo soportan hasta 12 m.c.a.; otras hasta 60 m.c.a. y otras hasta 120 m.c.a. Si no se

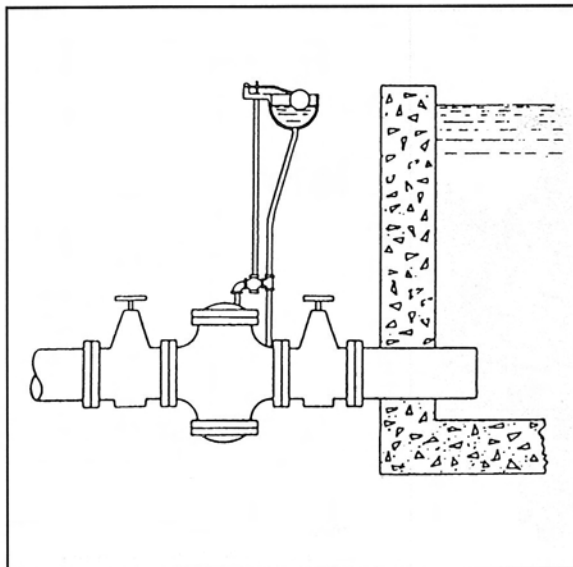


Figura 9.  
Caso especial de válvula de flotador para mantener constante la altura de la lámina de agua en un depósito.

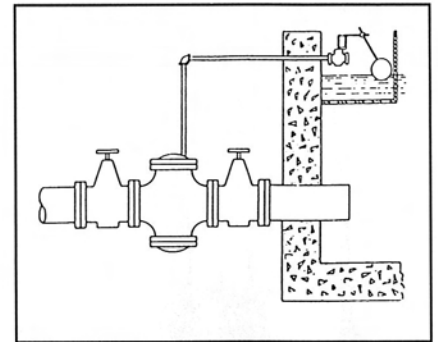


Figura 10.  
Artilugio para colocar una válvula de flotador fuera de un depósito. De gran utilidad en depósitos elevados, pues la válvula puede colocarse en una arqueta, bajo tierra.

tiene esto en cuenta se corre el peligro que la válvula una vez cerrada no se abra, o que se rompa por falta de resistencia.

Otro factor que hay que tener en cuenta es la presión dinámica, que es la presión teórica suponiendo una velocidad del agua y unas pérdidas de carga por rozamiento (coeficiente j).

Para muy baja presión agua arriba dinámica (hasta 10 m.c.a.) hay que cerciorarse que la válvula tenga un flotador que ejerza la presión suficiente para cerrarse.

Para baja presión dinámica (10 a 30 m.c.a.) no suele haber problemas con ninguna válvula, a menos que la presión estática sea muy alta.

#### EL PELIGRO DE CAVITACION

Para presión media dinámica (de 30 a 50 m.c.a.) puede existir cavitación. Apoyándose en la **Figura 12** (del Bureau of Reclamation) y como la salida es a la atmósfera (cero m.c.a.) empieza a haber cavitación, en teoría, a partir de 30 m.c.a. de presión dinámica. Por ello, y para estar en el lado de la seguridad, se puede recomendar la instalación de una válvula mantenedora de presión (Capítulo 5 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas") antes de la válvula del flotador. En algunas válvulas (compensadas) se puede incorporar el piloto mantenedor en el cuerpo de la válvula de flotador o de altitud.

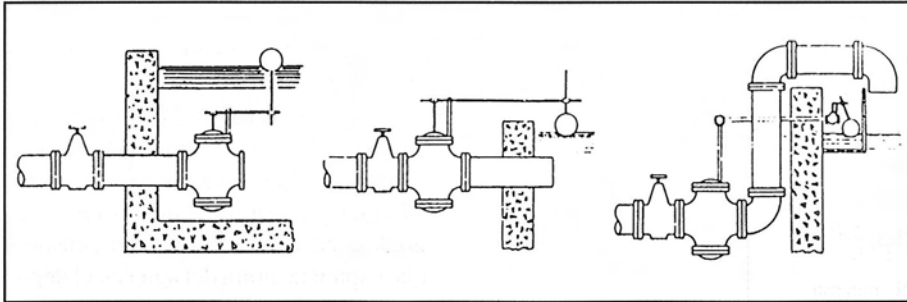


Figura 11. Otros procedimientos poco corrientes para instalar válvulas de flotador.

Para alta presión dinámica (más de 50 m.c.a.) se recomienda, en general, instalar además una válvula reductora de presión antes de la válvula mantenedora. La secuencia desde el final sería:

1. Válvula de flotador o altitud.
2. Válvula mantenedora, o piloto mantenedor.
3. Válvula reductora de presión.

Si las presiones fueran muy altas sería necesario colocar dos válvulas reductoras de presión en vez de una.

**FUNCIONES MULTIPLES**

Ya se ha mencionado que algunas válvulas de flotador pueden realizar más de una función en el mismo cuerpo. Por ejemplo:

- Flotador más mantenedora.

- Altitud más mantenedora.
- Altitud o flotador con apertura diferida.

**APERTURA DIFERIDA**

La apertura diferida de válvulas de control del llenado de aljibes o depósitos de agua es un problema que se presenta cada vez con más frecuencia. Esto es debido a la proliferación de impulsiones, carestía y escasez de agua, y tarifas nocturnas eléctricas más baratas. La apertura diferida de las válvulas de control de llenado de depósitos se puede realizar con varios modelos tanto del tipo de flotador como de altitud. A continuación se exponen unos casos típicos.

**CASO A.**

Hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que el agua haya descendido unos centímetros.

Este caso es muy fácil de solucionar con algunos modelos de válvulas de flotador. Para ello se cambia el sistema normal de unión de la boya a la varilla, haciendo que ésta pueda recorrer una cierta distancia antes de accionar el mecanismo de apertura o cierre de la válvula. Se puede decir que se coloca una boya itinerante, con una varilla que lleva unos topes arriba y abajo de la palanca de la válvula, que hacen que ésta se abra o se cierre de una forma retardada. Este artilugio (Figura 13) tiene el inconveniente, que hay un límite muy estricto al recorrido de la boya,

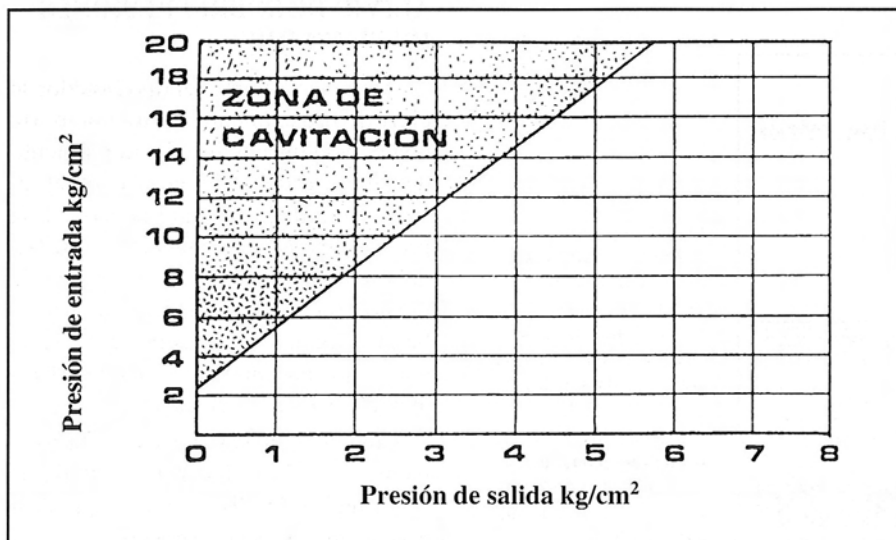


Figura 12. Gráfico de cavitación. El uso continuado de una válvula en el área sombreada puede causar deterioro de las partes internas.

Una vez elegido el tamaño de la válvula, situar en la tabla las presiones de entrada y salida. Si el punto de intersección queda situado en la parte sombreada, puede haber cavitación. La parte sombreada de la tabla está basada en un índice de cavitación (K) de 0,5 derivado de la fórmula

$$K=(P_s - P_v):(P_e - P_s);$$

siendo  $P_e$  = presión de entrada;  $P_s$  = presión de salida,  $P_v$  = presión de vapor relativa a la atmosférica.



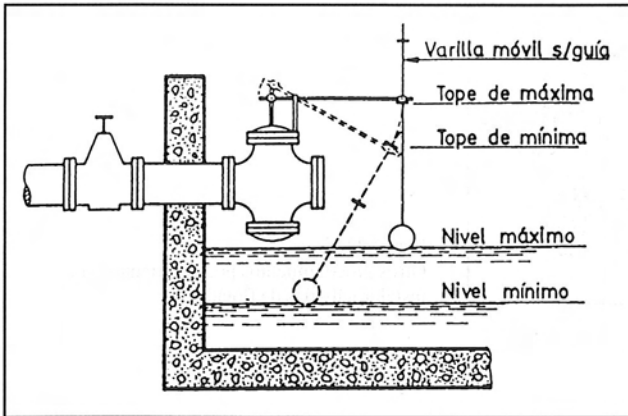


Figura 13. Dispositivo para retardar la apertura de una válvula de flotador.

generalmente del orden de medio metro, aunque con cierta clase de válvulas y en condiciones extremas se puede llegar a un metro.

**CASO B.**

Hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que el agua haya descendido una distancia importante por debajo de la lámina máxima de agua.

Este caso se soluciona de una manera muy sencilla con válvulas compensadas de flotador itinerante. La válvula se instala en la cámara de llaves y el flotador en una pequeña cámara situada en el depósito; esta cámara lleva una salida que está regulada por otro flotador secundario colocado por debajo. (ver Figura 14). Cuando el agua baja hasta hacer actuar el flotador secundario, se vacía la cámara del nivel máximo, don-

de está el flotador que regula el mando a distancia de la válvula, con lo cual ésta se abre. Por este método se puede hacer que el agua descienda en el depósito hasta la cota deseada, pues no hay más limitaciones que las naturales del depósito y de la presión del agua en la tubería.

**CASO C.**

Hacer que una válvula de llenado de depósitos, tipo altitud, se abra cuando el agua haya descendido hasta una cota determinada

Para solucionar este caso se coloca en la válvula un piloto adicional. Estos pilotos se regulan fácilmente in-situ para cambiar tanto la altura de la lámina máxima de agua, como la cota del nivel mínimo al que se desee que la válvula se vuelva a abrir.

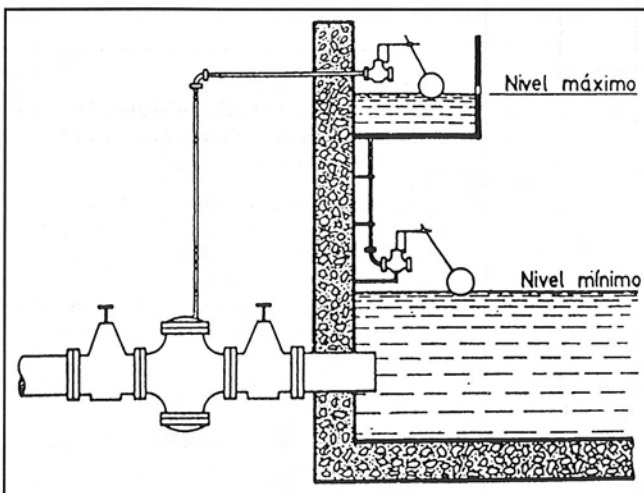


Figura 14. Dispositivo para hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que la lámina de agua haya descendido hasta la cota deseada. La válvula va colocada en la cámara de llaves y puede suministrar agua como se indica en la Figura o por la parte alta del depósito.

**CASO D.**

Hacer la misma función anterior pero por electricidad.

Las válvulas automáticas funcionan, generalmente, sin electricidad. No obstante, ya se ha mencionado que algunas válvulas pueden ser actuadas por solenoides, en combinación con sensores que capten la altura del agua en el depósito (ver la Figura 15).

**CASO E.**

Hacer que se llene un depósito solamente cuando haya excedentes de agua en la red de suministro.

Este caso se presenta cuando se tiene un depósito en una ciudad entre dos zonas de suministro de agua, y se quiere llenar un depósito cuando haya excedentes de agua en una zona, para no afectar un suministro. El depósito se alimenta con los excesos de una zona y suministra a otra zona. La solución se lleva a cabo instalando una válvula mantenedora de presión con doble función de altitud (o de flotador). Si el depósito se está llenando por estar la presión por encima de la de tarado, y baja la presión por debajo, la válvula se cerrará. No se volverá a abrir hasta que la presión vuelva a subir por encima del tarado. Al mismo tiempo si el depósito llega a llenarse, la válvula se cerrará para impedir que el agua desborde, aunque la presión agua arriba esté muy por encima de la de tarado.

**ALIVIO DE SOBREPRESIONES EN EL CIERRE**

Algunas válvulas del tipo flotador se cierran bruscamente. Esto comporta una parada instantánea del movimiento del flujo, lo que origina una sobrepresión, que puede ser muy superior a la presión estática en conducciones de bajada (anti-impulsiones). El aumento de presión puede causar roturas de las tuberías o de las válvulas por explosión, habiendo causado la muerte o heridas a técnicos y otros operarios.

Cuando una válvula cierra bruscamente, se debe colocar una válvula de seguridad o de alivio rápido, que descargue en el mismo depósito.

### INTEGRACION EN UN SISTEMA DE IMPULSION O ANTI-IMPULSION

Se entenderá como "anti-impulsión" toda conducción cuyo caudal discurre hacia abajo ayudado por un bombeo. Esto puede suceder cuando la conducción es larga, y las pérdidas de carga por rozamiento son excesivas.

Una vez que el depósito, situado al final de la impulsión o anti-impulsión, esté lleno y se haya cerrado la válvula de flotador, es necesario parar el bombeo. Esto se puede conseguir basándose en alguna de las dos situaciones siguientes:

- el aumento de presión en la conducción
- la reducción de la velocidad del flujo a cero.

Para el primer caso hemos recomendado que se coloque un presiómetro junto al bombeo y para el segundo una paleta que capte el movimiento o la quietud del agua en la conducción. Cualquiera de los dos métodos anteriores puede conducir a la parada de las bombas.

Hay quién recurre a hacerlo por radio, método que puede costar unas 50 veces más que cualquiera de los dos anteriores, y que puede tener interferencias. También hay quién comunica por cable el depósito con el bombeo para tener una comunicación eléctrica, método también muy caro, y como el de transmisión por radio, de mantenimiento costoso.

### RUIDOS

Algunos depósitos se encuentran en ciudades, junto a edificios habitados. Hay tipos de válvulas que al cerrarse generan unos ruidos silbantes, molestos sobre todo en las horas nocturnas, de descanso. Hemos recomendado varios métodos para eliminar los ruidos.

1. Colocación de válvulas especiales.
2. Colocar la válvula lejos del depósito.
3. Forrar la válvula con material que absorba el ruido.

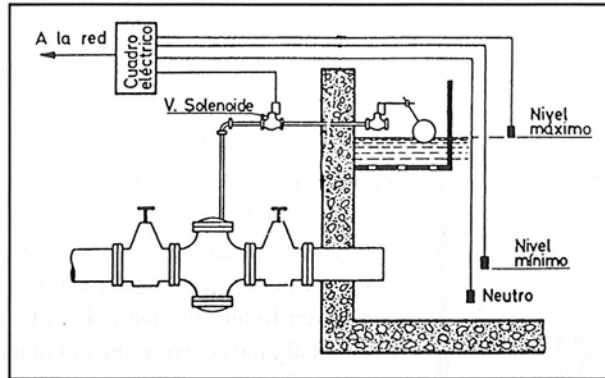


Figura 15. Dispositivo eléctrico para retardar la apertura de una válvula de llenado de depósitos de agua.

4. Colocar la válvula en una arqueta, y si hace falta rellenar la arqueta con material insonorizante.

### COLOCACION A DISTANCIA

A veces por razones tales como:

- a. eliminación de ruidos
- b. carestía del terreno
- c. controlar varios depósitos a la vez

Se puede aprovechar la posibilidad que ofrecen algunas válvulas de ser colocadas a cierta distancia. Para este menester es preferible tratar de solucionar el problema con válvulas de altitud, pero también se puede hacer con válvulas especiales de flotador itinerante.

### EVACUACION DEL AIRE

En ocasiones puede funcionar mal una válvula debido a que haya aire atrapado en alguna parte elevada de la tubería, impidiendo el paso del flujo al formar una especie de tapón. Esto se corrige colocando en los puntos altos una ventosa de calidad o un pequeño flotador de palancas (Ver Capítulo 10 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas", por M. Mateos, Editorial Bellisco, Madrid).

### FALLOS

El fallo principal es la falta de definición de la válvula adecuada en los proyectos. En conferencias, clases, artículos y consultas he tratado de concienciar sobre el peligro que implica el colocar una válvula cualquiera, sin estudiar las condiciones locales.

Ya se ha indicado que las sobrepresiones han hecho estallar algunas válvulas saltando la metralla alrededor. Hay también válvulas que han salido disparadas contra el muro opuesto, como balas de cañón.

En ocasiones los codos que han quedado sin anclar, han salido despedidos al empezar a llenar la conducción.

Hay depósitos que se construyen sin tener en cuenta la existencia de las válvulas para el control de su llenado. Esto ha conducido a que en alguna ocasión hayamos tenido que diseñar una válvula o un flotador para el poco espacio disponible o para colocarlos entre muros aparentemente inútiles.

Al construir un depósito hay que tener en cuenta que el agua puede entrar por debajo y que se puede colocar la válvula fuera del depósito con flotador itinerante, o del tipo altitud.

Hay válvulas cuyo flotador se ha hecho de un metro de diámetro, o todo el conjunto de grandes dimensiones. Es importante saber que válvulas que regulan hasta 2.000 l/s pueden funcionar con un flotador de tan solo 25 cm de diámetro o sin flotador (por pilotos sensores).

Sabemos que algunas válvulas accionadas por radio actuaban al azar por haber interferencias por el paso de aviones o motocicletas.

Cuando existe comunicación por cable entre el depósito y la estación de bombeo, a veces no hay una respuesta

válida de la válvula de control, debido probablemente a inducciones, sobre todo cuando la distancia es larga.

Algunas válvulas han quedado atas-cadas por piedras, aún en depósitos que estaban en lo alto de una colina. Conviene en algunos casos colocar coladores antes de las válvulas de control del llenado de depósitos (ver Capítulo 14 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas").

### **VALVULAS QUE EVITAN QUE SE VACIE UN DEPOSITO AL HABER UNA ROTURA EN LA CONDUCCION**

Es necesario tener presente la existencia de este tipo de válvulas, que están analizadas en el Capítulo 12 del libro "Válvulas para Abastecimientos de Aguas".

#### **INFORMACION PREVIA**

1. "Inconvenientes del accionamiento eléctrico de las válvulas para llenado de depósitos", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Núm. 34, 1987.
2. "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Septiembre 1984.
3. "Sistemas de seguridad en el llenado de depósitos", por M. Mateos, INDUEQUIPO, 1987.
4. "Selección de las válvulas de flotador para el llenado de depósitos", por M. Mateos, ARTE Y CEMENTO, 30 de Abril de 1987.
5. "La problemática del agua y las pérdidas en los depósitos", por M. Mateos, EL ALCALDE, Enero 1986.
6. "Optimización de anti-impulsiones", por M. Mateos, CIMBRA, Junio 1986.
7. "Métodos para programar aperturas diferidas de válvulas para llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1984.
8. "Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos", por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1986.

9. "Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para el llenado de depósitos", por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1983.
10. "Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1982.
11. "Abajo las válvulas de flotador", por M. Mateos, CIMBRA, Octubre 1981.
12. "Aspectos a considerar en el estudio de una válvula de flotador", por M. Mateos, Prontuario-Dietario, Colegio de Ing. T. de Obras Públicas de Madrid, 1984.



# La Voz del **COLEGIADO**



*La Voz del Colegiado* es el órgano de expresión de las opiniones y comentarios personales sobre temas colegiales y profesionales y brevemente sobre cualquier aspecto colegial. Los autores son los responsables únicos de las opiniones emitidas en sus escritos.

## **Sobrepresiones de resonancia en tuberías por falta de ventosas o por ventosas que no funcionan**

Por Manuel Mateos de Vicente

Referencia: "La Voz del Colegiado", CoLEgio de Ingenieros de Caminos, C . y P., Abril 1985.



## SOBREPRESIONES DE RESONANCIA EN TUBERIAS POR FALTA DE VENTOSAS O POR VENTOSAS QUE NO FUNCIONAN

Hace algunos años empecé a observar al analizar problemas de roturas en tuberías que en algunos casos al llenarlas se producen efectos vibratorios muy distintos de los producidos por el golpe de ariete. En el golpe de ariete, que se suele producir al parar un bombeo o al cerrarse, o cerrar, rápidamente válvulas de llenado de depósitos, de mariposa, de compuerta, o grifos, se suelen producir sobrepresiones y depresiones que empiezan con una amplitud máxima que va disminuyendo hasta anularse, es decir hasta llegar a la presión normal.

Las sobrepresiones-depresiones extrañas que hemos observado son de índole distinta a las anteriores.:

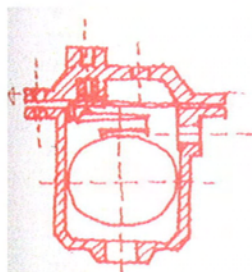
- A) Sobrepresiones-depresiones de la misma intensidad que se repiten continuamente en ciclos sin atenuarse de inmediato.
- B) Sobrepresiones-depresiones que empiezan con poca intensidad y que van aumentándola cíclicamente, en lo que creo es debido a entrar el fluido en resonancia. Esta resonancia hace aumentar las presiones y depresiones de tal manera, haciendo subir la aguja del manómetro algo más en cada ciclo, por lo que estando presente siempre la interrumpimos cortando el paso del agua. Suponemos que de no hacerlo se llegarían a romper las tuberías. Esto nos hace suponer que algunas roturas de tuberías son debidas a este efecto de resonancia.

Sobre estos dos efectos mencionados (A-cíclica estable y B-cíclica en aumento por resonancia) no teníamos noticia ni por las asignaturas que hemos tomado, ni por la literatura a la que hemos tenido acceso, ni por comentarios con otros compañeros, por lo que creemos de gran interés el informar sobre ellos.

Nuestros estudios sobre ventosas, que mencionamos en la Bibliografía al final, nos están haciendo ser conscientes de la gran importancia económica que tiene el evacuar convenientemente el aire de las tuberías y achacar gran parte de las roturas de las mismas a las bolsadas o "longanizas" de aire que se acumula por deficiencia en, o carencia de, ventosas, o a no proyectar purgadores automáticos.

### BIBLIOGRAFIA E INFORMES SOBRE VENTOSAS

- 1- "Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos distintos". Por M. Mateos. Pendiente de Publicación. ca. 1985, en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS:
- 2- "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales". Por M. Mateos. CIMBRA. Julio 1984. Pág. 15-17.
- 3- Comentarios al artículo "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías" por Enrique Mendiluce. Por Manuel Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Septiembre 1984. Pág. 725-726.
- 4- Comentarios al artículo "Desireación de tuberías" por Enrique Mendiluce. Por Manuel Mateos. CIMBRA. Septiembre 1984. Pág. 27-28.
- 5- "Mejora de las impulsiones de aguas negras", Por M. Mateos. TECNOLO-
- 6- "Válvulas especiales para aguas sucias". Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1984. Pág. 19-20.





# Fallos en ventosas

AS VENTOSAS SE UTILIZAN EN CONDUCCIONES EN TUBERÍA QUE TRANSPORTAN LÍQUIDOS PARA CONTROLAR EL AIRE O LOS GASES QUE HAYA DENTRO. REALIZAN HASTA 3 FUNCIONES DEPENDIENDO DE SU DISEÑO: SACAN EL AIRE AL LLENAR LA CONDUCCIÓN, METEN AIRE AL VACIAR LA CONDUCCIÓN, Y SACAN AIRE A PRESIÓN CUANDO LA TUBERÍA TRANSPORTA EL LÍQUIDO.

PARA ELLO EXISTEN VARIOS TIPOS DE VENTOSAS QUE CLASIFICAMOS DE ACUERDO CON SU FUNCIÓN EN:

- MONOFUNCIONALES
- BIFUNCIONALES
- TRIFUNCIONALES

HAY QUIEN LAS DENOMINA POR EFECTOS, COMO DE DOBLE EFECTO, O PROPÓSITO, LO QUE CONDUCE A CONFUSIÓN.

Como en todo mecanismo suelen ocurrir errores debidos a causas diversas. Las ventosas son necesarias pues de lo contrario podemos tener dos clases de roturas en las tuberías:

1. Por aplastamiento, o implosión.
2. Por explosión.

Otras causas no se pueden considerar roturas, aunque cortan el suministro:

3. Formación de un tapón de aire que impida el paso del líquido.
4. Formación de burbujas o longanizas de aire que reducen la sección del tubo, y consecuentemente el caudal.

Hasta fecha reciente se consideraban sólo tres tipos de ventosas:

1. La de bola.
2. La de cuerpo y flotador cilíndricos (que llamo de doble bote).
3. Con entrada y salida de aire diferenciadas.

Sin embargo, desde hace más de 15 años he tratado de dar a conocer la existencia de una amplia variedad de diseños, tanto en artículos como en conferencias. En 1985, cité la existencia de, al menos, 17 tipos de ventosas. Actualmente ofrecemos

en Ross, unos 40 tipos distintos, para poder recomendar la apropiada para cada caso.

Hay que reconocer la labor pionera del ingeniero Enrique Mendiluce Rosich en el análisis de fallos en tuberías y su eliminación con ventosas apropiadas y colocadas en cantidad adecuada.

La poca confianza que había hasta hace pocos años en las ventosas hizo que algunos técnicos las anularan de distinta manera (hormigonando el interior, cerrando la llave de paso, o retirándolas de la conducción). En algunos casos ni se colocaban. De ello surgían problemas en las conducciones, como los citados al principio.

Por ejemplo, en una instalación en la que fuimos testigos de su puesta en marcha, no se habían colocado ventosas, de acuerdo con el proyecto. Al poner la conducción en carga el agua no llegó al final de la conducción, por formación de tapones de aire. Se evacuó el aire acumulado en los puntos altos, abriendo las bridas y el agua llegó al depósito situado al final de la conducción.

Como en todo mecanismo podemos ensalzar sus cualidades, pero también es necesario mencionar los fallos, que es lo que tratamos de analizar en este artículo.

## PROTECCIÓN CONTRA UN CIERRE RÁPIDO DE LA VENTOSA, OCASIONADO POR UNA SOBREPRESIÓN

No se suele proyectar en España una protección contra las hidropulsaciones o gol-

**Manuel MATEOS DE VICENTE,**

*Dr. Ing. de Caminos*

*Presidente de VÁLVULAS AUTOMÁTICAS ROSS, S.A.*



Foto 1. Aplastamiento de una tubería por falta de ventosas que permitieran la entrada de aire durante su vaciado.



pes de ariete. Sin embargo para proyectos de exportación en los cuales hemos intervenido si lo requerían. Consiste la protección en una variedad de válvula de retención horadada (ver foto 2). Hay que tener en cuenta que el golpe de ariete puede originar muy altas presiones que pueden deformar la bola, u otros mecanismos internos, por lo que en ocasiones hay que proteger las ventosas, sobre todo en las conducciones de gran diámetro.

## DIMENSIONAMIENTO

Hasta hace pocos años se solían dimensionar sin tener en cuenta sus prestaciones, recomendándolas de un diámetro que oscilaba entre la cuarta o la quinta parte del diámetro de la tubería. Nuestra recomendación es que se dimensionen para evacuar una cantidad de aire bajo una presión determinada, o para meter aire ante una rotura franca de la tubería agua abajo

## El dimensionamiento real

Hay que tener en cuenta que la entrada de aire puede tener una dimensión y la salida al exterior otra. Por ejemplo que la entrada sea de 50 mm y el paso interior o la salida sean menores, digamos de 25 mm. Hay ventosas que reducen su superficie libre en las partes internas, con lo cual ya no son equivalentes a otras ventosas del mismo diámetro de entrada. En ventosas abocinadas hay que dar las dos dimensiones la del diámetro de la brida y la del diámetro útil de la ventosa.

Es posible que en algunas se den cifras erróneas para el caudal de aire evacuado a distintas presiones, o que las curvas no sean reales. Esto es costoso de comprobar.

## DISTANCIA ENTRE VENTOSAS

La distancia para una colocación óptima es de unos 300 m. Rara vez se tienen proyectos en los que se cumpla esta regla. A veces se pueden colocar más distanciadas. El análisis de la situación de las ventosas puede ser un procedimiento largo y costoso, pero merece la pena llevarlo a cabo. En proyectos importantes nos ayudamos con programas especiales de análisis por ordenador. En ocasiones hemos hallado en tales análisis que las



Foto 2. Ventosas para una tubería de gran diámetro. Eliminan grandes cantidades de aire lo que impide roturas o "tapones de aire" en la conducción.

ventosas no eran necesarias en algunos tramos, por no existir sobrepresiones ni otros problemas al no colocarlas.

## SITUACIÓN

La regla más conocida es la de colocarlas solamente en los puntos altos. Pero ya apuntaba Mendiluce hace años que también había que colocarlas en los puntos de inflexión. Hay que colocarlas también en tramos horizontales, con más razón que en otros con pendiente. Hay quien fuerza puntos altos en terrenos horizontales para evacuar mejor el aire, pero esto no es necesario. Se deben forzar tales puntos altos sólo por razones de vaciar completamente la conducción.

## BOYAS

Las hay de diversos tipos y materiales. Algunas cilíndricas se pueden acodalado con excesiva frecuencia (por ejemplo Las de "doble bote"). Generalmente las bolas son combinación de esfera y cilindro. Los materiales de ellas son variados. En algunos casos se suelen quedar pegadas, según hemos visto en las de goma o cubiertas de goma -o material similar-. Deben ser de un buen plástico o del acero llamado inoxidable, al menos para abastecimientos de agua. En impulsiones, a veces la bola da vueltas por la presión del aire al salir y en ocasiones al evacuar todo el aire y llegar el agua a la ventosa, sigue la bola dando vueltas y entonces la con-

ducción pierde gran cantidad de agua. En estos casos es aconsejable colocar ventosas tipo "Universal".

Hay bolas que se deforman con la presión; que se adhieren al asiento y no funcionan; que se aplastan; de plástico que se parten; que adoptan la forma de un ocho haciéndolas ineficaces; o que se hienden por la presión del agua. Conviene tener en cuenta las presiones y temperaturas que tienen que soportar. Para distintas presiones, en ventosas de alta calidad, conviene disponer las partes internas de acuerdo con las presiones reales. En la casa Ross las ofrecemos para algunos tipos para varias presiones: baja, media, alta y muy alta presión, para no exponerse a que no cierren bien o a que no se abran para dar paso al aire.

## ACODALAMIENTO

Hay algún tipo de ventosa cuya boya se puede quedar acodalada, con lo cual se pierde gran cantidad de agua. Lo que hacen en este caso es golpear la boya con un palo hasta que se encaje; mientras tanto se produce una pérdida de agua, que da lugar en algunos casos a inundaciones.

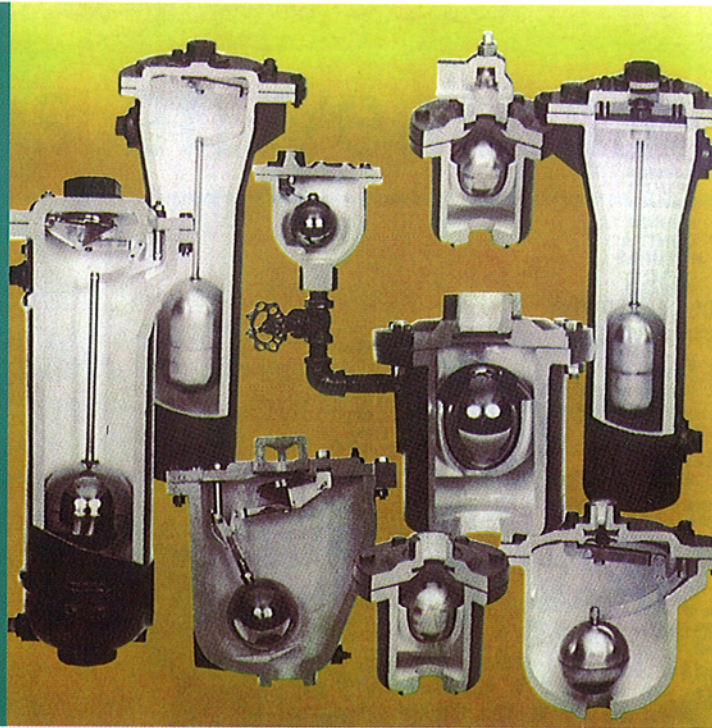
## MATERIALES DEL CUERPO

Recomendamos de:

- Fundición gris hasta PN-25.
- Fundición dúctil para PN-40.
- Acero para PN-40, PN-60, o superior.



Foto 3. Ventosas de tecnología especial, cuyo diseño, de la casa Multiplex-Crispin data de 1905. Muchos años de fabricación de un tipo de válvula son garantía de calidad y de prestaciones.



Las hay de cuerpo de acero inoxidable para bajas presiones, pero ello no es necesario, a menos que el líquido no sea agua. Hay que cerciorarse de que los cuerpos de acero inoxidable tengan la resistencia apropiada y que el diseño de las partes internas sea correcto, y de buenos materiales, que no se oxide, pues a veces el acero inoxidable va sólo en la parte exterior. Hay un tipo con cuerpo de acero inoxidable cuya boya en ocasiones no cierra bien, y pierde agua.

Hay también que tener en cuenta que el acero inoxidable se puede oxidar; es un error llamarlo así en español. En los países de habla inglesa lo denominan "acero limpio" (sin mancha) stainless steel, con lo cual se tiene una visión más real de este acero.

Se pueden fabricar ventosas para evacuar presiones hasta 100 atmósferas (1.000 metros de columna de agua). No se recomienda la fundición dúctil para presiones menores de 25 atmósferas, ya que cavita más que la fundición gris.

## VARIETADES

A las 3 variedades existentes hasta hace pocos años se han sumado muchas más. En la casa Ross, por poner un ejemplo, se ofrecen hasta 40 variedades. La principal divisoria se establece entre las recomendadas para ciudad y para regadíos. Se están colocando ventosas basándose, en ciertas instancias, en su coste,

cuando la ventosa es el elemento clave para tener una conducción sin roturas. Siempre hemos recomendado no escatimar en el coste de las ventosas, pues suele ser una partida de coste insignificante en la totalidad del proyecto, pero que es la que más contribuye a que no haya roturas.

## DISEÑO

Como hemos indicado ahora se ofrece en el mercado como medio centenar de diseños. Hay ventosas cuya fabricación puede pasar las normas ISO 9000, pero cuyo diseño hace que no funcionen apropiadamente, como ha ocurrido. La norma ISO 9000 no analiza diseños ni prestaciones, sino más bien la organización de una empresa, o sea la secuencia de operaciones en el trabajo en la empresa. No vamos a analizar aquí los diseños que no consideramos adecuados para un buen funcionamiento, pues sería necesario dar nombres de fabricantes, y siempre se presta ello a subjetividades. Nos confunden a veces mencionando que las ISO 9.000 garantizan la calidad, lo que no es cierto.

Existen, pues, tres tipos de calidad: buenas, malas e ISO. Queremos decir que las normas ISO no avalan calidad y, por lo tanto, pueden amparar tanto a una ventosa buena como a una mala. Para mí la calidad suprema es ensayar todas las válvulas.

## LÍQUIDO DE LA CONDUCCION

Nuestra experiencia principal es en el transporte del agua para abastecimientos y saneamientos. Para aguas limpias se necesita un tipo de ventosas que no se pueden utilizar para aguas sucias. En las ventosas y purgadoras para aguas sucias hay que procurar que el agua con sólidos no llegue a los orificios de salida del aire; por ello su cuerpo es alargado.

## MATERIA ORGÁNICA O SERES VIVOS

Cuando la tubería está vacía, al estar las boyas bajadas y con las ventosas abiertas en su parte superior, se puede introducir polvo, materia orgánica, ranas u otros animalitos, o hacer colmenas las avispas. Entonces puede ocurrir que no se cierre la ventosa al llenarse la tubería de agua. Por ello se suele poner una tapa.

## LA ARQUETA

Las ventosas suele estar protegidas por una arqueta. Si la arqueta es profunda los pates deben ser colocados de tal forma que permitan la bajada y la evacuación de la persona que baje a la misma (a veces están tan separados que no se puede luego subir). También es necesario en algunos casos hacer un desagüe. Las tapas de las arquetas no deben ser herméticas pues hay peligro que la presión del aire las haga saltar. Tienen que disponer de una salida de aire, bien en la tapa o en otro lugar, para evacuar al menos la misma cantidad de aire que pueda evacuar o inyectar la ventosa.

## VANDALISMO

Algunas bolas de plástico han sido quitadas de sus ventosas para usarlas los críos como balón. Se ha llegado a golpear la boya desde fuera para forzarla a bajar, mantenerla bajada y tener así agua gratuita para regadíos. Hay un tipo de ventosa que tiene un purgador manual, que abren los agricultores cuando necesitan agua gratuita para sus riegos.

ref.215ref.







# Historia del establecimiento de las válvulas automáticas de control

Las válvulas de control de tipo reductoras comenzaron a utilizarse a finales del siglo pasado. La primera patente, que data del año 1879 a nombre de *George Ross*, se hizo sobre una válvula reductora de acción directa. Tres años más tarde, el señor *Ross* volvió a patentar otra válvula reductora, pero esta vez de pistón. Posteriormente, esta válvula ha ido evolucionando hasta tener el modelo básico actual.

Palabra clave: ABASTECIMIENTO, CONTROL, REDUCTORAS, REGADÍO, SANEAMIENTO, VÁLVULAS AUTOMÁTICAS

**Manuel MATEOS DE VICENTE,**  
Dr. Ing C.C.P. MSc,  
Presidente de VÁLVULAS AUTOMÁTICAS ROSS, S.A.

La primera válvula reductora parece haber sido instalada por aquellas fechas en la ciudad de Amsterdam, en el estado de Nueva York (EE.UU.). El autor vio una válvula reductora *Ross* de gran diámetro en 1985, la cual había sido fundida ochenta años antes, según constaba en el cuerpo de la válvula. Tras limpiarla y acondicionarla sigue instalada en su sitio en la red de abastecimiento de agua de la ciudad de Nueva York. Fue fabricada en una época anterior al nacimiento del resto de las compañías que hoy en día fabrican válvulas de control. La garantía de continuidad de una empresa que empezó a construir válvulas de control hace 126 años en su fábrica o taller de entonces es muy significativa, pues le avala una larga experiencia en la resolución de problemas.

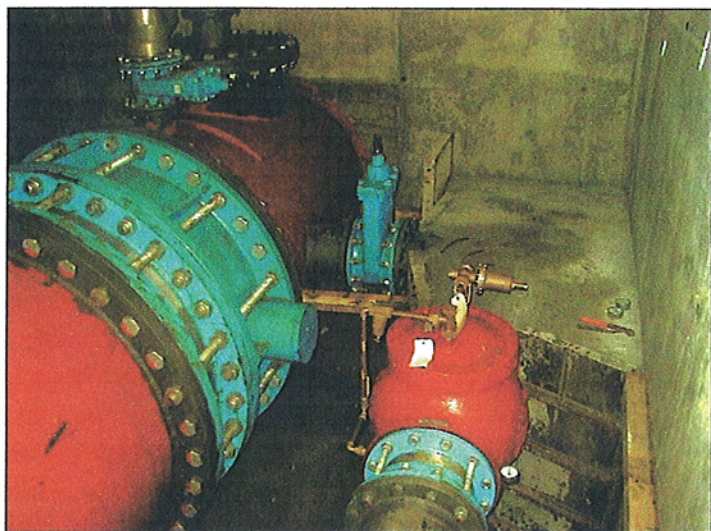
Resulta preciso aclarar que hay válvulas *Ross* de control de pistón, de diafragma, con cierre en corona, plano o parabólico, y otros muchos detalles que han sido después incor-

porados en válvulas hechas por otros fabricantes llegados posteriormente al mercado. Ante esta situación, la firma *Ross* sigue evolucionando por medio de la investigación, en lo que también colaboran los técnicos españoles.

A comienzos de los años setenta, el *Canal de Isabel II* se vio obligado a bajar la presión de una gran arteria para evitar roturas agua abajo, eligiendo finalmente las de la casa *Ross*. Se desconocía entonces en España la existencia de válvulas reductoras de gran diámetro para aplicaciones en redes de distribución de agua a las ciudades. Los pocos técnicos que las conocían, o a quienes se explicaba su existencia, desconfiaban en general de la fiabilidad de una válvula automática que reemplazara el trabajo de cinco empleados realizando corre-turnos para cumplir las 24 horas al día 7 días por semana. En la actualidad ya son bien conocidas, en parte debido a las diversas publicaciones y conferencias realizadas por el cuerpo de ingenieros hidráulicos de *Válvulas Automáticas*

*Ross, S.A.*, con especial énfasis en el campo del abastecimiento de agua. Sin embargo hay quién todavía desconfía de estos mecanismos por notar una cierta falta de información sobre válvulas en los libros de texto. Los numerosos artículos escritos por el Presidente de la empresa *Ross* se han condensado en cuatro libros prácticos, distribuidos por *Editorial Técnica Bellisco* en la Colección Obras Hidráulicas.

La razón de publicar tales libros estriba en dar confianza sobre estos mecanismos, aunque ya son miles las válvulas instaladas en España, las cuales serán más numerosas a medida que aumente la calidad de los abastecimientos. Por otro lado, resulta necesario conocer en profundidad las válvulas para evitar errores tanto de diseño en proyecto como de selección y de mantenimiento. Su oferta ha aumentado considerablemente de forma continua para diámetros superiores a los 150 mm desde que aparecieran los primeros modelos anteriores a la década de los setenta. Por aquel en-



[Figura 1] Válvula reductora *Ross* 40 WR, análoga a aquella de pistón patentada en 1882.

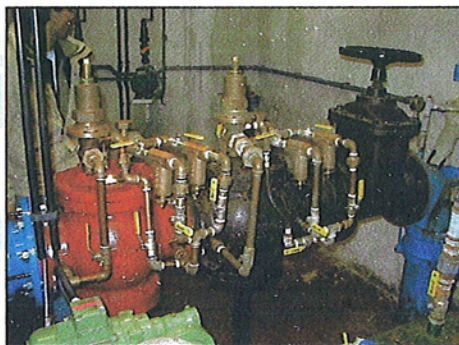


[Figura 2] Instalación de válvula reductora y válvula de alivio *Ross*.





[Figura 3] Válvula de flotador Ross con reductora previa.



[Figura 4] Válvulas mantenedoras de presión Ross en serie.



[Figura 5] Válvulas reductoras y filtros Ross en paralelo.

tonces, las escasas válvulas reductoras en España eran de pequeño diámetro y sólo las fabricaban las empresas *P. Sebastián* y *Buxeda*.

Existen varias consideraciones básicas de entorno a la hora de seleccionar válvulas, bien sean para abastecimientos de agua a poblaciones, para saneamientos o para regadíos. Una de las más importantes es analizar las características que se requieren de las válvulas según sea su aplicación. Por ejemplo, las prestaciones para regadíos deben ser lógicamente menos estrictas que para los abastecimientos a poblaciones, puesto que un regadío puede estar con las válvulas estropeadas durante va-

rios días sin que ello afecte a las cosechas, y sin embargo, una rotura de un par de horas en una ciudad puede poner en acción a los medios de comunicación directos como son la radio y la televisión.

Para la regulación de redes de abastecimiento de agua en ciudades, se recomienda generalmente por su gran fiabilidad el uso de válvulas de la empresa *Ross*, especialmente aquellas de pistón. Por el contrario, para pequeños diámetros se suelen encontrar de varias marcas. La experiencia de la empresa *Ross* ha sido adquirida a través de las visitas periódicas a la factoría por parte de no sola-

mente los ingenieros de *Válvulas Automáticas Ross, S.A.* en España, sino también del personal no titulado e incluso de representantes regionales encargados del mantenimiento.

#### Información:

**VÁLVULAS AUTOMÁTICAS ROSS, S.A.**  
C/ Torres Quevedo, 9  
28108 Alcobendas (Madrid)  
Tel.: 91 490 05 60  
Fax: 91 490 05 62  
Pág. Web: [www.valvulasross.com](http://www.valvulasross.com)





ROSS  
VALVULAS  
AUTOMATICAS  
REDUCTORAS  
DE PRESION  
DE SALIDA  
CONSTANTE  
SEGURIDAD  
CONTRA  
ROTURAS  
ROSS

LLENADO DE DEPOSITO:  
CONTROLADORA

CAUDAL

ROSS

CONSTRUIDAS EN USA DESDE 1879

PARA FUNCIONAR

SOLO NECESITAN AGUA

LLENADO DE DEPOSITOS  
REDUCTORAS DE PRESION DE SALIDA CONSTANTE

VALVULAS AUTOMATICAS

CONSTRUIDAS EN USA DESDE 1879

EN ESPAÑA DESDE 1959 VALVULAS DE ALTITUD

CONTROLADORAS DE CAUDAL

SEGURIDAD CONTRA ROTURAS

MANTENEDORAS DE PRESION AGUAS ARRIBA

REDUCTORAS DE PRESION DE SALIDA CONSTANTE

EN ESPAÑA DESDE 1959

ROSS

VALVULAS DE ALTITUD

MAS DE CIENTO PAISES

MAS DE CIENTO MIL VALVULAS

SEGURIDAD

CONSTRUIDAS EN USA DESDE 1879

PARA FUNCIONAR SOLO NECESITAN AGUA

MAS DE CIENTO MIL VALVULAS

LLENADO DE DEPOSITOS

SEGURIDAD CONTRA ROTURAS

EN ESPAÑA DESDE 1959

OPTIMIZADORAS DE BOMBEO

MANTENEDORAS

DE PRESION AGUAS

PARA FUNCIONAR SOLO NECESITAN AGUA

VALVULAS AUTOMATICAS

ROSS

ROSS

VALVULAS

DE ALTITUD

ROSS

CONTROLADORAS

DE CAUDAL

DESDE 1879

OPTIMIZADORAS

DE BOMBEO

MANTENEDORAS

DE PRESION AGUAS

SEGURIDAD

CONTRA ROTURAS

CONTROLADORAS

DE CAUDAL

LLENADO

DE DEPOSITOS

ROSS

VALVE



Válvulas Automáticas ROSS

Apdo. Correos 31031 • 28080 MADRID • Telf.: 91 650 37 12 • Fax: 91 650 09 72