



## 1. Introducción.

La presencia de cantidades incontroladas de aire en un sistema de abastecimiento de agua puede reducir seriamente su rendimiento. En casos extremos, el flujo se puede incluso detener. El exceso de aire en el sistema es la causa directa de la reducción de sección y por lo tanto de su capacidad de transporte. El exceso de aire puede también ocasionar errores en los elementos de medida del sistema. Hay casos en los que el aire no puede entrar al sistema mientras éste se drena lo que crea un vacío cuyo resultado puede ser el colapso y aplastamiento de las tuberías. El control del aire dentro de un sistema de tuberías se realiza con la colocación adecuada de ventosas.

## 2. Orígenes del aire en redes y tuberías.

El agua contiene aire disuelto en cantidades variables, dependiendo de la presión y la temperatura.

A 20 °C y presión atmosférica, el contenido de aire disuelto en el agua es alrededor de 20 litros por m<sup>3</sup>.

El ascenso de temperatura y el descenso de presión reducirá el contenido de aire disuelto en el agua.

En una tubería que transporte 100 m<sup>3</sup> por hora a una presión constante y a una temperatura variable de 15 a 30 °C, se desprenderán del agua, aproximadamente 500 litros de aire por hora, y permanecerán atrapados en la tubería.

El aire puede entrar de la atmósfera al sistema en los siguientes casos:

- Cuando una bomba se pone en marcha, el aire es comprimido desde la bomba a la red.
- El bombeo mismo puede crear una acción vortex en puntos de aspiración. Esto dará como resultado una aspiración de aire que se introducirá en el sistema.
- Cuando en una conducción se pasa de una sección parcialmente llena a una sección totalmente llena, llevará aire de la sección parcialmente llena a la sección totalmente llena.

## 3. Problemas relacionados con la presencia de aire en redes de tuberías.

### 3.1. Cese de flujo.

En tuberías con variación de la pendiente y bajas velocidades (0.6 m/seg), el aire libre dentro del sistema se concentrará en forma de bolsas. Estas bolsas de aire generalmente se localizan en los puntos de cambio de pendiente de la tubería. Reducen el paso y la capacidad de transporte de la tubería. Si el sistema está alimentado por una bomba, se requerirá una mayor presión con una menor eficacia en la bomba. En casos extremos, la bomba no será capaz de suministrar la presión extra requerida para vencer las bolsas de aire y el flujo del sistema se detendrá totalmente. (Fig. 1). En redes por gravedad, la influencia de las bolsas de aire en las características del flujo es mayor que en redes presurizadas, ya que no hay presión para forzar la salida de las bolsas de aire. El cese de caudal en sistema por gravedad, debido a bolsas de aire, se muestra en la Fig. 2. Un adecuado drenaje de las bolsas de aire garantizará las condiciones normales de flujo.

### 3.2. Cavitación.

Con el paso del agua a través de distintos accesorios, la velocidad del agua aumenta debido a reducción de la sección. Esto provoca una caída de presión local y la formación de burbujas de vapor. Cuando las condiciones de flujo vuelven a ser normales, las burbujas se colapsarán, liberando grandes cantidades de energía, provocando una erosión importante. Eliminando aire de la zona de cavitación, esta acción destructiva puede ser contenida.

### 3.3. Exactitud de medidas y contadores.

A igualdad de presión y temperatura, la velocidad del aire es 29 veces superior a la velocidad del agua. Como muchos instrumentos de medida se basan en la velocidad del fluido, la presencia de aire dentro de las tuberías dará lecturas erróneas y, posiblemente, si la velocidad

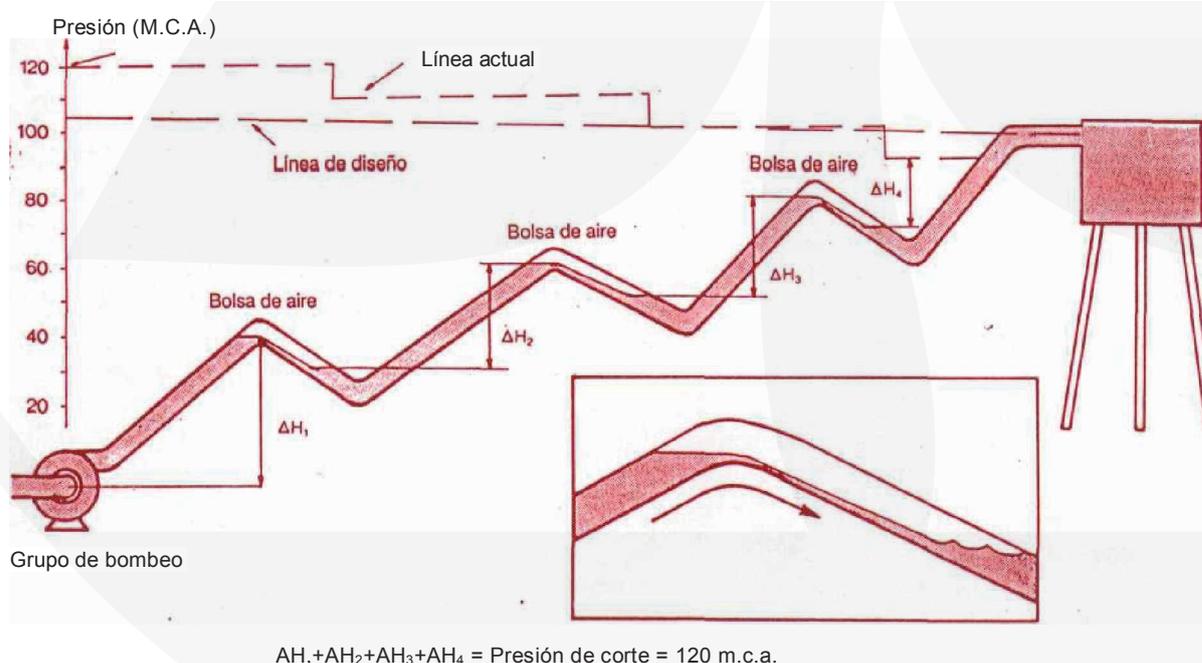


Fig. 1.- La bomba no es capaz de suministrar la presión necesaria para vencer las bolsas de aire.

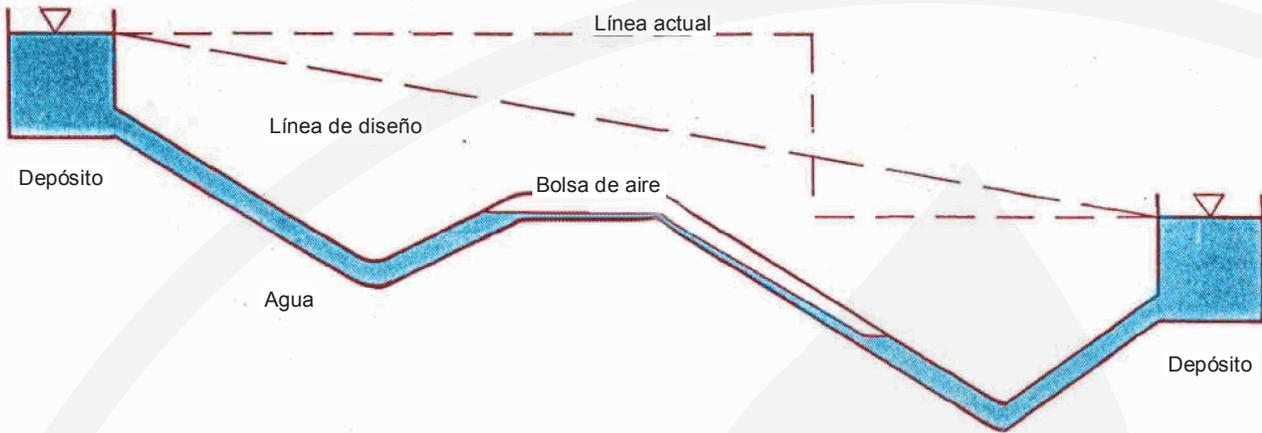


Fig. 2.- Parada del flujo debido a bolsas de aire en una tubería a baja presión

alcanza valores altos, puede estropear los instrumentos. En instrumentos que miden volúmenes, se registrará tanto el de aire como el de agua, resultando medidas inexactas.

Evacuando el aire en las proximidades de los instrumentos de medida, se garantizará la exactitud de la lectura, al tiempo que se prolongará la vida de los contadores.

**3.4. Succión.**

El vaciado rápido de una tubería, intencionada o accidentalmente (rotura, etc.), puede crear succión y vacío dentro de la línea. Esto puede dar como resultado el colapso de las tuberías.

El límite de presión diferencial, por encima del cual una tubería se colapsa, puede determinarse por la siguiente fórmula:

$$Ap = 3.5 \times 10^6 (T/D)^3 \text{ (tuberías de hierro)}$$

$$Ap = 1.1 \times 10^6 (T/D)^3 \text{ (tuberías de aluminio)}$$

donde: T = Espesor de la pared.  
 D = Diámetro de la tubería.  
 Ap = Presión diferencial (Kg/cm<sup>2</sup>).

Introduciendo aire por medio de ventosas antivacío, en zonas donde se espera pueda haber succión, se evitará el colapso de las tuberías. La succión en sistemas enterrados puede introducir suciedad al sistema.

**4. Localización de las ventosas.**

**4.1. En tuberías cuya pendiente varía en relación con el gradiente hidráulico.**

**a) Pico.**

Punto donde (a) la tubería asciende hasta hacerse paralela al gradiente hidráulico ó (b) la tubería pasa de ser paralela al gradiente hidráulico a descender. En cada pico se debe colocar una ventosa de doble efecto (Fig. 3)

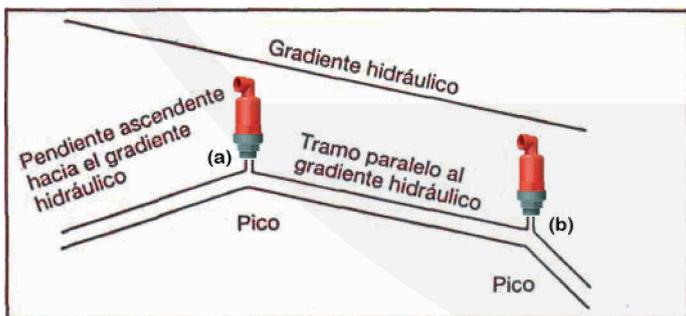


Fig. 3.

**b) Incremento de la pendiente en la tubería.**

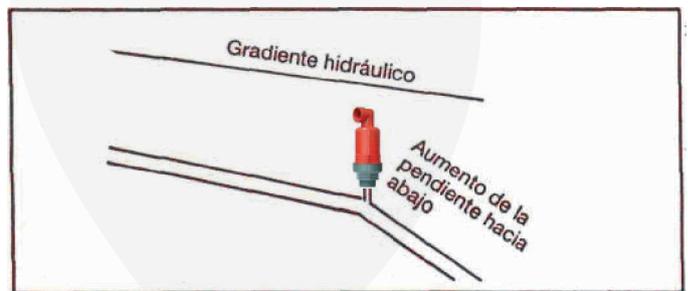


Fig. 4.

**c) Reducción de la pendiente en la tubería.**

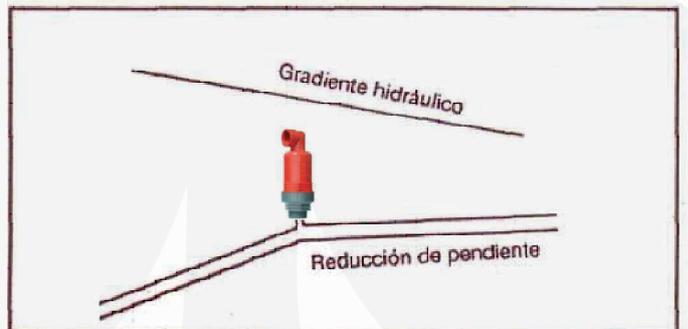


Fig. 5.

**4.2. Punto sobre el suelo.**

Se debe instalar una ventosa donde la tubería sube por encima del nivel del suelo (como en el caso de instalación de válvulas (fig. 6). Si la tubería, aguas abajo de la válvula, asciende, con una ventosa automática será suficiente. En el caso de que descienda, será preciso una ventosa de doble efecto para garantizar el drenaje rápido de la tubería.

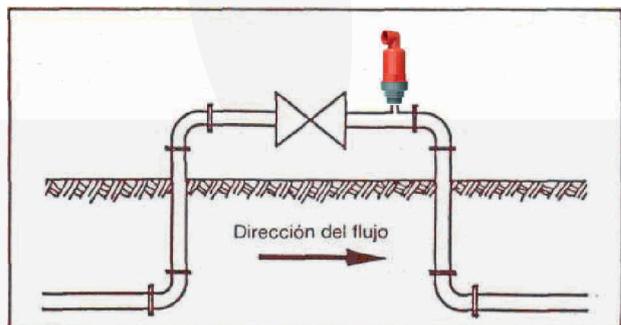


Fig. 6.



#### 4.3. Grandes ramales de pendiente uniforme.

En grandes ramales de pendiente uniforme (ascendiendo, descendiendo o paralela respecto al gradiente hidráulico), se recomienda instalar una ventosa de doble efecto cada 500-1.000 m. (Fig. 7).

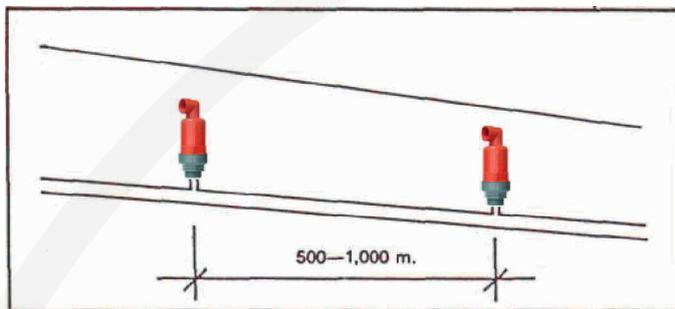


Fig. 7.

Si a ambos extremos del ramal se han instalado ventosas automáticas y de doble efecto, sólo se requerirán cinéticas dentro del propio ramal.

#### 4.4. Bombas.

Con el fin de evacuar el aire que entra al sistema debido al bombeo, se debe instalar una ventosa cinética en un punto alto, antes de la válvula de retención (fig. 8).

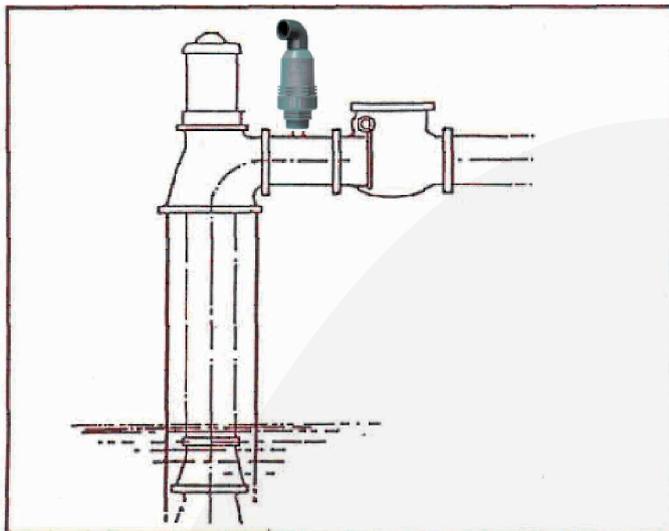


Fig. 8.

#### 4.5. Instrumentos de medida.

A fin de evitar la influencia del aire sobre la exactitud de las medidas y para evitar daños en los instrumentos de medida, se recomienda instalar una ventosa de doble efecto en la entrada del instrumento de medida (fig. 9).

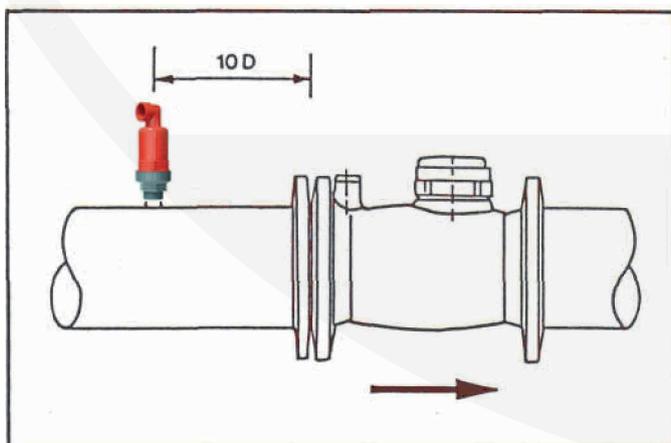


Fig. 9.

#### 4.6. Válvulas reductoras de presión.

La reducción de presión dentro del sistema origina que el aire disuelto se libere del agua. Para evacuar este aire se recomienda instalar una ventosa automática aguas abajo de la válvula reductora de presión (fig. 10)

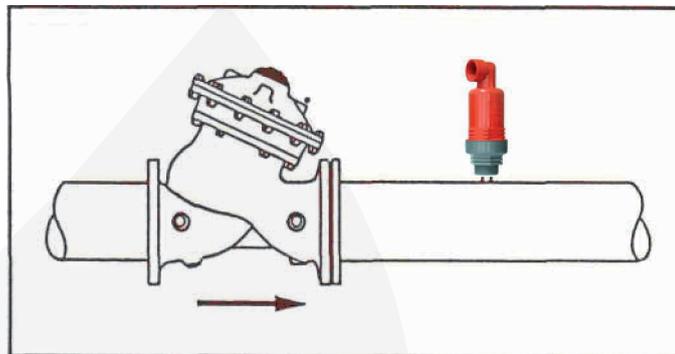


Fig. 10.

#### 4.7. Reducción de diámetro.

Cuando el agua entra en un cono de reducción, se pueden desprender del agua burbujas de aire. Se recomienda instalar una ventosa automática como se muestra en la fig. 11

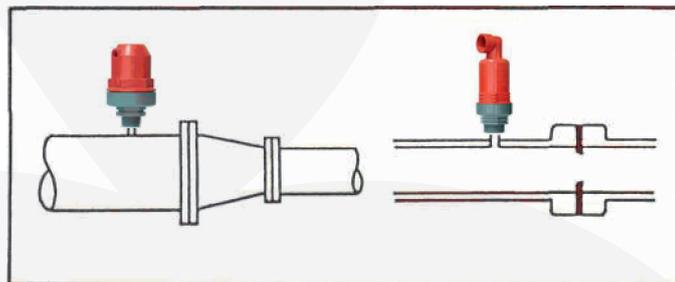


Fig. 11.

#### 4.8. Sistema de filtrado.

En el sistema de filtrado construido a base de colectores, el aire se acumulará en la parte alta del sistema.

A fin de garantizar un completo funcionamiento del sistema de filtrado, debe instalarse una ventosa de doble efecto (fig. 12).

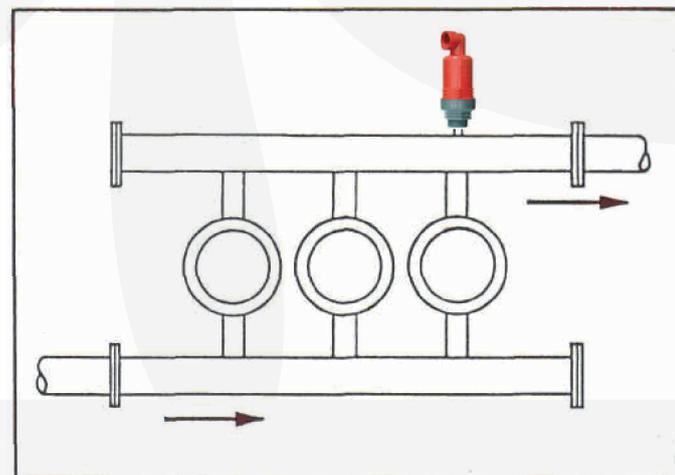


Fig. 12.



#### 4.9. Cruce de carreteras.

El cruce por debajo de una carretera con una tubería trae, generalmente, como consecuencia cambios bruscos en la pendiente de las mismas. Por lo tanto, se debe instalar una ventosa doble efecto en cada lado de la carretera (fig. 13).



### 5. Avería.

#### (a) La ventosa gotea.

- (1) Cierre la válvula manual situada bajo la ventosa.
- (2) Abra la ventosa y limpie la junta donde cierra el flotador. Si no tiene suciedad reemplácela.
- (3) Monte de nuevo la ventosa y abra la válvula manual.

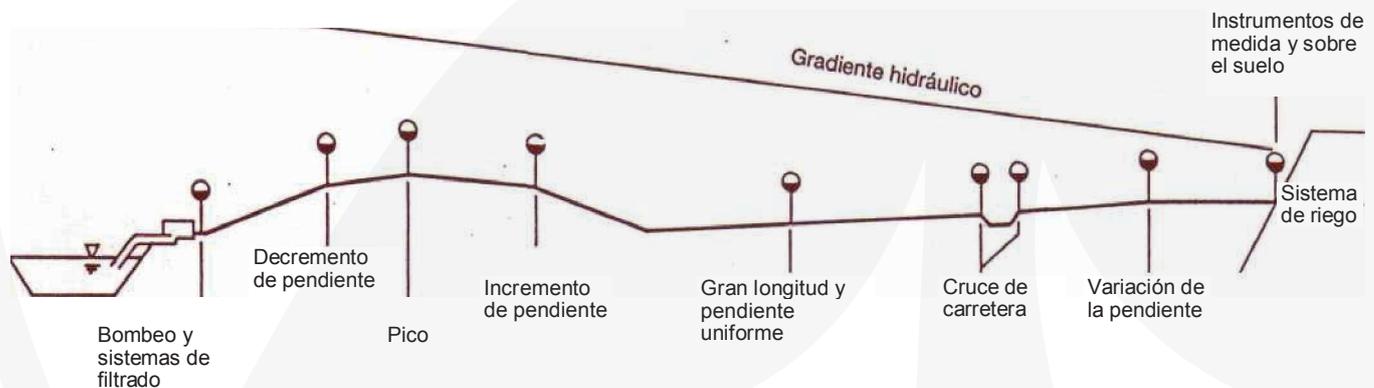
#### (b) La ventosa no evacua aire.

- (1) Cierre la válvula manual situada bajo la ventosa y limpie el orificio de salida de aire.
- (2) Monte la ventosa y abra la válvula manual.

### 6. Instalación y mantenimiento.

- (a) Se recomienda instalar una válvula manual de aislamiento bajo la ventosa, a fin de permitir las operaciones de mantenimiento y reparación sin tener que cortar todo el sistema.
  - Desmotar la tapa.
  - En los modelos de alta presión, limpieza del orificio y de las salidas de aire.
  - En los modelos de baja presión, además de la limpieza del orificio y de las salidas, chequear la punta de asiento del flotador.
  - Después de haber realizado las operaciones anteriores, abrir la válvula manual de asiento.
- (b) Se recomienda realizar, una vez al año, un chequeo rutinario de las ventosas, que debe incluir:

### Localización de ventosas de aire y de vacío





Para el **correcto funcionamiento** de las ventosas se deberá realizar, de forma **periódica**, un **chequeo rutinario** de las mismas, limpiando los componentes internos y comprobando el estado de las juntas.

Se recomienda instalar una **válvula manual de aislamiento** bajo la ventosa, a fin de permitir las operaciones de mantenimiento y reparación sin tener que cortar todo el sistema. Volver a abrir la válvula manual tras realizar dichas operaciones.

**MODELO DE VENTOSA Y NÚMERO DE VENTOSA. MARCAR CON UNA "X" EL MODELO Y SU NÚMERO DENTRO DE LA INSTALACIÓN**

<b>Simple efecto</b>		<b>Doble efecto</b>		<b>Triple efecto</b>	
ARV 1" K	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación	ARV 1" A	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación	ARV 1" KA	<input type="checkbox"/> n° ventosa / n° total en instalación
ARV 1" K (Base Latón)	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación	ARV 1" A (Base Latón)	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación	ARV 1" KA (Base Latón)	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación
ARV 2" K	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación	ARV 1" A (3G)	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación	ARV Ø" KA (3G) FL	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación
ARV 2" K (Base Latón)	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación			ARV Ø" KA (3G) FLSW	<input type="checkbox"/> _ / _ n° ventosa / n° total en instalación

**MARCAR CON UNA "X" LA RESPUESTA Y LA ACCIÓN DE MANTENIMIENTO (Si ésta se lleva a cabo)**

<b>Desmontar válvula y comenzar la inspección visual respondiendo a las siguientes cuestiones:</b>	<b>VÁLVULA Nº</b> _ / _ <small>n° ventosa / n° total en instalación</small>
<p>¿Se observa suciedad excesiva o sólidos en el interior del cuerpo o base?</p> <p><input type="checkbox"/> No    <input type="checkbox"/> Si → <input type="checkbox"/> Suciedad y cuerpos extraños desalojados</p> <p>¿Está obstruido el orificio de entrada?</p> <p><input type="checkbox"/> No    <input type="checkbox"/> Si → <input type="checkbox"/> Orificio obstruido liberado</p> <p>¿Está obstruido o sucio el orificio de salida?</p> <p><input type="checkbox"/> No    <input type="checkbox"/> Si → <input type="checkbox"/> Orificio obstruido liberado</p>	INTERIORES
<p>¿Está sucia alguna junta de cierre?</p> <p><input type="checkbox"/> No    <input type="checkbox"/> Si → <input type="checkbox"/> Junta <i>principal</i> o "<i>circular</i>" limpiada <input type="checkbox"/> Junta <i>cierre, secundaria</i> o "<i>lengüeta</i>" limpiada (<i>Doble y Triple efecto</i>)</p> <p>¿Está deformada, rota o perforada alguna junta de cierre?</p> <p><input type="checkbox"/> No    <input type="checkbox"/> Si → <input type="checkbox"/> Junta <i>principal</i> o "<i>circular</i>" sustituida <input type="checkbox"/> Junta <i>cierre, secundaria</i> o "<i>lengüeta</i>" sustituida (<i>Doble y Triple efecto</i>)</p>	JUNTAS
<p>¿Está sucio el flotador (o conjunto <i>flotador+horquilla</i>)?</p> <p><input type="checkbox"/> No    <input type="checkbox"/> Si → <input type="checkbox"/> Flotador (o conjunto <i>flotador+horquilla</i>) limpiado</p> <p>¿El flotador (o conjunto <i>flotador+horquilla</i>) asienta correctamente en la zona de cierre?</p> <p><input type="checkbox"/> Si    <input type="checkbox"/> No → <input type="checkbox"/> Flotador (o conjunto <i>flotador+horquilla</i>) sustituido</p> <p>¿El flotador (o conjunto <i>flotador+horquilla</i>) se desliza correctamente por las guías del cuerpo?</p> <p><input type="checkbox"/> Si    <input type="checkbox"/> No → <input type="checkbox"/> Flotador (o conjunto <i>flotador+horquilla</i>) sustituido</p> <p><i>Solo en modelos Triple Efecto (1" y 2" KA) ¿desliza correctamente el flotador con respecto a la horquilla?</i></p> <p><input type="checkbox"/> Si    <input type="checkbox"/> No → <input type="checkbox"/> Flotador sustituido <input type="checkbox"/> Horquilla sustituida</p>	FLOTADOR

<b>Observaciones</b>	
----------------------	--