



Ariete Hidráulico

Facultad
de
Ingeniería
Civil



Golpe de ariete

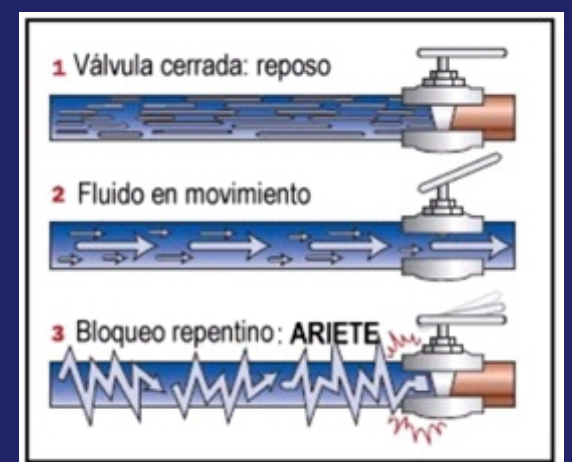
El fenómeno del “golpe de ariete”, también denominado transitorio, consiste en la alternativa de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsión de agua con motobomba, turbina, etc. Para nuestra investigación solo contemplaremos el caso de abastecimientos de agua potable que trabajan por presión atmosférica (gravedad). El valor de la sobrepresión debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar las tuberías, mientras que, en general, el peligro de rotura debido a la depresión no es tan importante, más aún si los diámetros son pequeños ya que estos manejan presiones bajas y por la geometría de la tubería.

Causas de los flujos inestables y transitorios

Los flujos transitorios pueden ser provocados de múltiples maneras; por el operador de un sistema, por un acontecimiento externo, por la mala selección de una componente, por problemas que se generan de manera inadvertida y de forma lenta, entre otros sin fin de eventos que pueden ocurrir. Probablemente, la situación de peligro más común es la parada incontrolada de un grupo de bombeo debido a un fallo en la corriente eléctrica. Asociado con la parada de la bomba se encuentra también el fenómeno conocido como “check valve slam” o “clapeteo de la válvula de retención”. El cierre rápido de una válvula motorizada a la salida de una bomba, puede tener consecuencias semejantes. Las válvulas y dispositivos similares, pueden también ser causantes de fluctuaciones no deseadas en flujos y presiones. Posiblemente, de entre los problemas producidos por los arranques de bombas, el más peligroso es el caso de las bombas sumergidas en pozo profundo con válvula de retención a nivel de suelo.

¿Qué es un ariete hidráulico?

Una bomba de ariete es una máquina hidráulica carente de motor, capaz de aprovechar la energía cinética que posee una cantidad de fluido y convertirla en energía potencial gracias a la sobrepresión producida por el fenómeno del “golpe de ariete”, y así elevar una parte de ese fluido a una altura considerablemente mayor.





Como construir un ariete hidráulico

Primero:

Se debe buscar una fuente de abastecimiento para el sistema; un rio, una quebrada, tanques, etc. Para este modelo usaremos un tanque elevado que nos proporcionara una cabeza de altura de 1.6 m.

Segundo:

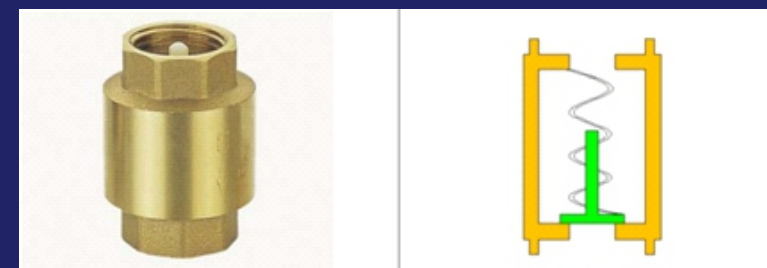
Elegimos un tipo de tubería; PVC, metálica, cobre, galvanizado, etc. El material debe ser lo suficientemente fuerte para resistir el “Golpe de ariete”, para este modelo elegimos PVC de 1” de diámetro.

Tercero:

Debemos conseguir cuatro cosas importantes: Ventosa, cheque vertical, válvula de pie y cámara de aire. La distribución y disposición de estos elementos la veremos en la foto ubicada en la parte derecha. Nota: podemos cambiar la válvula de pie por un cheque o válvula de no retorno (NR), pero modificando la dirección de su uso habitual e invirtiendo la posición del resorte.

Cuarto:

Ubicar un manómetro en la entrada del sistema y otro a la salida del agua en la tubería de impulsión. En este modelo usamos manguera debido a que no tendrá cambios bruscos de presión.





¿Como funciona el ariete hidráulico?

Para entender mejor el funcionamiento básico de la bomba de ariete, vamos a centrarnos en explicar el proceso que se llevará a cabo una y otra vez de forma ininterrumpida:

En primer lugar, encontrándose la válvula de choque (válvula de pie) abierta, comienza a bajar agua desde el depósito de alimentación por la tubería de alimentación, hasta que llega a la válvula de choque y sale por ella:

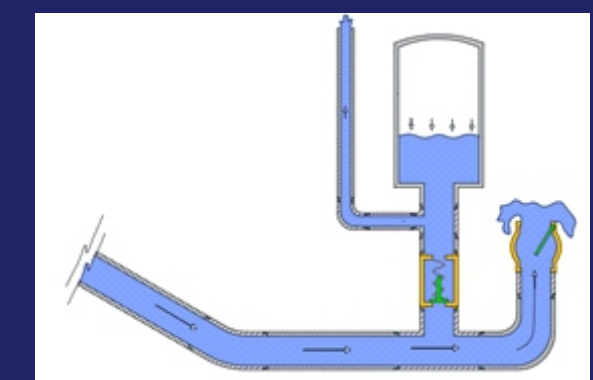
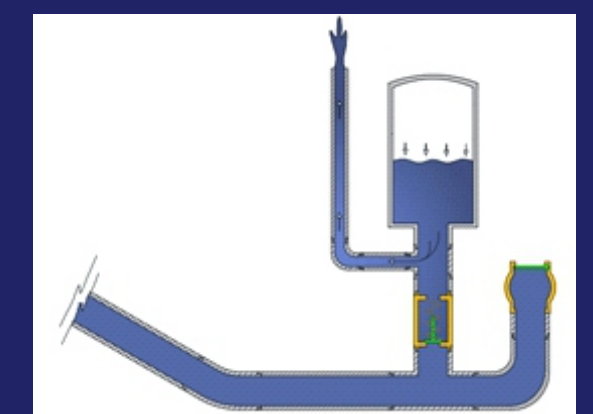
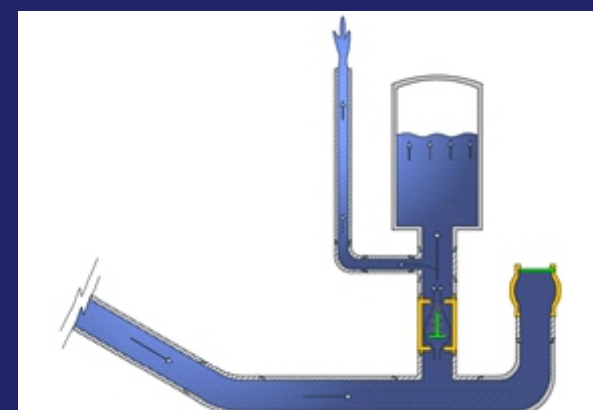
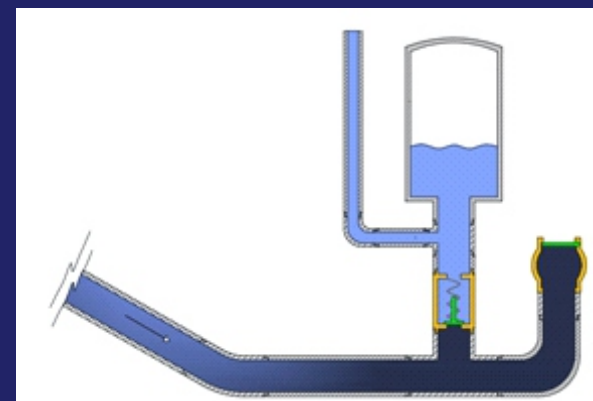
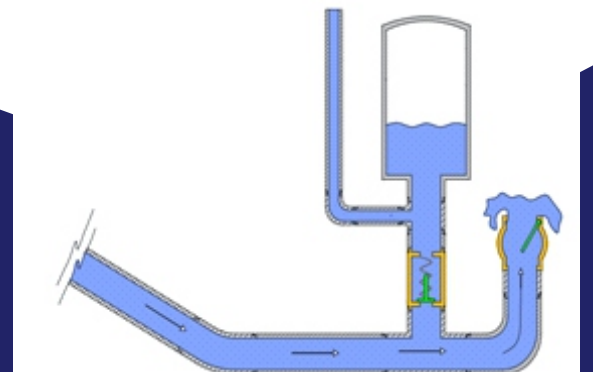
A medida que se acelera el agua, aumenta la fuerza de arrastre que ésta ejerce sobre la válvula de choque, hasta que es suficiente para cerrarla de golpe. Al cerrarse bruscamente la válvula de choque, la columna de agua que se trasporta por la tubería de alimentación aún posee una gran energía cinética. Esta energía cinética se disipa acosta de aumentar repentinamente la presión en el sistema:

Al tener el sistema una gran presión, permite la apertura de la válvula de NR y pasa el agua hacia la cámara de aire y a través de la tubería de elevación:

Cuando se igualan las presiones abajo y arriba de la válvula de NR, ésta se cierra cortando el paso del fluido y no dejándolo retornar, la presión acumulada en el aire de la cámara es transmitida al fluido, que se elevada por la tubería de salida o de elevación:

Cerrándose la válvula de cheque o de NR, la presión en el sistema sigue disminuyendo, hasta que el disco de cierre de la válvula de choque se abre debido a su propio peso, y comienza a salir de nuevo agua por ella:

De esta forma, volvemos a tener las mismas condiciones que al principio del proceso, repitiéndose este una y otra vez de forma continua hasta que sea interrumpida voluntariamente, cerrando una válvula de paso o registro.





¿Cómo calcular un golpe de ariete?

Primero se obtienen el **tiempo de parada (T)**, a veces también expresado como T_p . Se define como el intervalo entre el inicio y el final de la maniobra, ya sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido. Este se puede calcular mediante la aproximación de **Mendiluce**:

$$T = C + \frac{KLV}{gH_m}$$

Donde:

H_m : la altura manométrica (m).

K y C: coeficientes empíricos ambos dependientes de la conducción.

g: gravedad (m/s^2).

L: Longitud real de la conducción (m).

V: Velocidad del agua en la conducción en (m/s).

Luego se calcula la celeridad, que es la velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua dentro del conducto. Una expresión sencilla es la propuesta por **Allievi**:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}}$$

Donde:

D: diámetro de la tubería (m).

e: espesor de la tubería (m).

Siendo **k** dependiente del **módulo de Young E** que por ejemplo para el acero es 210 GPa.

$$K = \frac{10^{10}}{E}$$



Se calcula la longitud crítica (L_c), Que es la distancia que separa el final de la impulsión del punto crítico o de coincidencia de las fórmulas de Michaud y Allievi. L_c se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{aT}{2}$$

Comparamos los valores de L y L_c , utilizaremos la ecuación que corresponda según el caso, tal y como veremos a continuación. El objetivo es calcular la sobrepresión en metros. Este valor luego se sumará o restará a la presión estática para determinar el valor final del pico de presión. En función de esta comparación tendremos tres casos diferentes:

Si $L < L_c$ entonces se trata de una impulsión corta y:

$$T > \frac{2L}{a}$$

El cierre es lento y se utiliza la ecuación que se emplea es la de **Michaud**:

$$\Delta H = \frac{2LV}{gT}$$

Si $L > L_c$ entonces se trata de una impulsión larga y:

$$T < \frac{2L}{a}$$

El cierre es rápido y se utiliza la ecuación que se emplea es la de **Allievi**:

$$\Delta H = \frac{av}{g}$$

Si $L = L_c$ se puede utilizar cualquiera de las dos ecuaciones.

Bien, pues para estudiar este efecto de una manera más completa (determinando todos los efectos dinámicos, presión interna etc.) se pueden hacer empleando programas comerciales como el **AFT impulse** bastante completo y fácil de utilizar.



Pasos para hacer funcionar el ariete hidraulico en el laboratorio

Primero:

·Verificar que todas las válvulas de agua estén cerradas; la naranja que alimenta el tanque y la azul a la entrada del ariete hidráulico.

Segundo:

Conectar la manguera que viene del tanque de alimentación al modelo hidráulico.

Tercero:

Observar que los manómetros estén en cero y se encuentren en buen estado.

Cuarto:

Verificar q el resorte de la válvula de choque se encuentre bien ubicado.

Quinto:

Abrir el registro naranja hasta que llene el tanque.

Sexto:

Abrir totalmente el registro azul de manera lenta para que el sistema se equilibre.

Séptimo:

En caso de que no suceda el golpeteo y la válvula de choque quede cerrada, empujarla manualmente hacia abajo para que inicie el proceso.

Casos reales

A continuación vamos a mostrar dos casos de la vida práctica donde se previenen el golpe de ariete en nuestro país, para evidenciar de es de un uso importante en pequeña y en gran escala.

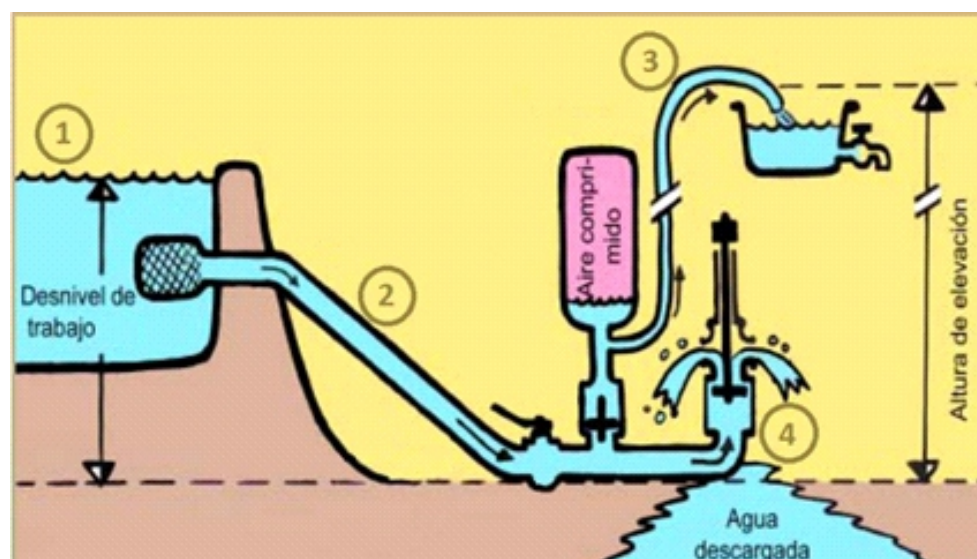
- En Colombia, las situaciones de mitigación contra el golpe de Ariete, se presentan en el sector hídrico, mediante el bombeo, para la recolección del agua y su posterior distribución, ya que estas bombas funcionan con electricidad, donde una suspensión o falla en este servicio ocasionaría una sobre carga hidráulica en la tubería, por lo cual se tiene sistemas especiales para la seguridad, como válvulas especiales que se cierran en cuestión de microsegundos y se activan por dispositivos de control, además poseen pozos de ventilación, los cuales, llegado el caso, se saturan y provocan un rebose en el pozo.
- Otro proceso donde encontramos este problema, es en la producción de energía eléctrica por medio de hidroeléctricas, en las cuales, debido al proceso de bombeo para el transporte del fluido, se genera el mismo problema de las instalaciones hídricas.



¿Cómo evitar el golpe de ariete?

El golpe de ariete es combatido, en la práctica, por varias medidas de las cuales traeremos las más usadas, con el fin de que sean económicas y prácticas, en el momento de poner en funcionamiento para prevenir este fenómeno.

- Limitación de la velocidad en tuberías.
- Cierre lento de válvulas o registros. Construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- Empleo de válvulas o dispositivos mecánicos especiales. Válvulas de alivio, cuyas descargas impiden valores excesivos de presión.
- Fabricación de tubos con espesor aumentado, teniendo en cuenta la sobrepresión admitida.
- Construcción de pozos de oscilación, capaces de absorber los golpes de ariete, permitiendo la oscilación del agua. Esta solución es adoptada siempre que las condiciones topográficas sean favorables y las alturas geométricas pequeñas. Los pozos de oscilación deben ser localizados tan próximos como sea posible de la casa de máquinas.
- Instalación de cámaras de aire comprimido que proporcionen el amortiguamiento de los golpes. El mantenimiento de estos dispositivos requiere ciertos cuidados, para que sea mantenido el aire comprimido en las cámaras.





Cuestionario

¿Qué es un flujo transitorio?

En sus palabras y con lo visto, ¿Para usted que es el golpe de ariete?

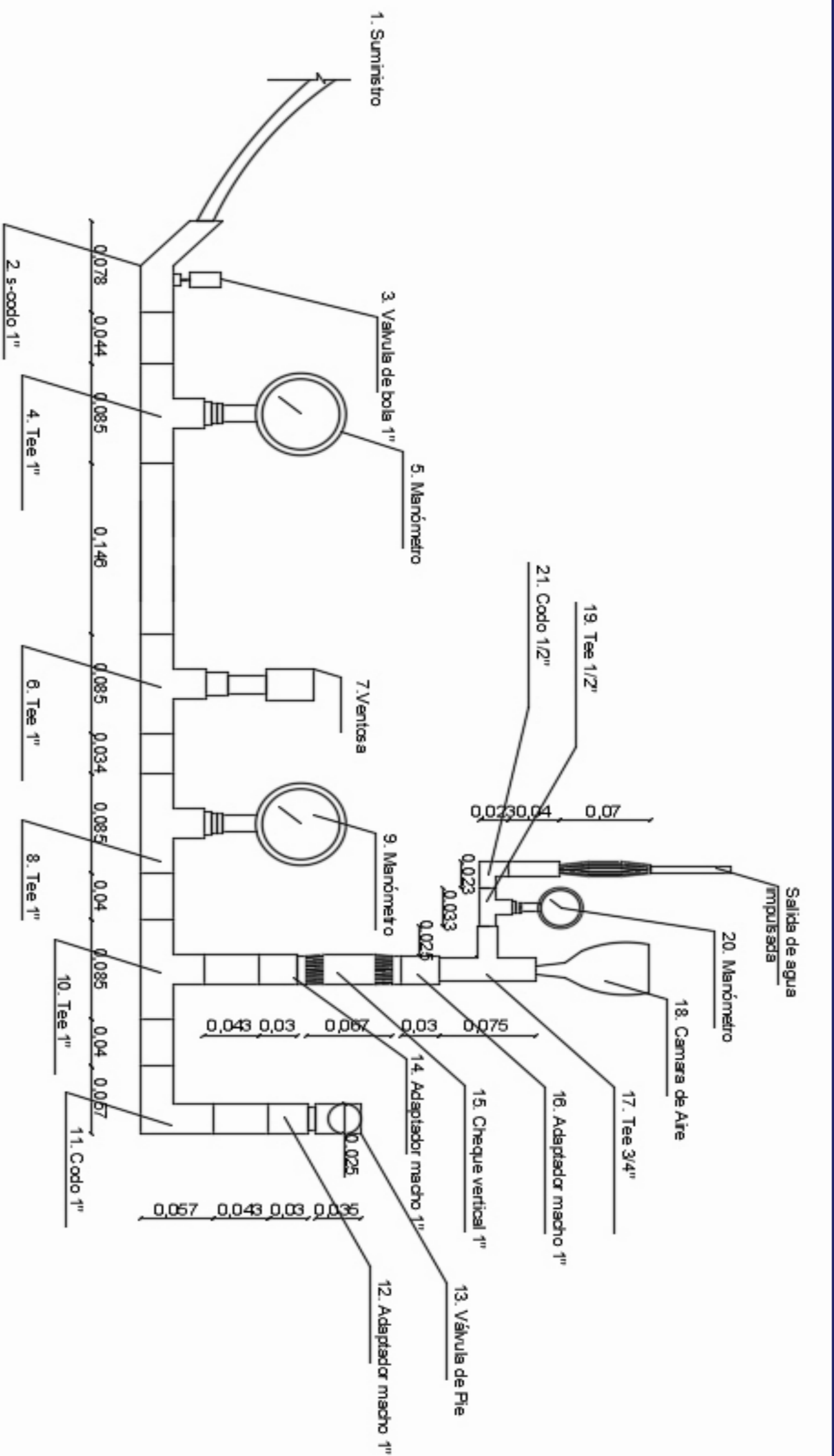
¿Qué cambios trae al sistema un cambio de la temperatura del agua?

¿Que fenomenos observa usted que ocurren en el sistema?

¿Qué uso practico le daría usted al laboratorio?

Bibliografía

- FUNDAMENTOS DE HIDRÁULICA. Segunda parte. Grupo mecánica de fluidos. Universidad Politécnica de Valencia.
- Estudio teórico y experimental de la bomba de ariete. ACITORES MARTINEZ FANCISCO JAVIER. Universidad Carlos III de Madrid, escuela politécnica superior. Madrid, Febrero de 2012.
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoentuberias/golpedeariete/golpedeariete.html>
- <http://www.altavista.com/cgi-bin/query?q=golpe+de+ariete&pg=q&qe&kl=es>.
- https://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema10.PDF



DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL ARIETE	
Accesorio	Descripcion
1	Suministro de agua
2	S-Codo de 1" PVC
3	Válvula de bola de 1" PVC
4	Tee de 1" PVC
5	Manómetro de glicerina
6	Tee de 1" PVC
7	Ventosa
8	Tee de 1" PVC
9	Manómetro de glicerina
10	Tee de 1" PVC
11	Codo de 1" PVC
12	Adaptador macho de 1" PVC
13	Válvula de pie de 1"
14	Adaptador macho de 1" PVC
15	Cheque vertical de 1"
16	Adaptador macho de 1" PVC
17	Tee de 3/4" PVC
18	Cámara de aire
19	Tee de 1/2" PVC
20	Manómetro de glicerina
21	Codo de 1/2" PVC