

TRANSITORIOS HIDRÁULICOS EN IMPULSIONES. CAUSAS, HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN Y DISEÑO DE LAS PROTECCIONES. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES SOLUCIONES CON ESPECIAL ATENCIÓN A LAS VENTOSAS

JORNADA TÉCNICA
LA FUNCIÓN DE LAS VÁLVULAS EN LAS REDES DE RIEGO



26 de ABRIL DE 2017

IGNACIO GANDARILLAS PRIETO

Ingeniería Aplicada en Válvulas de Control y Ventosas

Departamento Técnico MAT WATER – Regaber - Hidroglobal



- **Transitorios Hidráulicos: Qué son, causas y efectos**
- **Herramientas de simulación y análisis**
- **Dispositivos de protección**
- **Calderines antiarriete**
- **Soluciones con válvulas hidráulicas**
- **Efectos del cierre dinámicos de las ventosas**
- **Las ventosas de cierre lento**
- **Algunos casos de estudio**

contenido



Rotafono

Viernes, 13 de Febrero 2015

Miraflores: Rotura de tubería matriz genera gran aniego



Usuarios del WhatsApp del Rotafono informaron a través de este medio el problema que se generó en Miraflores luego que se rompiera una tubería matriz en medio de unas obras en los alrededores del parque Miranda.

La fotografía es del cruce de las avenidas Pesiñ Thousar con Ricardo Palma, a pocas cuadras del parque en mención que se encuentra entre las avenidas Pesiñ de la República y Pesiñ Thousar, frente al conocido teatro Mexicano.

Secopal informó que el problema nació en medio de los trabajos realizados por el municipio miraflorense y que debido a esto, el servicio de agua potable será restringido en los tres sectores comprendidos entre Paseo de la República, Argemones, Av. Santa Cruz y Circuito de Playas. Se estima que el servicio cesará siendo restablecido al promedio de la media noche.

La rotura de una tubería obliga a cortar la calle Manacor de Palma

de 1 febrero 2015 5.0
de 1 febrero 2015 Regaber



Operario de la compañía de Aguas de Mallorca (SADESA) trabajando en la reparación de una tubería de agua potable en la calle Manacor de Palma.

La rotura de una canalización de agua potable al final de la calle Manacor ha obligado a cortar esa vía a primera hora de este miércoles, lo que ha generado un gran atasco de tráfico que ha disminuido paulatinamente con la regulación de la Policía Local.

Según han informado fuentes municipales, la avería se ha producido a las 08.00 horas en una tubería subterránea que atraviesa la calle Manacor a unos 100 metros de la rotonda de Can Riu.

La rotura ha dejado sin suministro de agua a unos 200 abonados y su reparación se ha prolongado hasta pasado las 10.00 horas.

ENCIÓN ESPAÑA

minutos

A Coruña 15°

Tu ciudad

OVIEDO

Treinta operarios trabajan para reparar la rotura de una tubería de agua en Palomar

Treintena de trabajadores de Aguas de Oviedo están trabajando en las labores de reparación tras la rotura de una tubería de abastecimiento de agua en Palomar, en Ribera de Arriba, según ha informado el Ayuntamiento de Oviedo a través de una nota de prensa.

ECO

Para actividad social

Twitter Facebook YouTube

OVIEDO, 13 FEB 2015

Treintena de trabajadores de Aguas de Oviedo están trabajando en las labores de reparación tras la rotura de una tubería de abastecimiento de agua en Palomar, en Ribera de Arriba, según ha informado el Ayuntamiento de Oviedo a través de una nota de prensa.

La concejal de Aguas del Ayuntamiento de Oviedo, Trinidad Ordiz, ha visitado la zona de Palomar este martes, después de que a las 9.30 horas se detectase la rotura fortísima en la tubería de suministro, de 650 milímetros de diámetro, que abastece al concejo oviedense.

La rotura ha obligado al corte de la calle Manacor y a la suspensión de las obras de reparación de la tubería.



DAÑOS PRODUCIDOS POR LAS PRESIONES NEGATIVAS





¿QUÉ ES UN TRANSITORIO HIDRÁULICO? CAUSAS Y EFECTOS



¿QUÉ ES UN TRANSITORIO HIDRÁULICO? CAUSAS Y EFECTOS

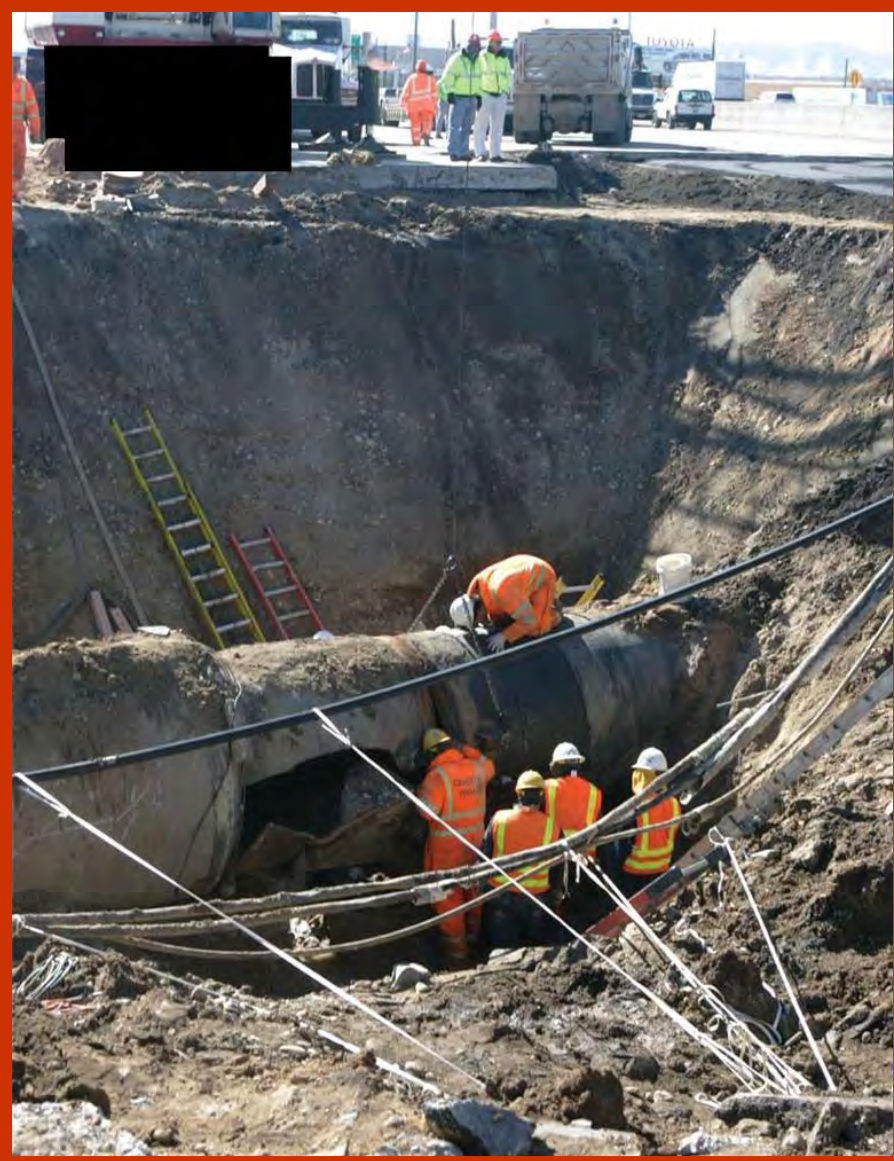


¿QUÉ ES UN TRANSITORIO HIDRÁULICO? CAUSAS Y EFECTOS





DAÑOS PRODUCIDOS POR LA SOBREPRESIÓN





Before the Accident

Rusia Agosto 2009



After the Accident

Las consecuencias de la falta de previsión



ES EL CAMBIO DE UN FLUJO EN EL TIEMPO, POR PEQUEÑO QUE SEA.

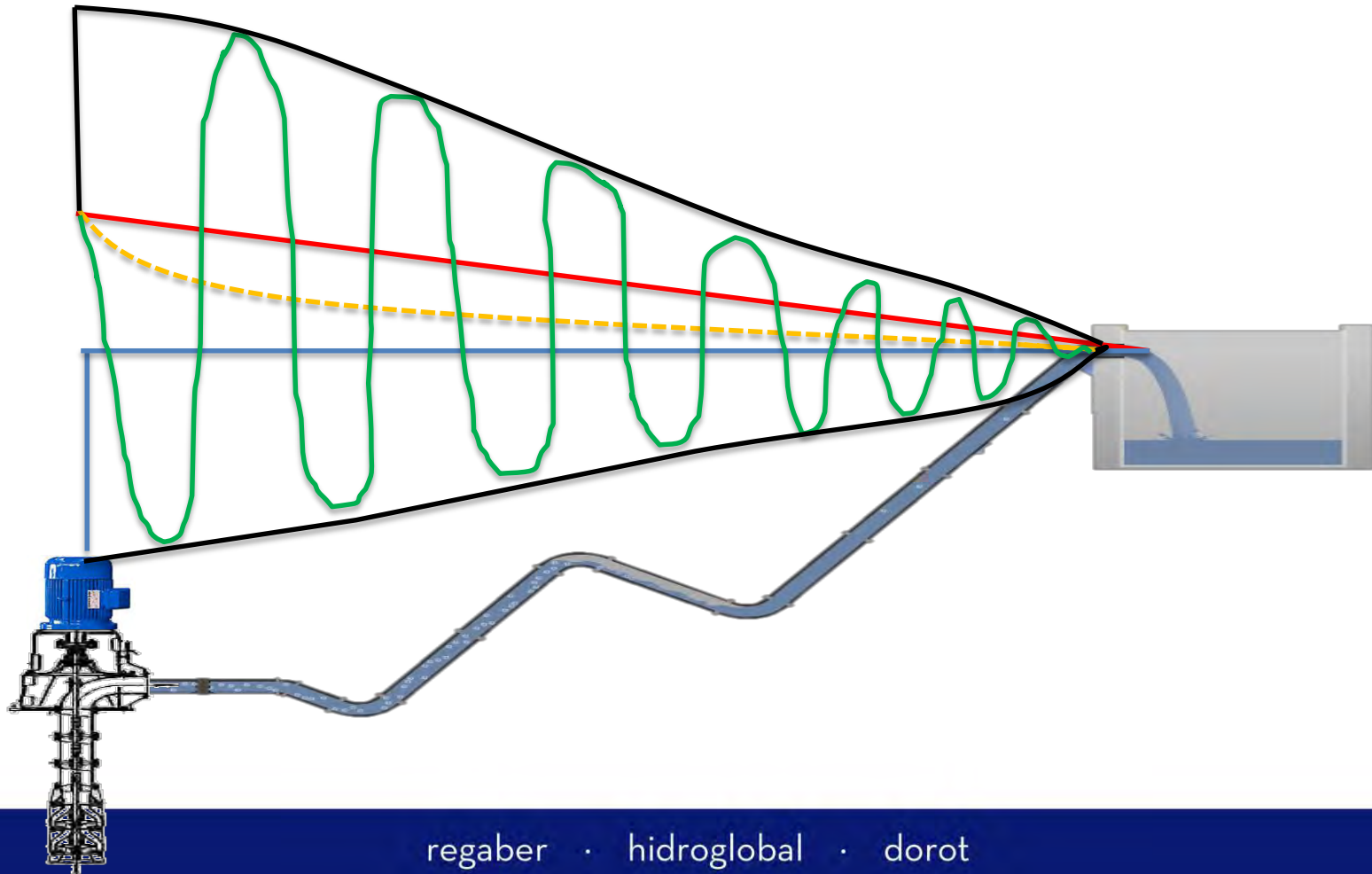
CAUSAS: ACTUACIONES QUE MODIFIQUEN EL FLUJO. POR EJEMPLO: CIERRE DE UNA VÁLVULA

- APERTURA DE UNA VÁLVULA
- PARADA DE UNA BOMBA (O TURBINA)
- ARRANQUE DE UNA BOMBA (O TURBINA)
- ROTURA DE UNA TUBERÍA
- AUMENTO DE LA DEMANDA
- DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA

EFECTOS. LOS DERIVADOS DE TRANSFORMARSE LA ENERGÍA CINÉTICA EN ELÁSTICA (EN OCASIONES, CUANDO ES POSIBLE, TAMBIÉN EN GRAVITATORIA). Y, ADEMÁS, DE MODO PERIÓDICO. EL INICIO PUEDE SER INVERSO: ENERGÍA ELÁSTICA EN CINÉTICA.

¿QUE ES UN TRANSITORIO HIDRÁULICO?

- **MOVIMIENTO OSCILATORIO DE LAS ONDAS DE PRESIÓN, QUE SE PROPAGA A LO LARGO DE TODA LA CONDUCCIÓN, GENERANDO PRESIONES NEGATIVAS (DEPRESIONES) Y POSITIVAS (PICOS DE PRESIÓN) QUE SE SUCEDEN EN PERIODOS DE TIEMPO MUY CORTOS.**



¿QUE CAUSA LOS FENÓMENOS DE TRANSITORIEDAD HIDRÁULICA?

- CUALQUIER MANIOBRA QUE PRODUZCA **CAMBIOS RÁPIDOS (BRUSCOS)** EN LA **VELOCIDAD DEL FLUJO**

$$\Delta H = (c/g) \Delta V$$

Ecuación de Joukowsky / Allievi

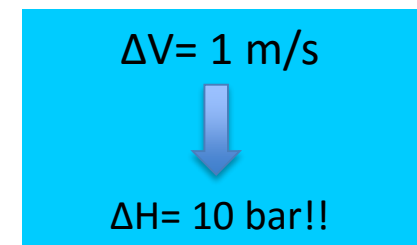
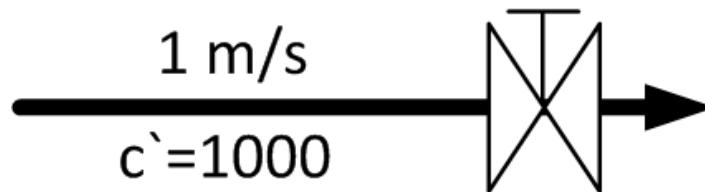
ΔH	Incremento de la presión (mca)
c	Celeridad de la onda.
ΔV	Cambio de velocidad (m/s)
g	Fuerza de la gravedad(9.81m/s ²)

C = Velocidad (Celeridad) de propagación de la onda de presión en una tubería específica esta determinada según:

- El material de la tubería (flexibilidad). Para tuberías metálicas C es próximo a 1000
- Proporción entre el diámetro y espesor
- Restricciones que puedan existir en la tubería
- Aire disuelto

¿QUÉ ES UN TRANSITORIO HIDRÁULICO? CAUSAS Y EFECTOS

- Tubería de acero 900- 1200 m/s
- Tubería de HA 800- 900 m/s
- Tubería de PVC 220- 400 m/s
- Tubería de Fundición 800- 1000 m/s
- Tubería de PE 150- 250 m/s
- Tubos 100% rígidos 1480 m/s



- Tubería de acero ($c'=1000\text{m/s}$), inicial $V=1\text{m/s}$,
- $\partial H = \partial V * a' / g = 1 * 1000 / 9.8 \sim 100 \text{ m}$

El tiempo del cambio de velocidad (**tiempo crítico**) es importantísimo.

El efecto del cambio de velocidad sobre la presión , depende de la proporción entre:

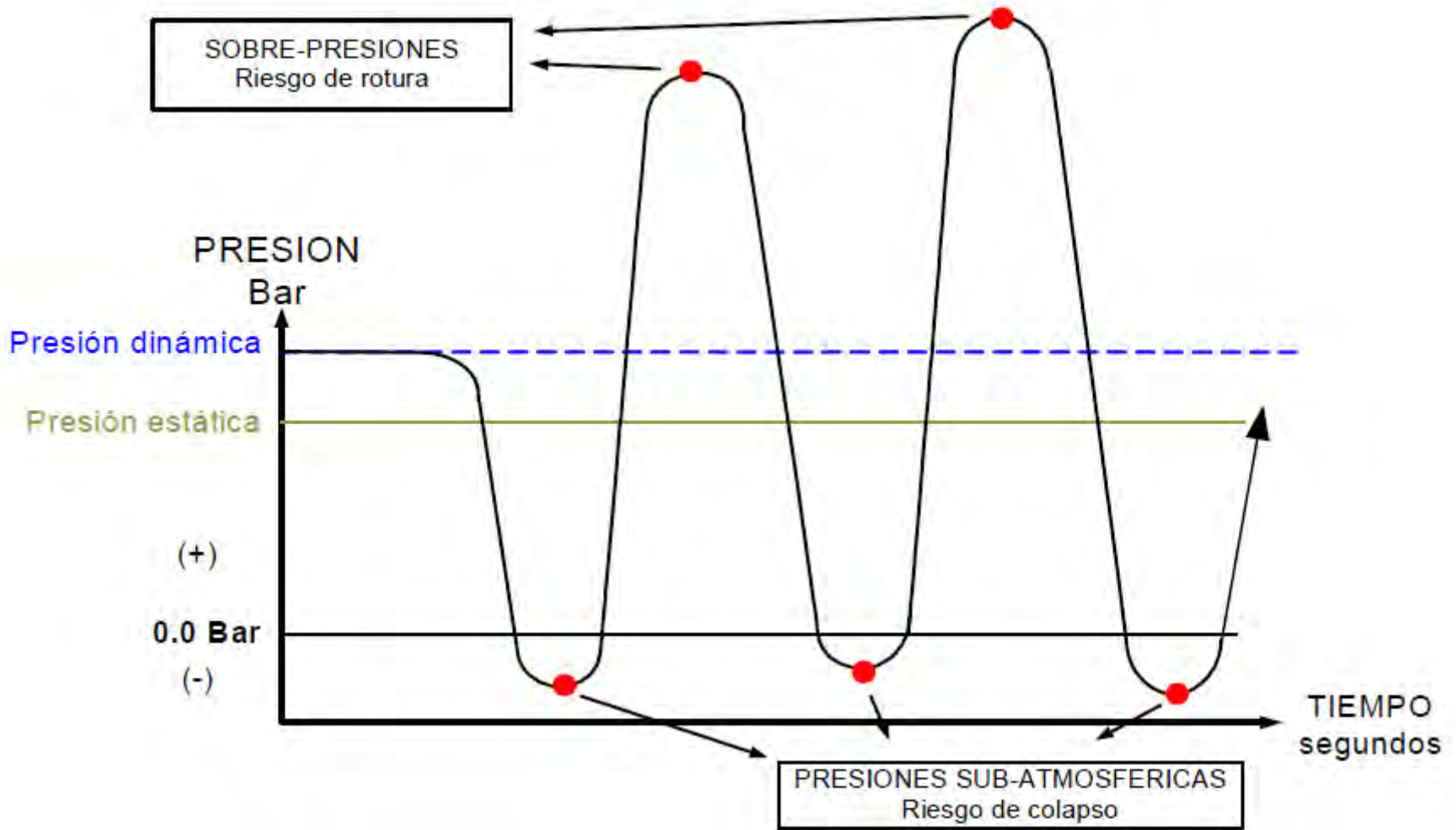
- Longitud del tubo
- Tiempo de cambio

La ecuación del tiempo crítico es:

$$T_{cr} = 2 \times L / a'$$

En caso que el tiempo de cambio de condiciones **sea menor** que el **T_{cr}** del sistema específico, será considerado “instantáneo” y provocará el máximo cambio de presión.

¿QUÉ ES UN TRANSITORIO HIDRÁULICO? CAUSAS Y EFECTOS

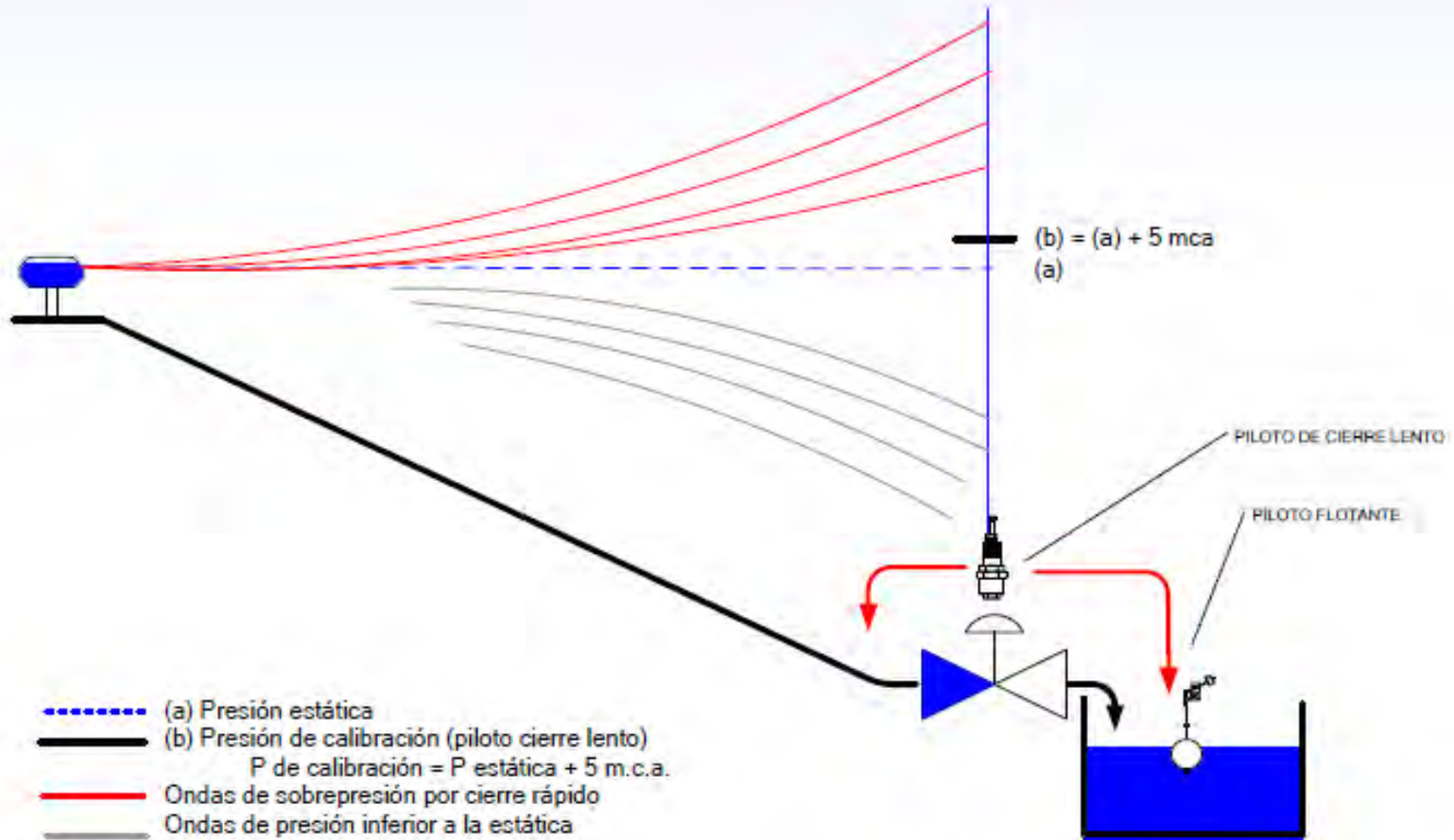


Los principales motivos que provocan el golpe de ariete en sistemas de distribución de agua, son :

- Cierre / Apertura de Válvulas
- Cambio Brusco (aumento o reducción) de la demanda.
- Parada / Arranque de bombas.
- Arranque de pozos profundos.
- Cierre dinámico de válvulas de aire.

EJEMPLO # 1

CIERRE DE VÁLVULA EN UN SISTEMA GRAVITACIONAL



CONDUCCION GRAVITACION

- gran longitud
- caudal medio a medio-alto
- presión estática similar a presión nominal de la tubería

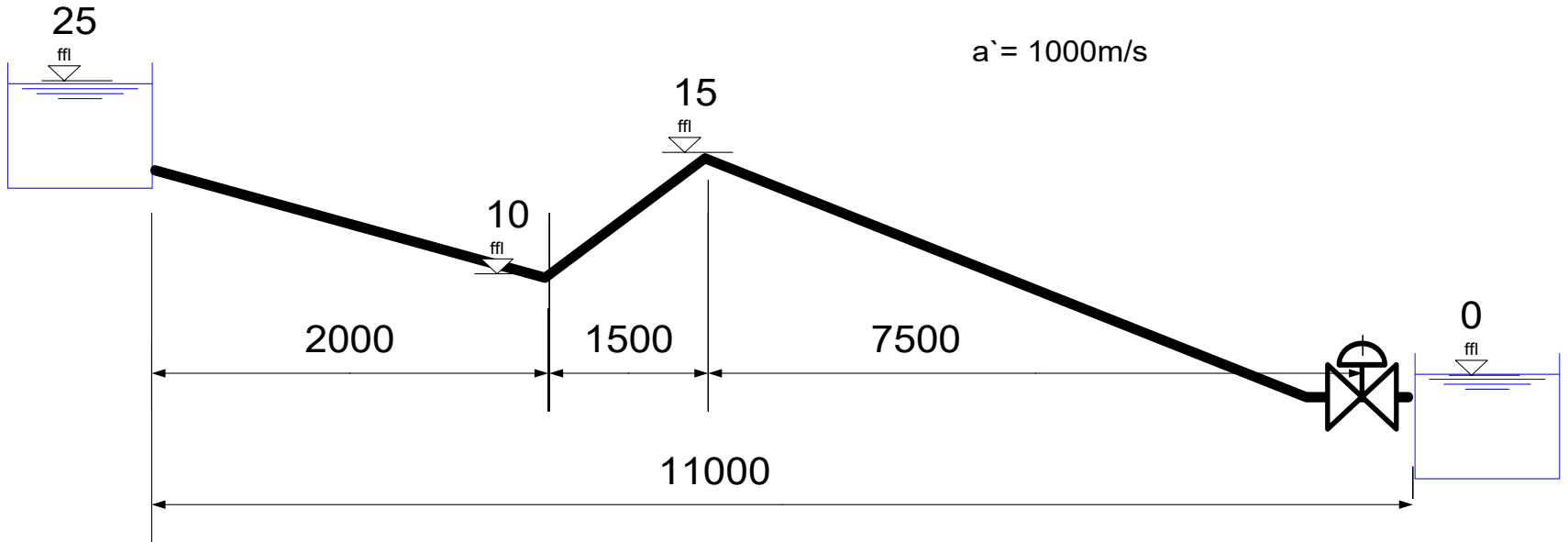
} Durante el cierre de la válvula, existe alto riesgo de generar ondas de presión muy dañinas

D= 600mm

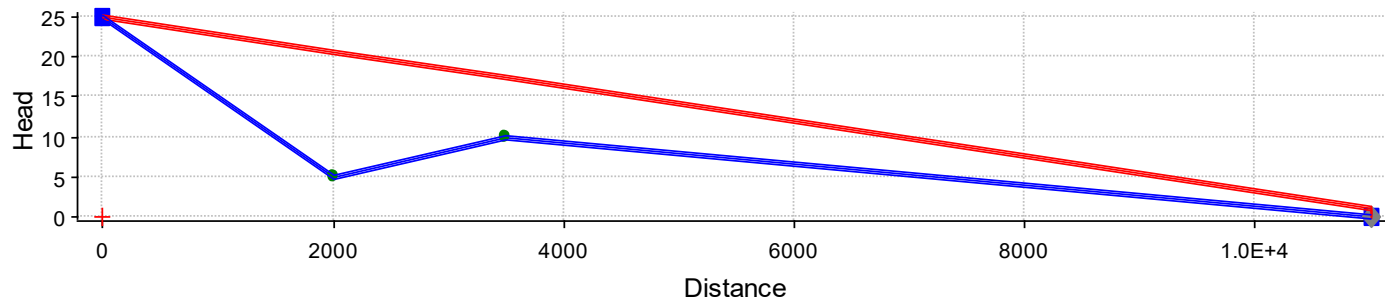
Chw= 120

Q= 1080m³/h (0.3m³/s)

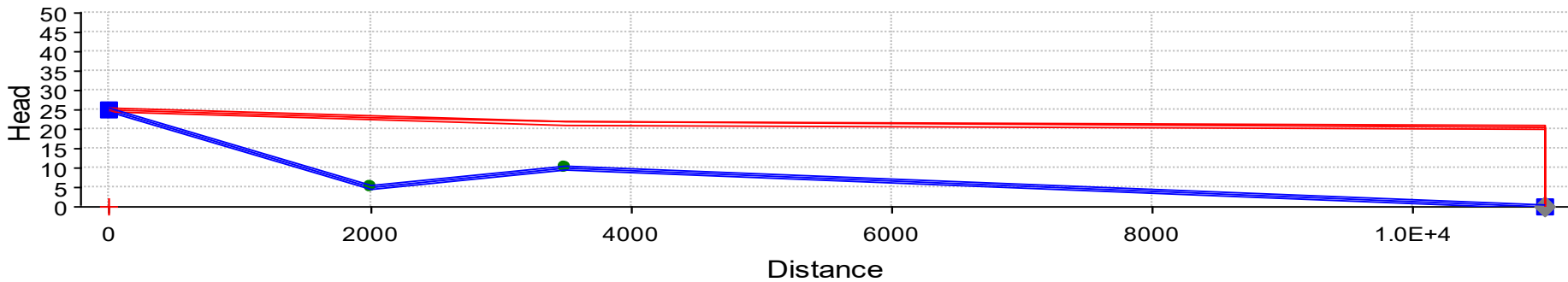
a`= 1000m/s



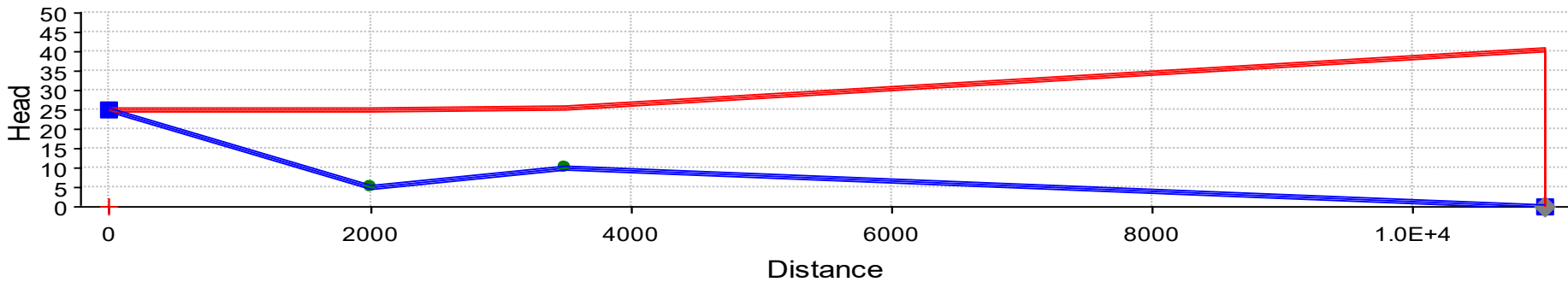
System Profile



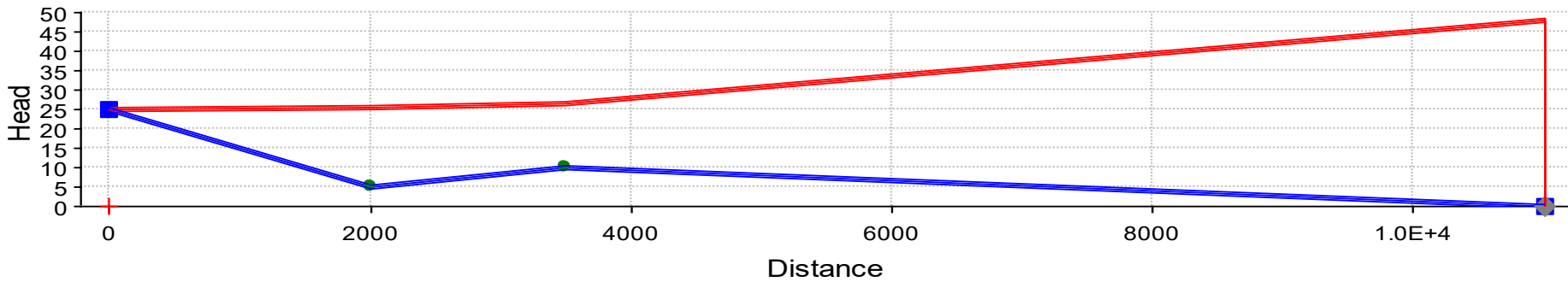
Time 49.067



Time 53.867

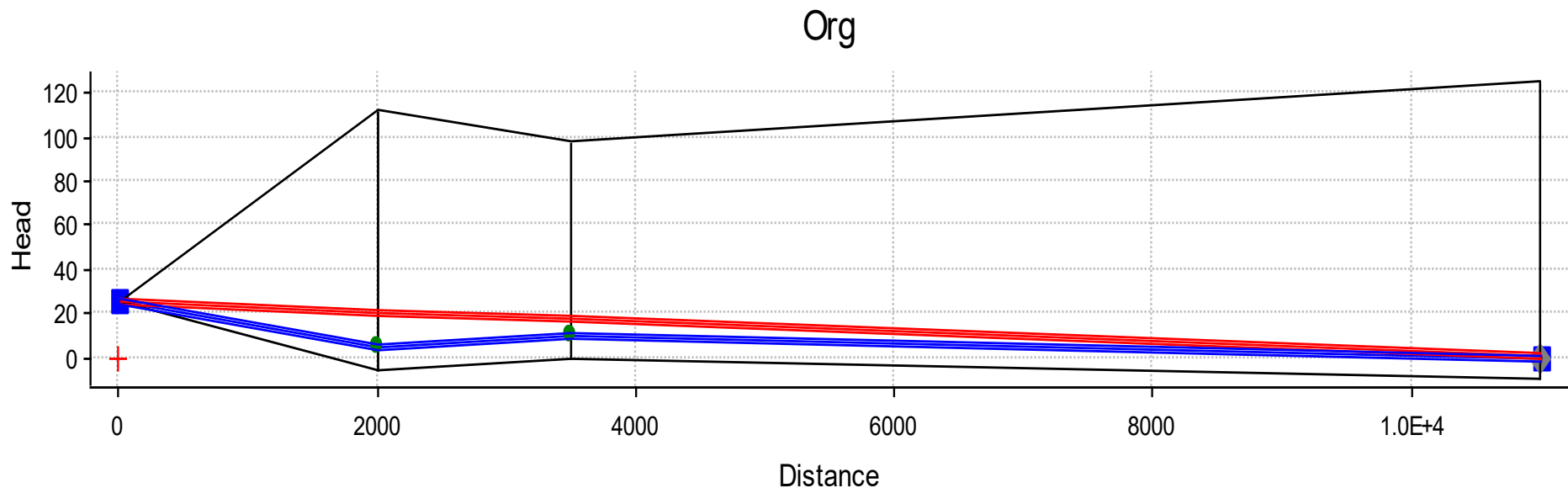


Time 54.934

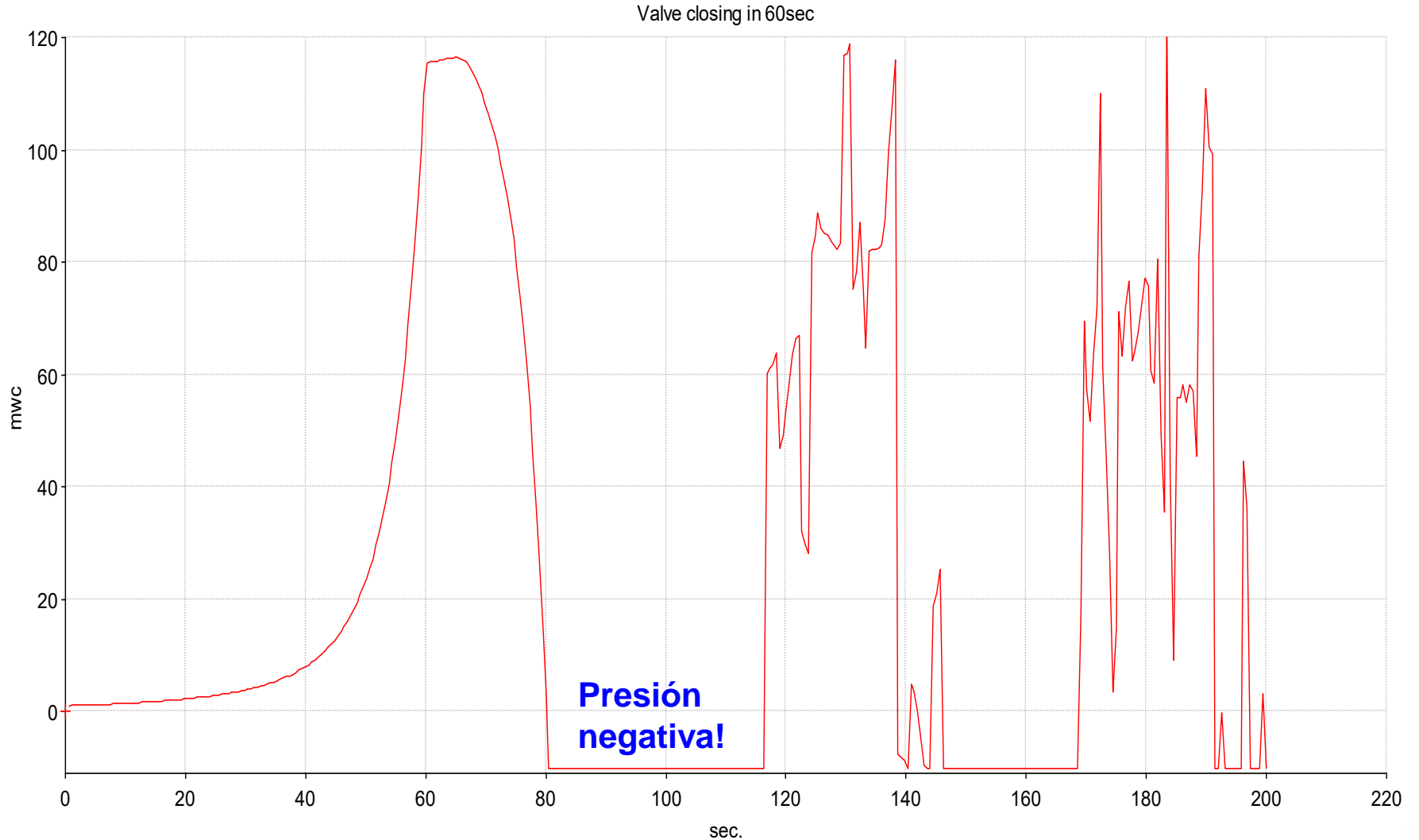


Cierre de una válvula tiempo de cierre 60seg, velocidad de cierre uniforme

Diagrama envolvente de presiones a lo largo de la tubería

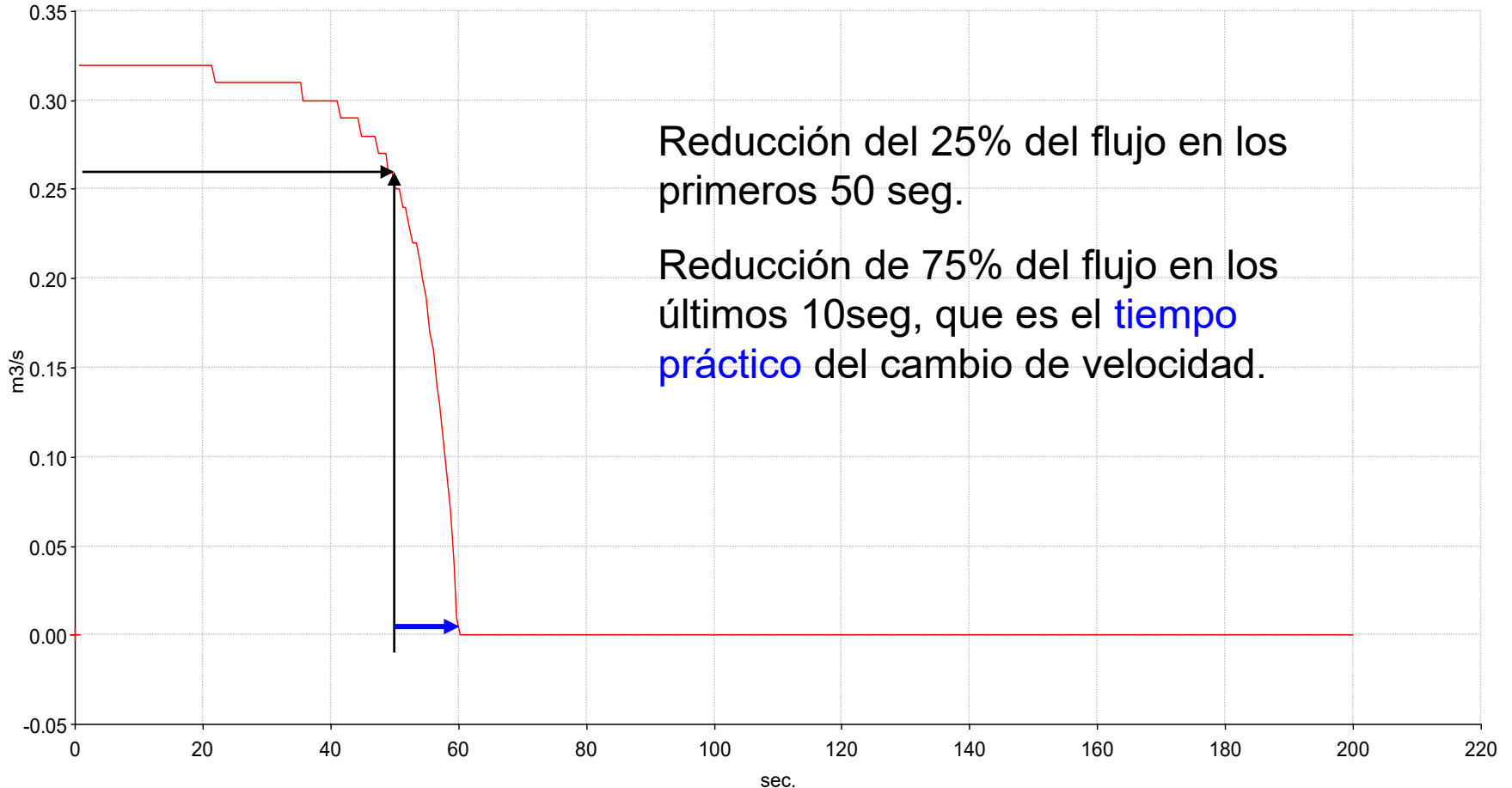


Cierre de una válvula tiempo de cierre 60seg, velocidad de cierre uniforme





Cierre de una válvula tiempo de cierre 60seg, velocidad de cierre uniforme



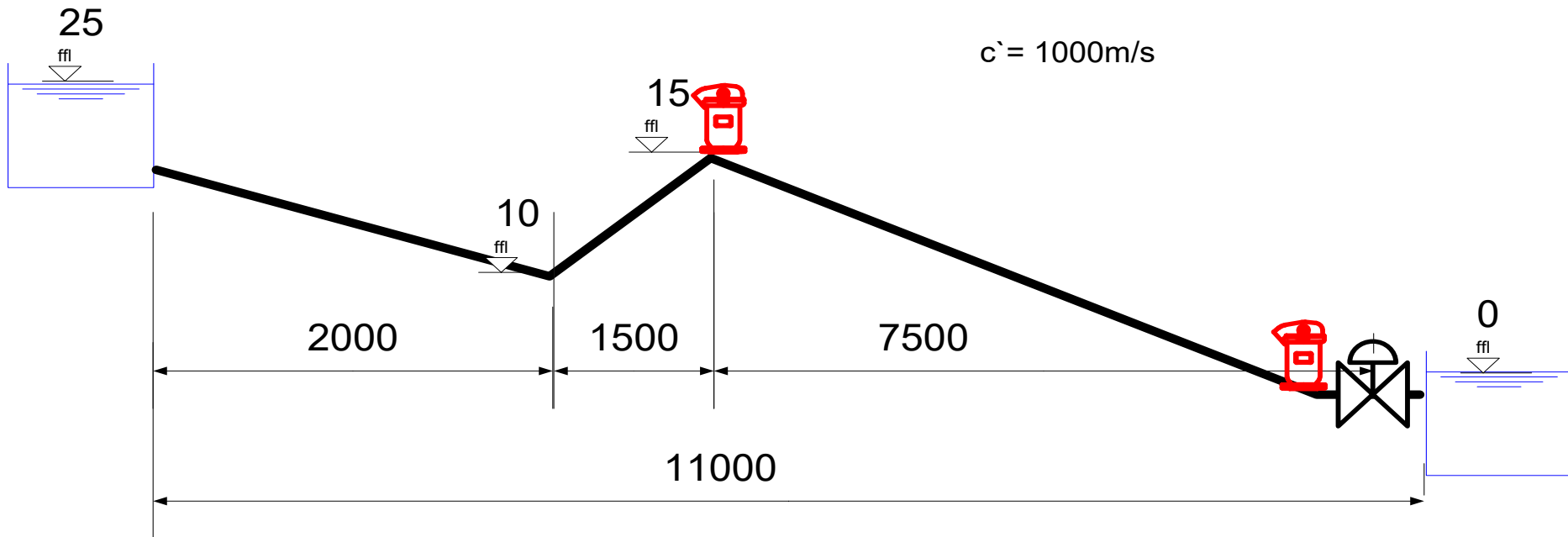
Cierre de válvula – sistema modelo Con Ventosas

$D = 600\text{mm}$

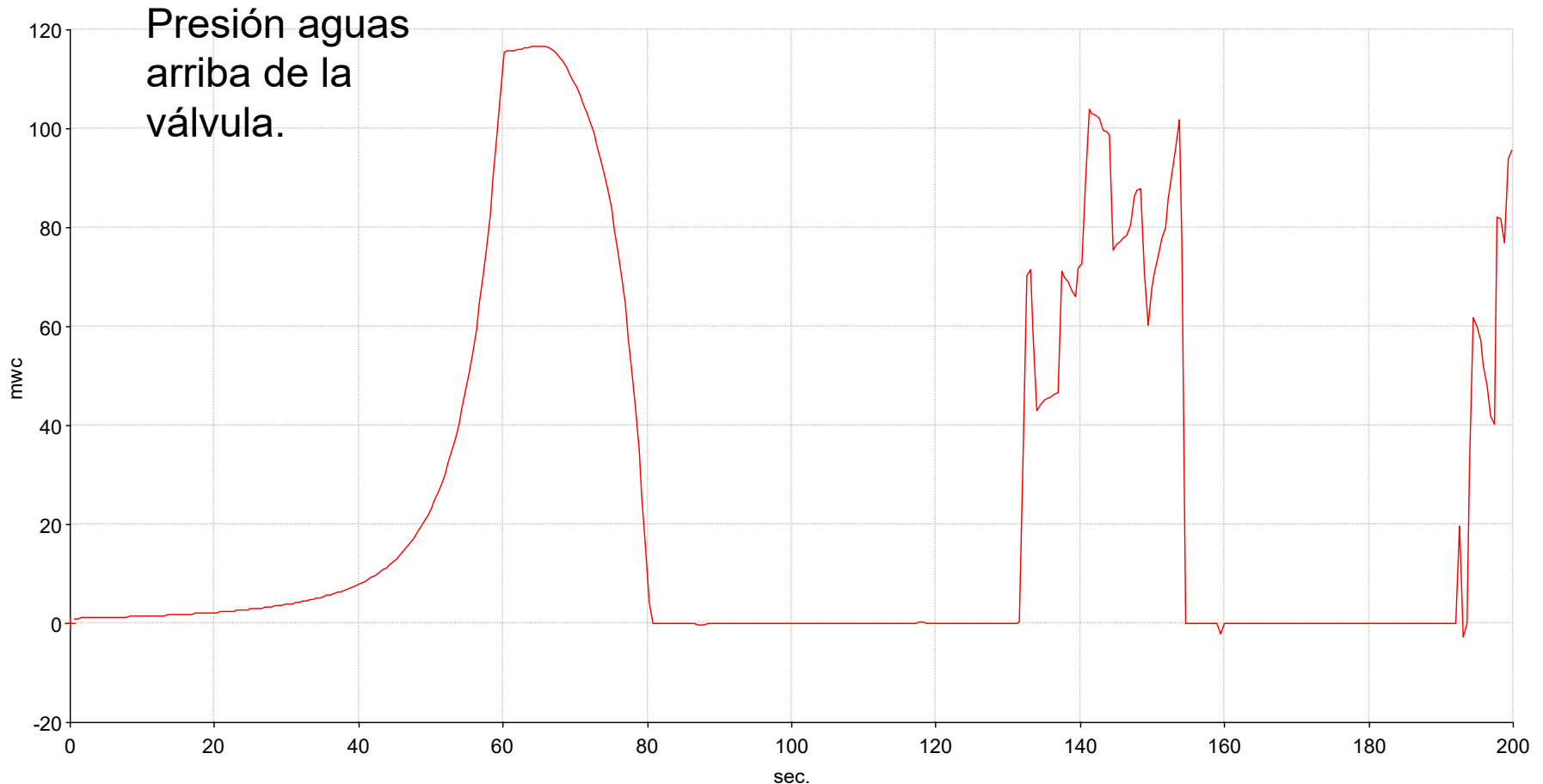
$Chw = 120$

$Q = 1080\text{m}^3/\text{h} (0.3\text{m}^3/\text{s})$

$c' = 1000\text{m/s}$

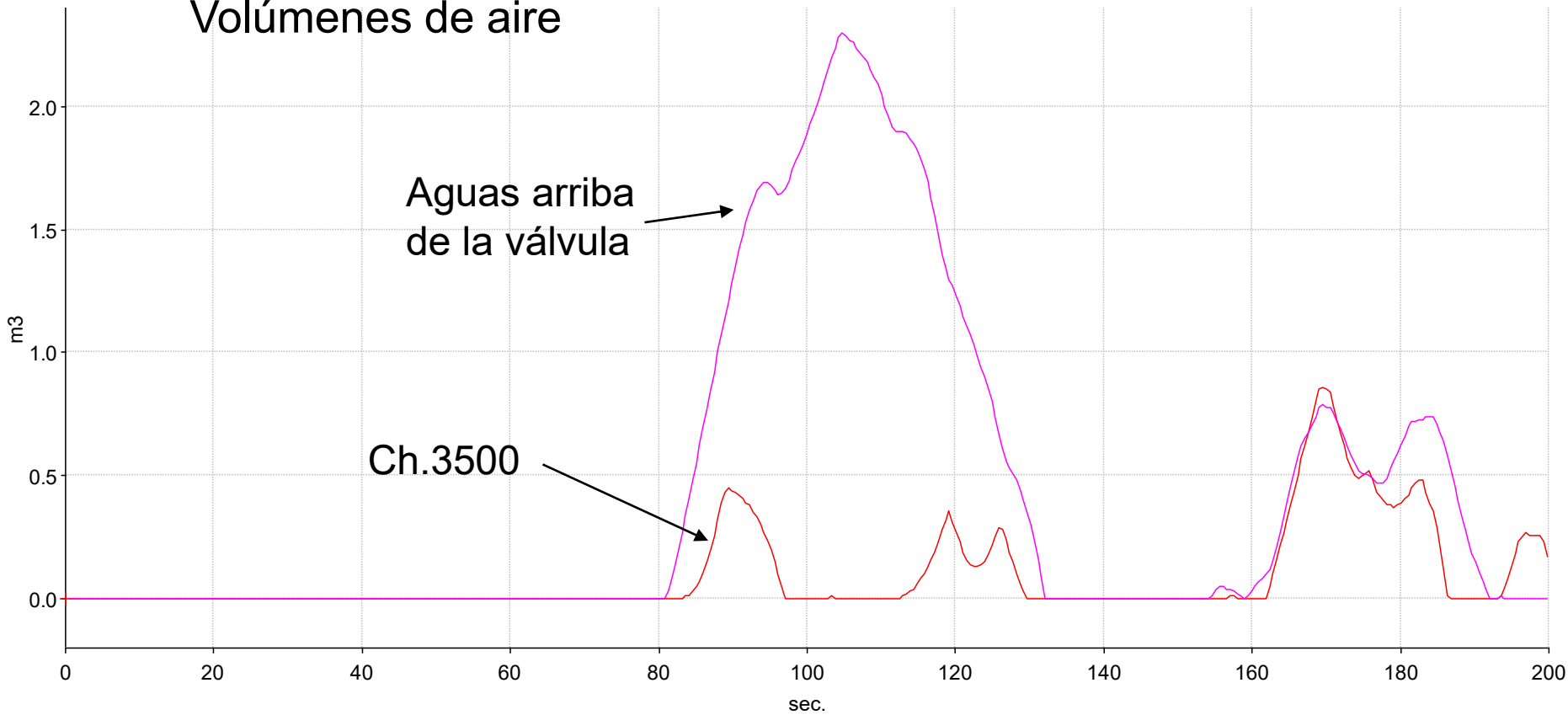


Cierre de válvula tiempo de cierre 60seg, velocidad uniforme , con válvulas de aire.



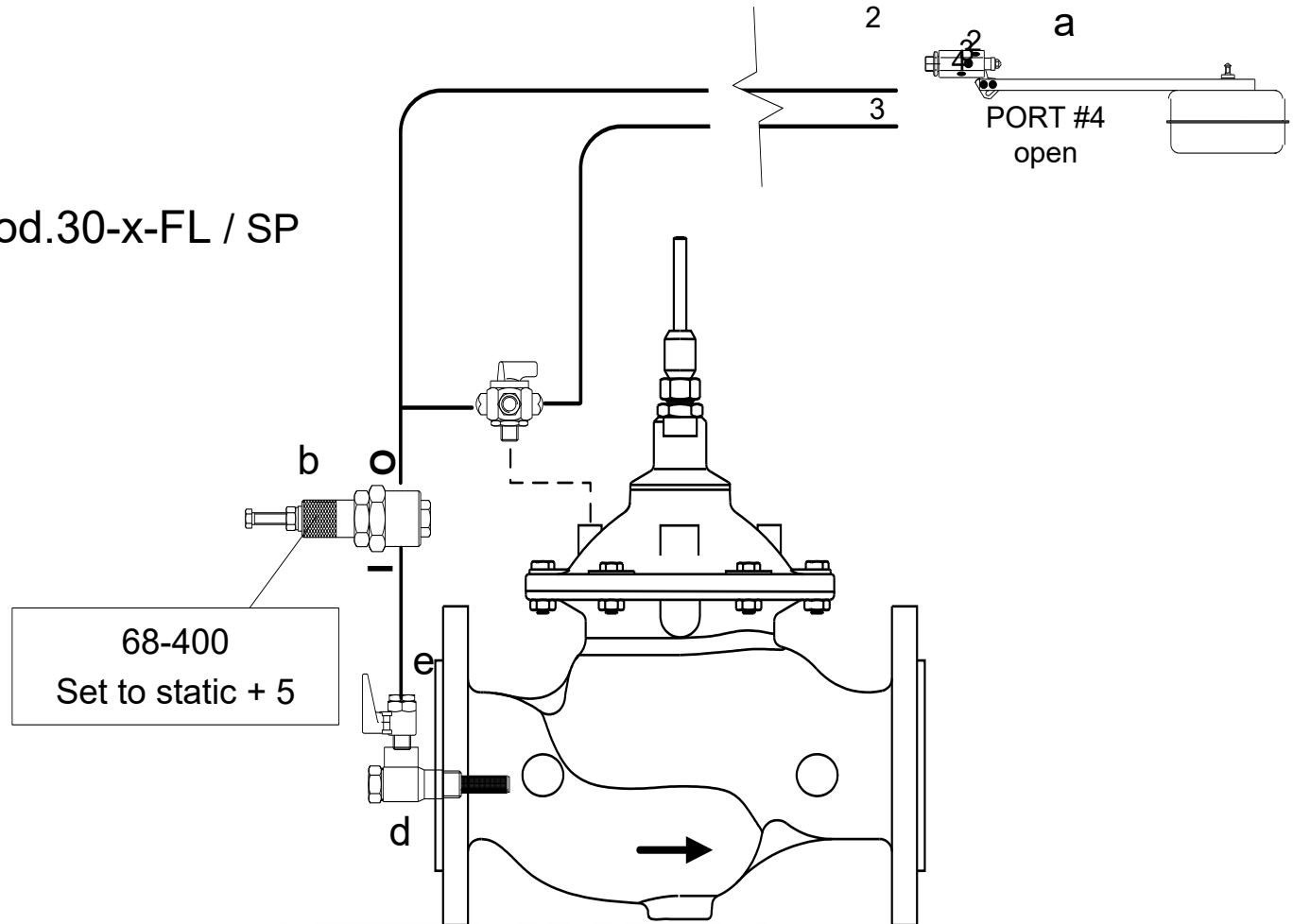
Cierre de una válvulas tiempo de cierre 60seg., velocidad uniforme , con valvulas de aire.

Volúmenes de aire

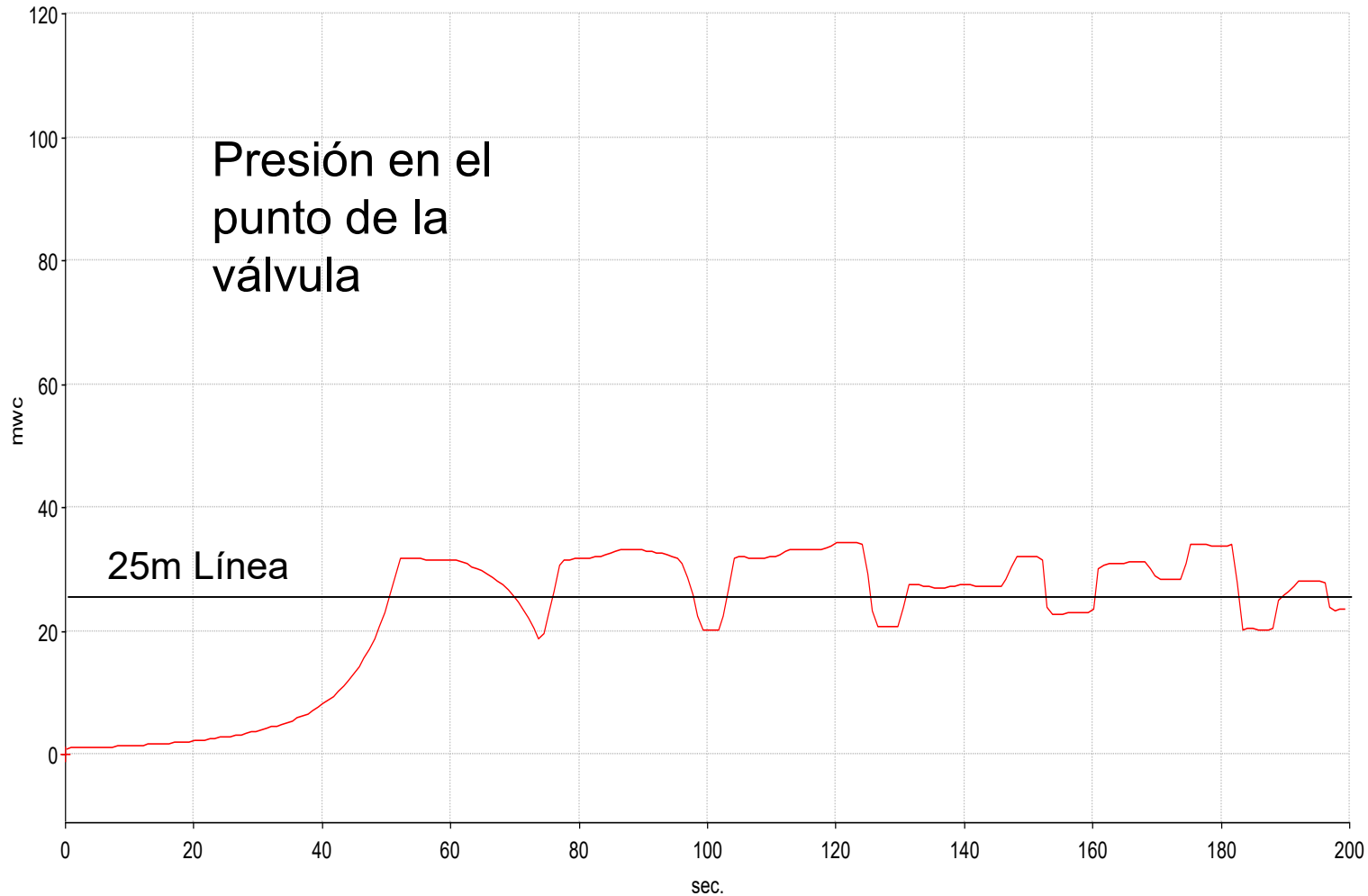


Cierre de Válvula – Cierre a velocidad no uniforme , utilizando el sistema de control de la válvula.

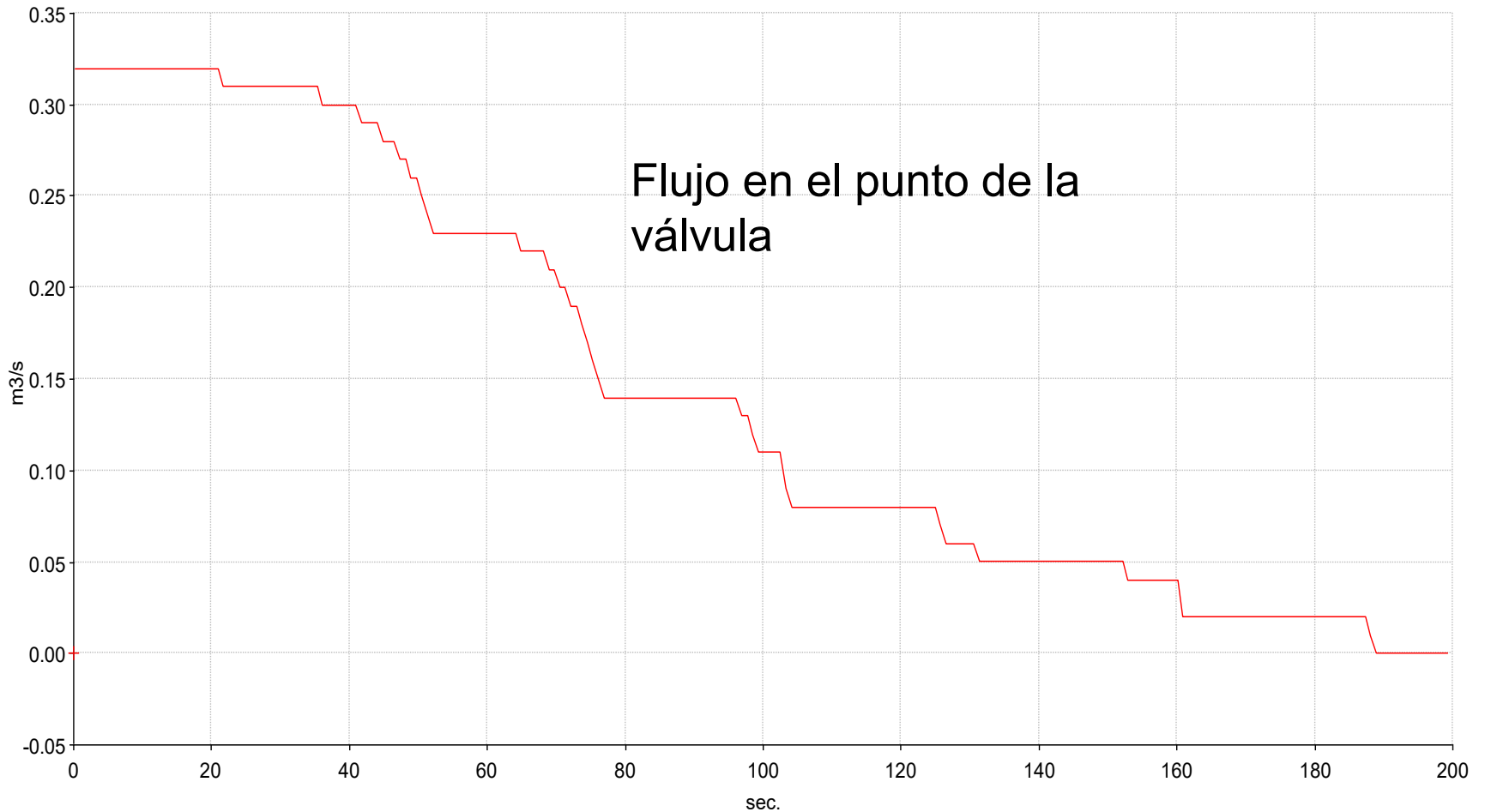
Válvula mod.30-x-FL / SP



Cierre de válvula – El cierre es a velocidad controlada.

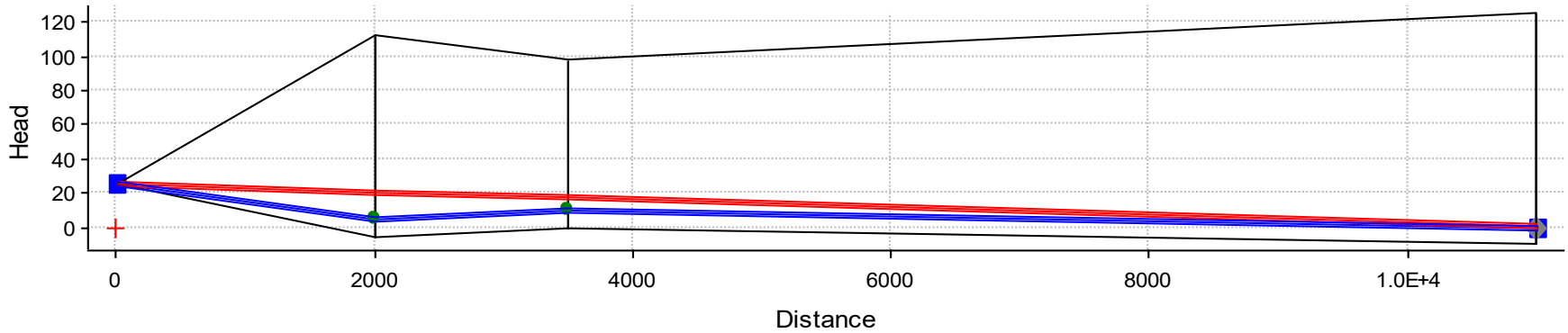


Cierre de Válvula - tiempo de cierre 60seg., con control de velocidad.

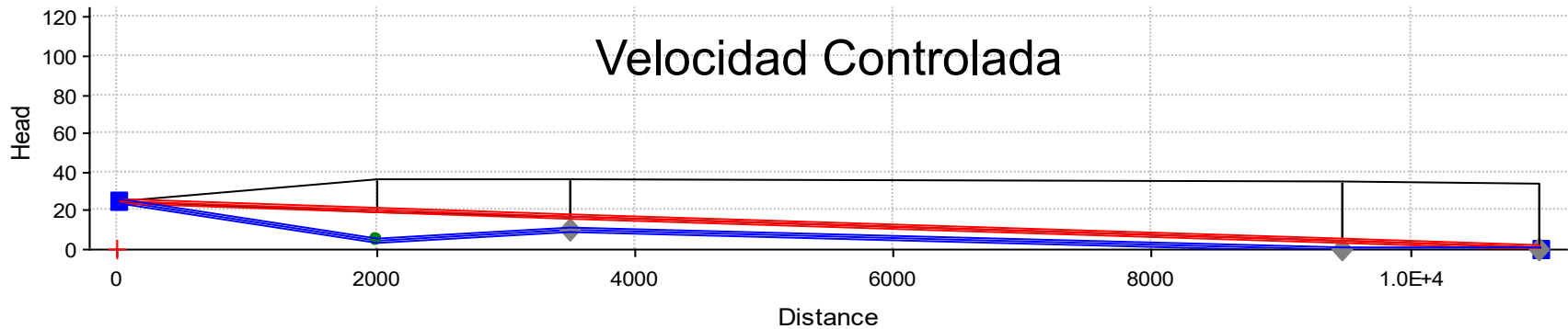


Cierre de la válvula - comparación

Velocidad uniforme



Velocidad Controlada



Ejemplo # 2

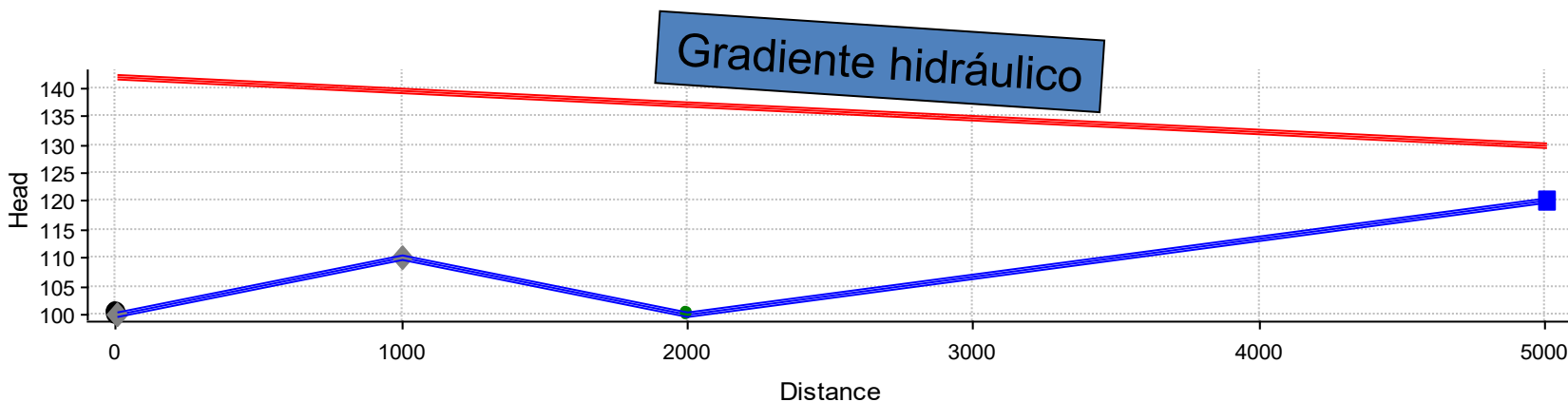
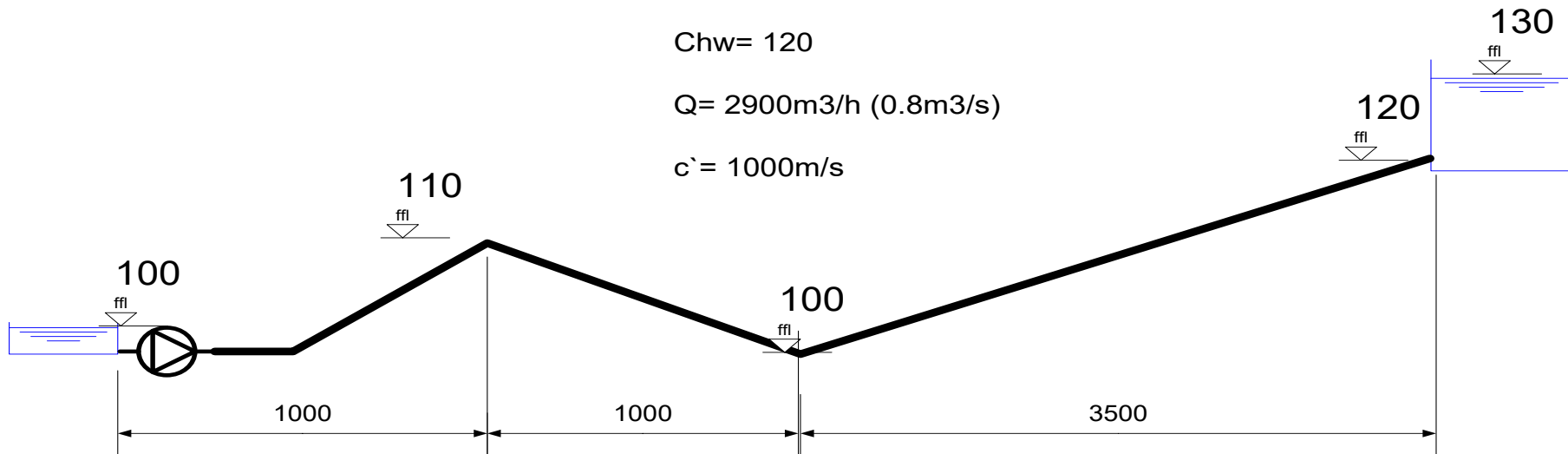
Parada brusca de bombeo por fallo eléctrico

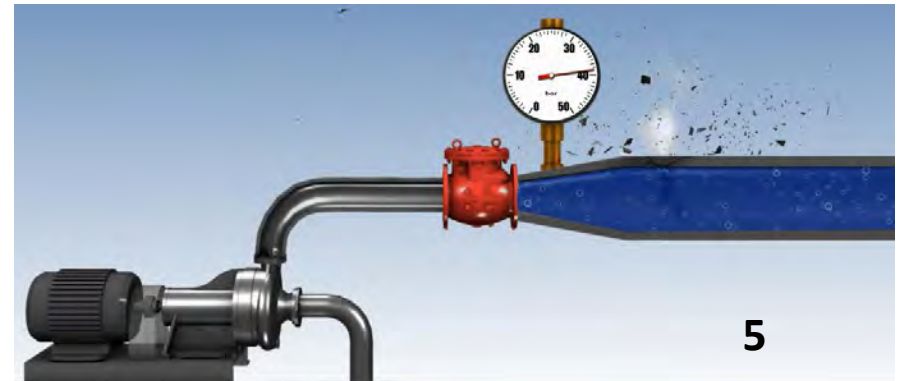
$D = 800\text{mm}$

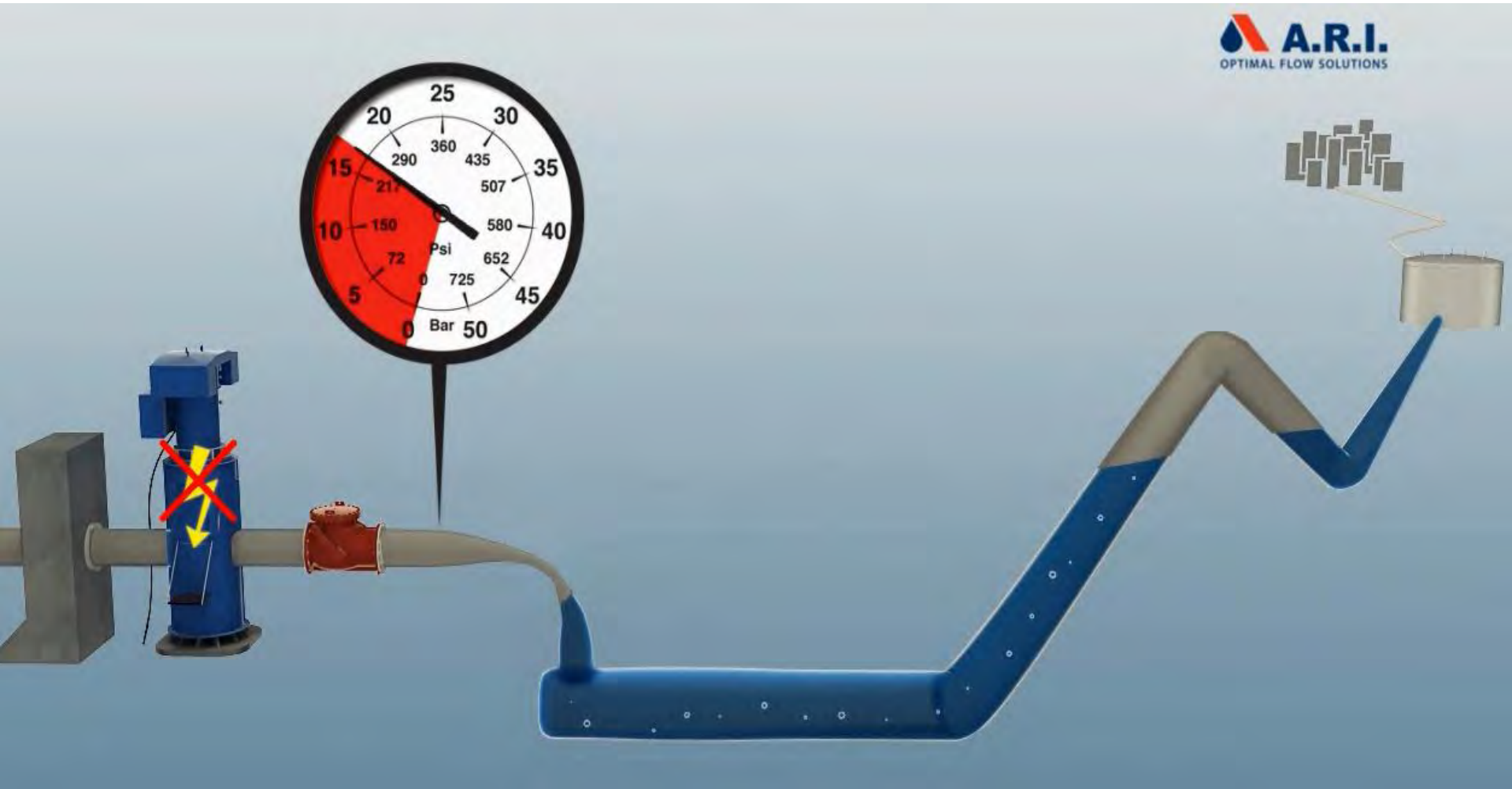
$Chw = 120$

$Q = 2900\text{m}^3/\text{h} (0.8\text{m}^3/\text{s})$

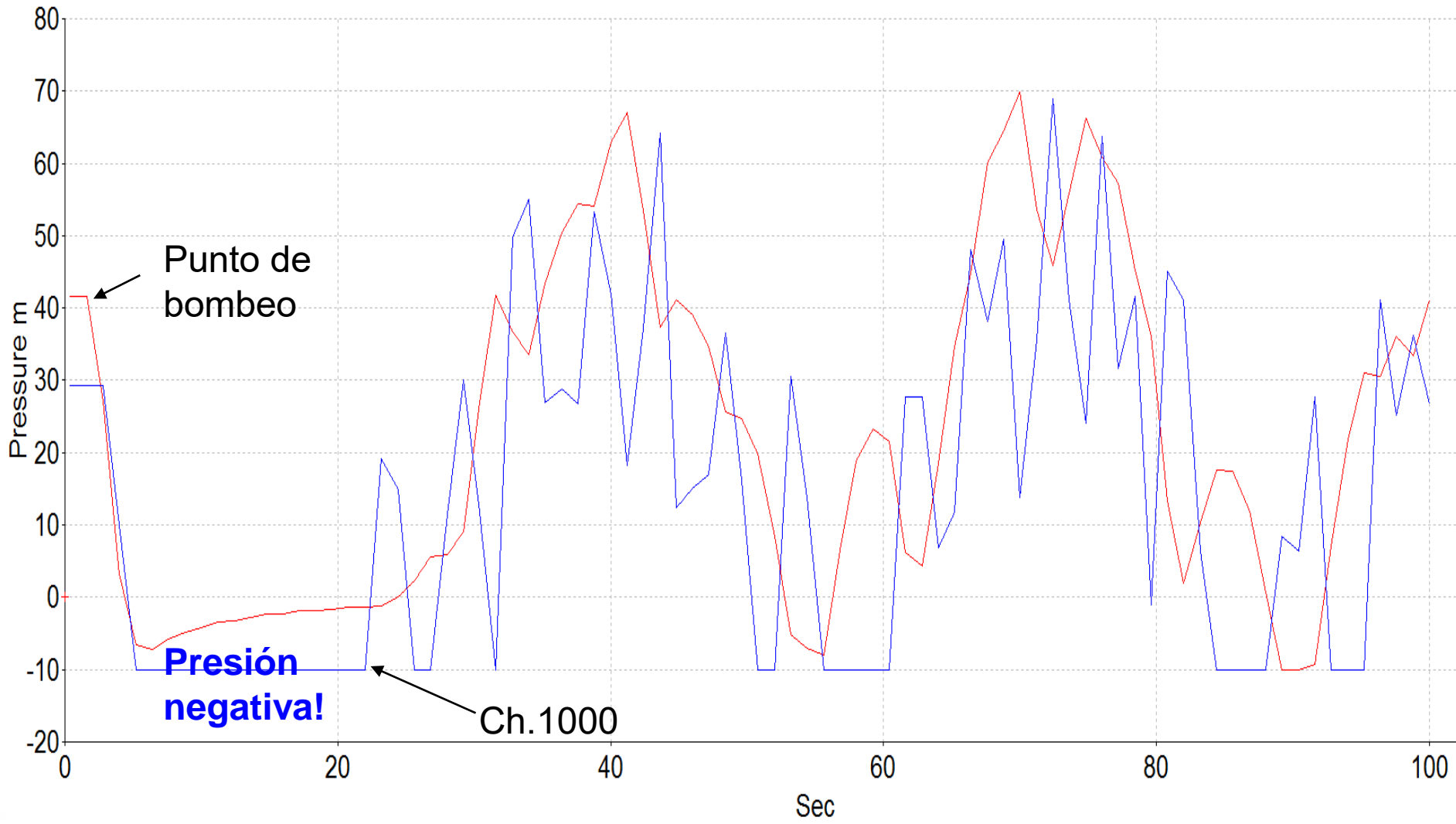
$c' = 1000\text{m/s}$



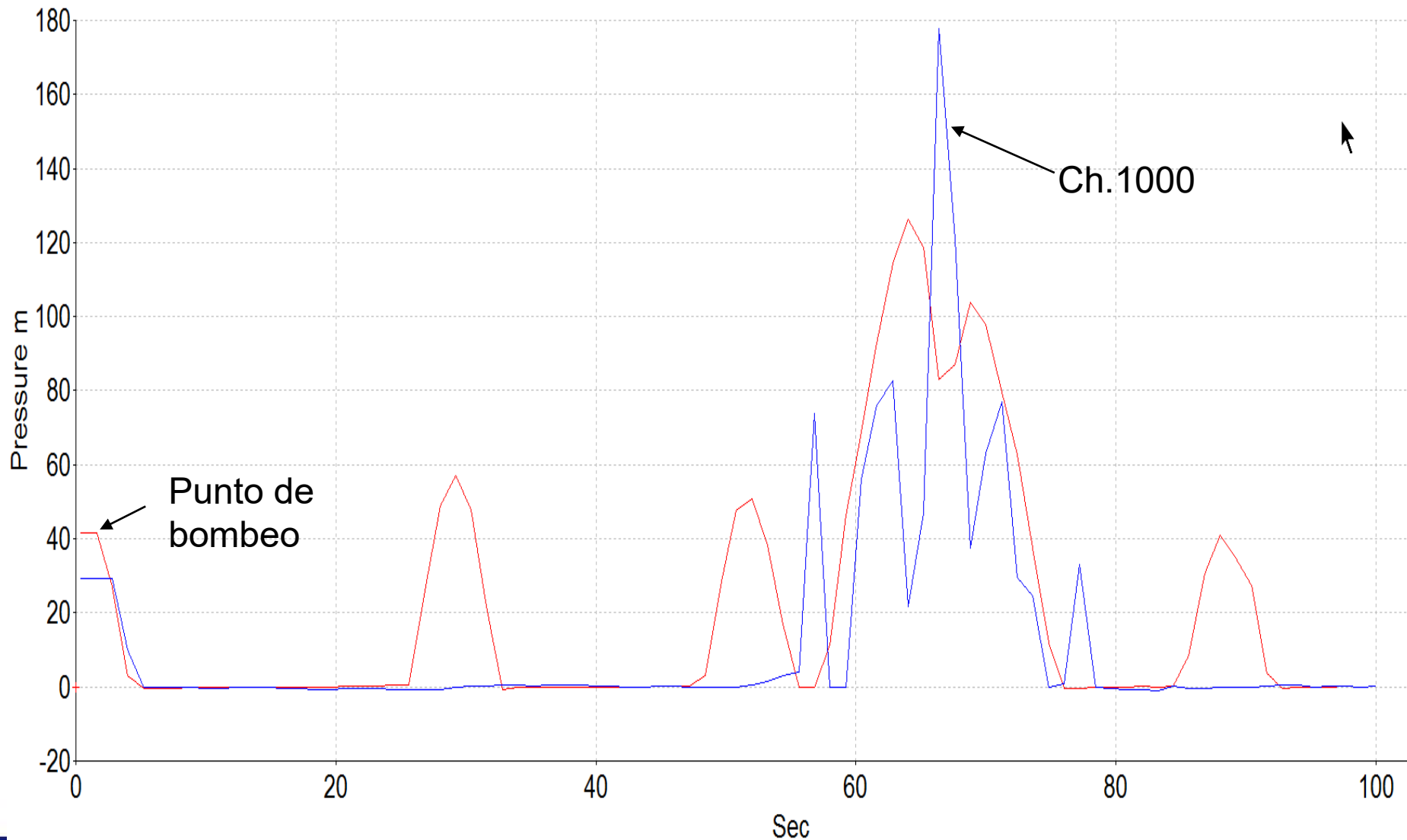




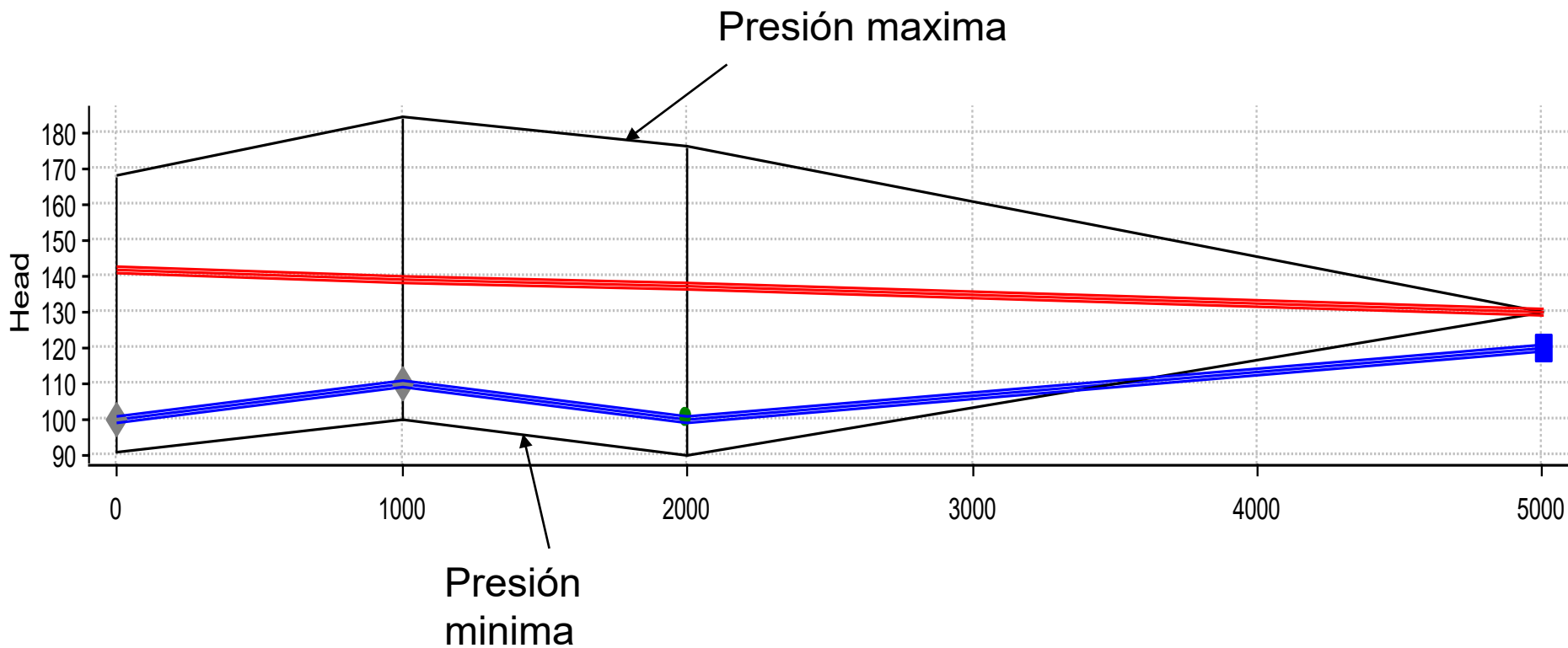
Parada de la bomba, sin control



Parada de la bomba, sin control



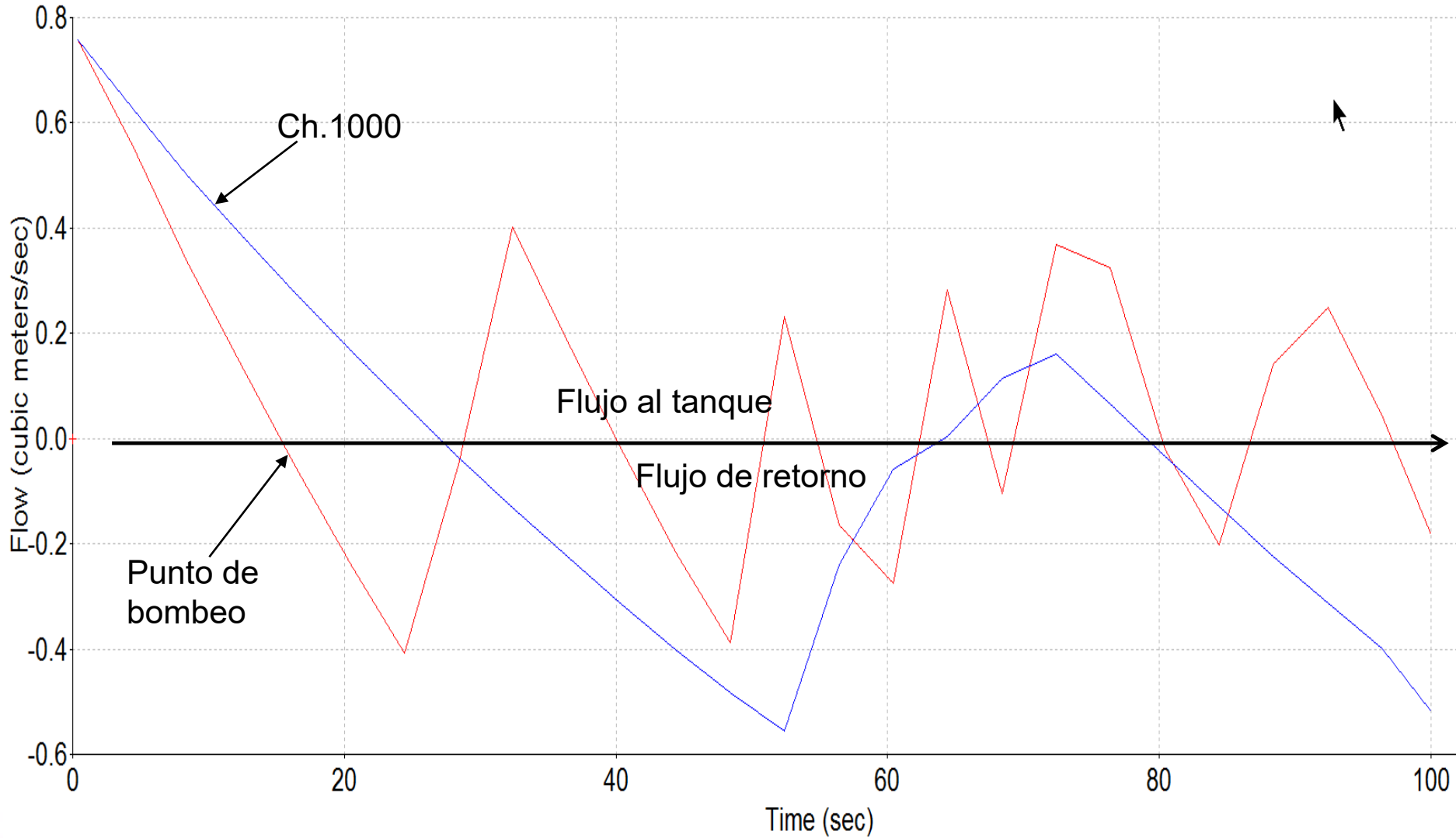
Parada de la bomba, sin control



Parada de bomba, sin control, Ch.1000



Parada de bomba, sin control. Caudales

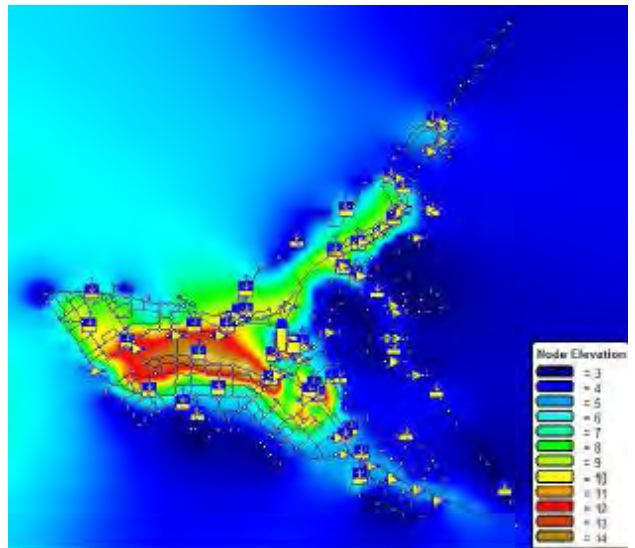
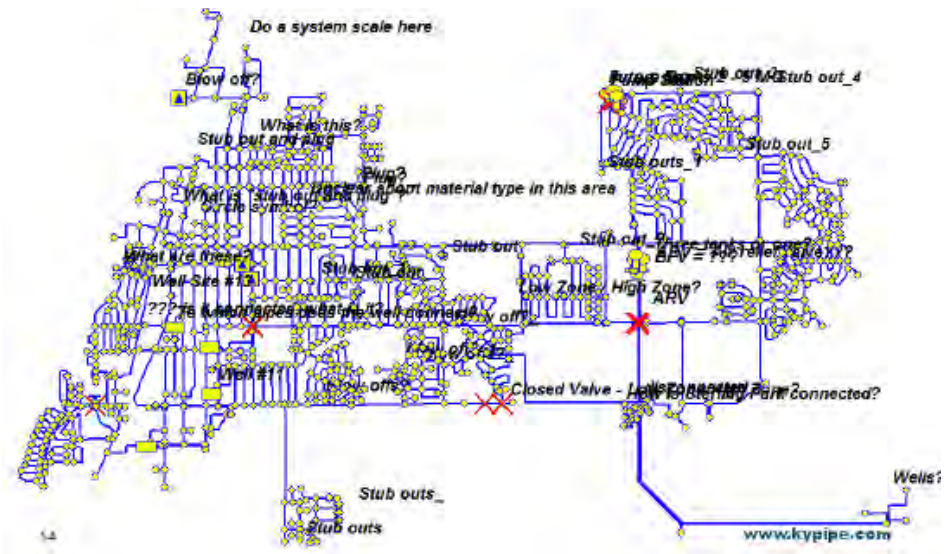


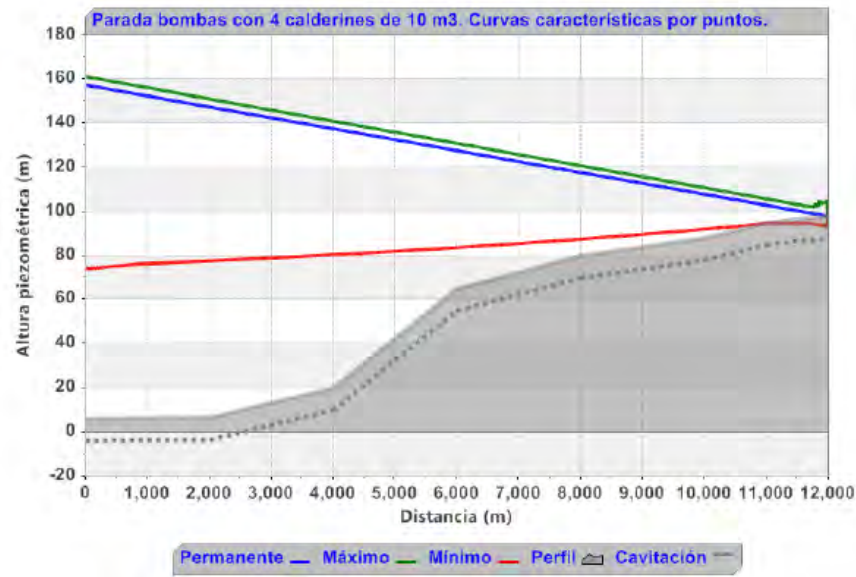
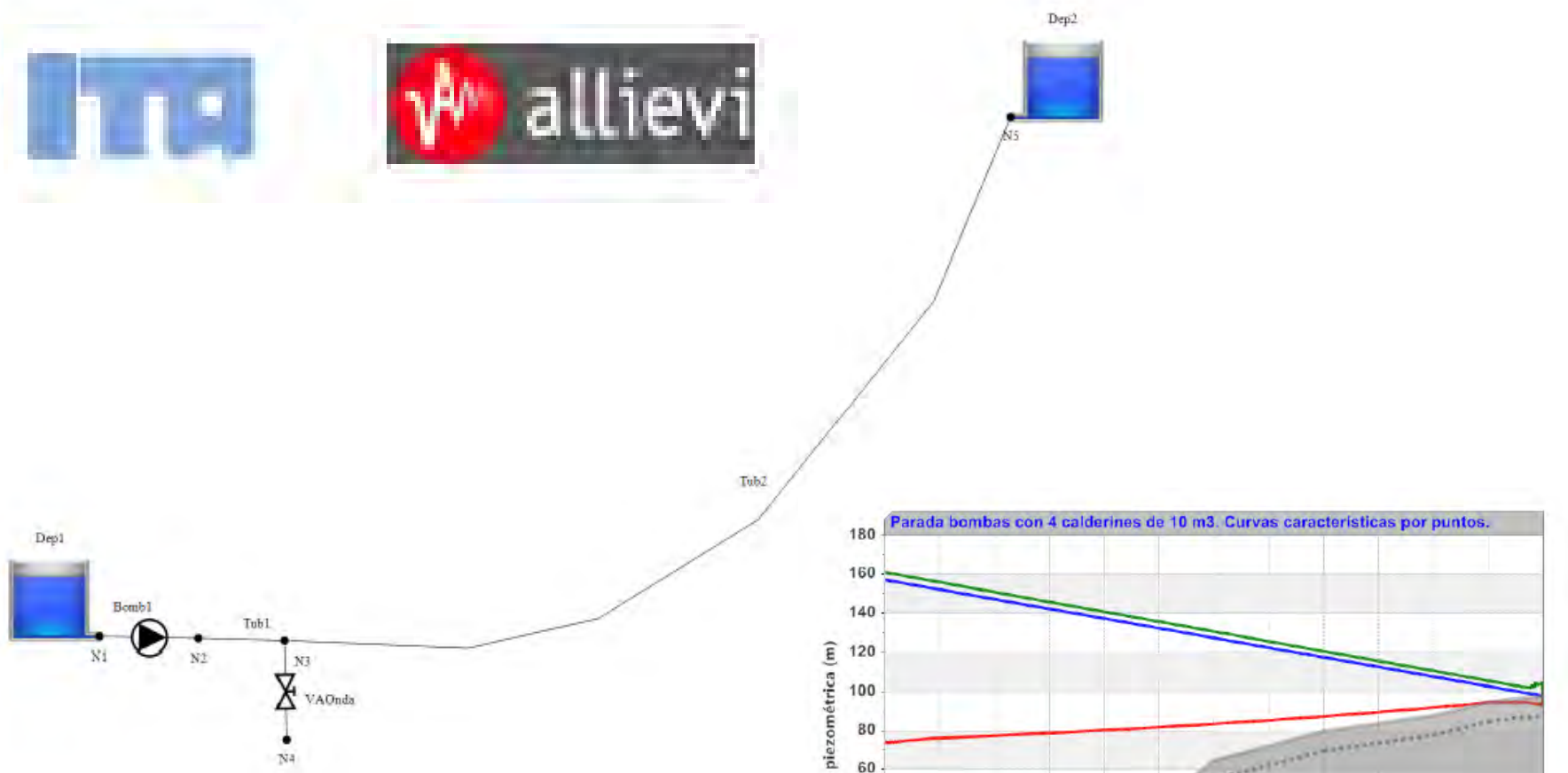
- PIPENET. Estados Unidos (www.sunrise-sys.com)
- HAMMER. Estados Unidos. (www.bentley.com)
- HYTRAN. Nueva Zelanda. (www.hytran.net/)
- IMPULSE. Estados Unidos. (www.aft.com)
- WANDA. Holanda. (www.deltares.nl/en/software/wanda/)
- FLOWMASTER. Estados Unidos (www.mentor.com/products/mechanical/flowmaster/)
- SURGE2000. Estados Unidos (<http://kypipe.com/>)
- LIQT. Estados Unidos (www.dnvgi.com)
- TRANSAM. Canada. (<http://hydratek.com>)
- SALTO. Francia. (<http://www.cebelmail.fr>)
- WATHAM. Australia. (www.hcp.net.au) ventosas Ven-o-Mat

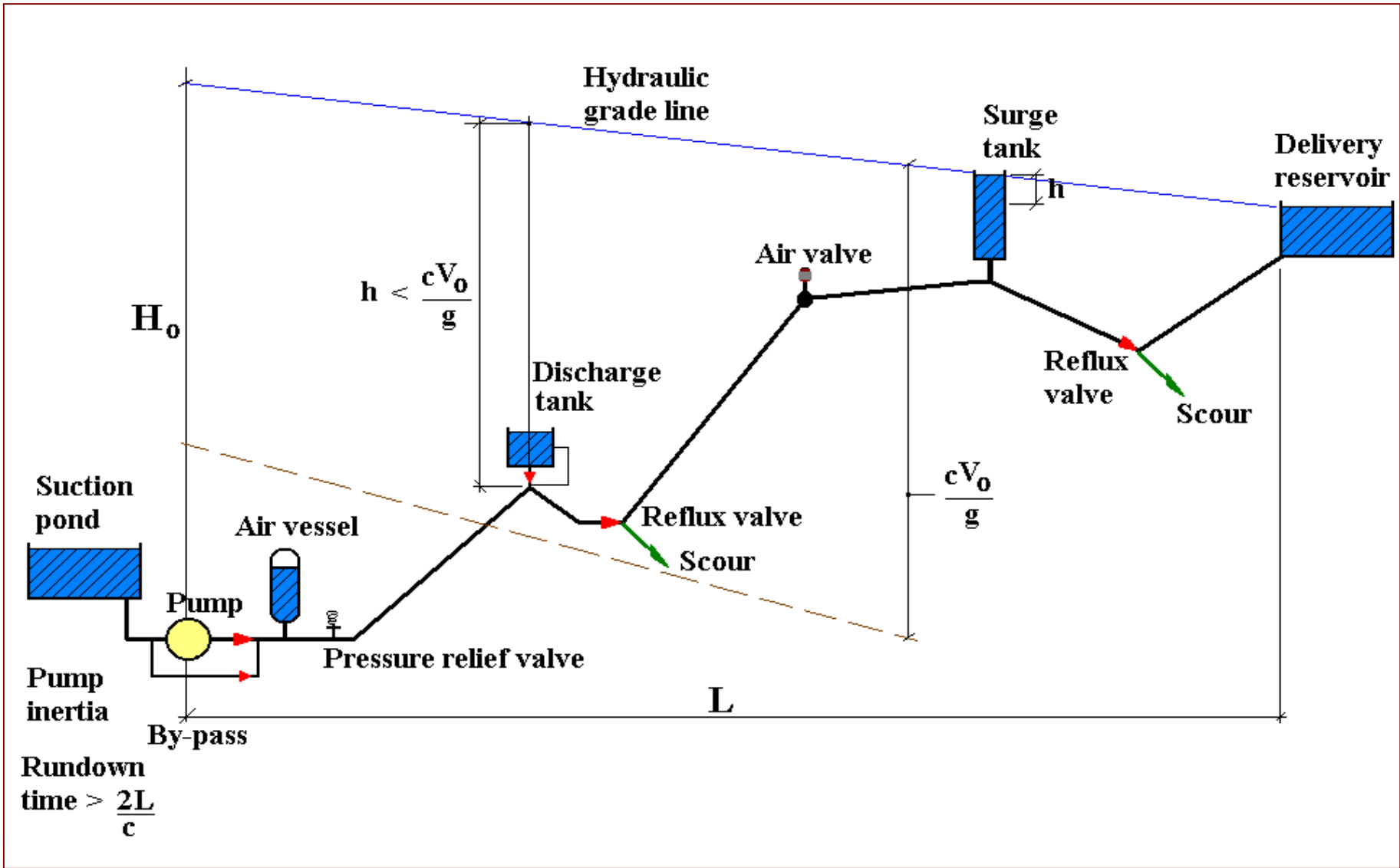


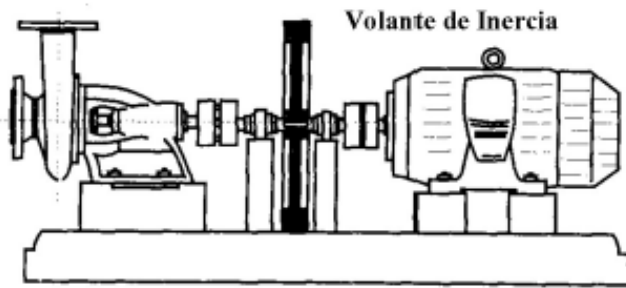
KYPIPE

PIPE 2012

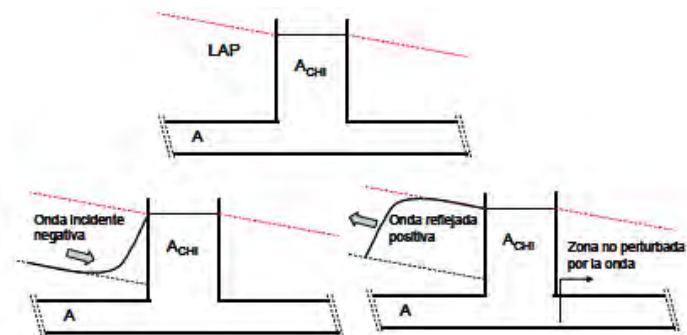
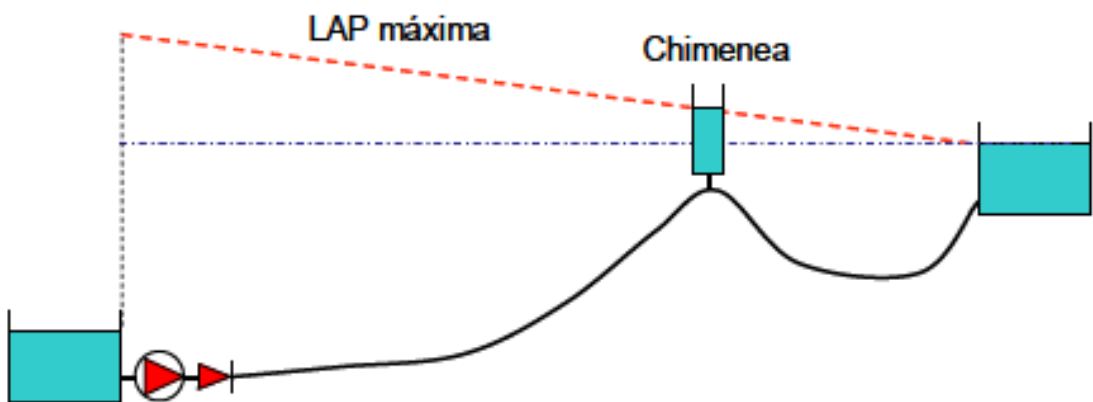
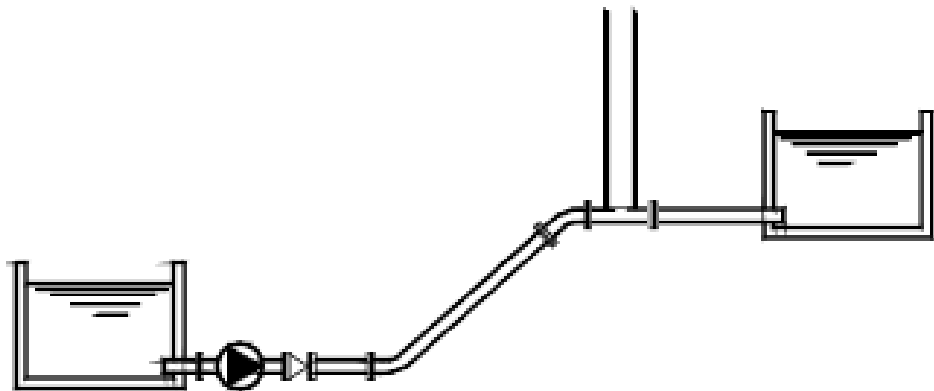








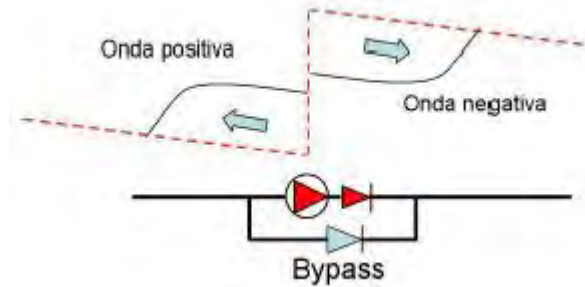
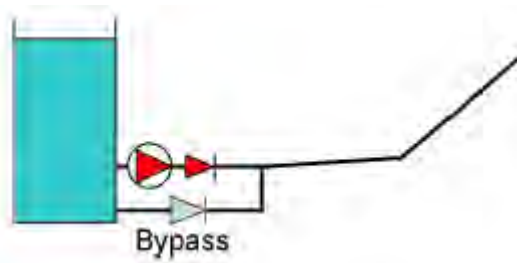
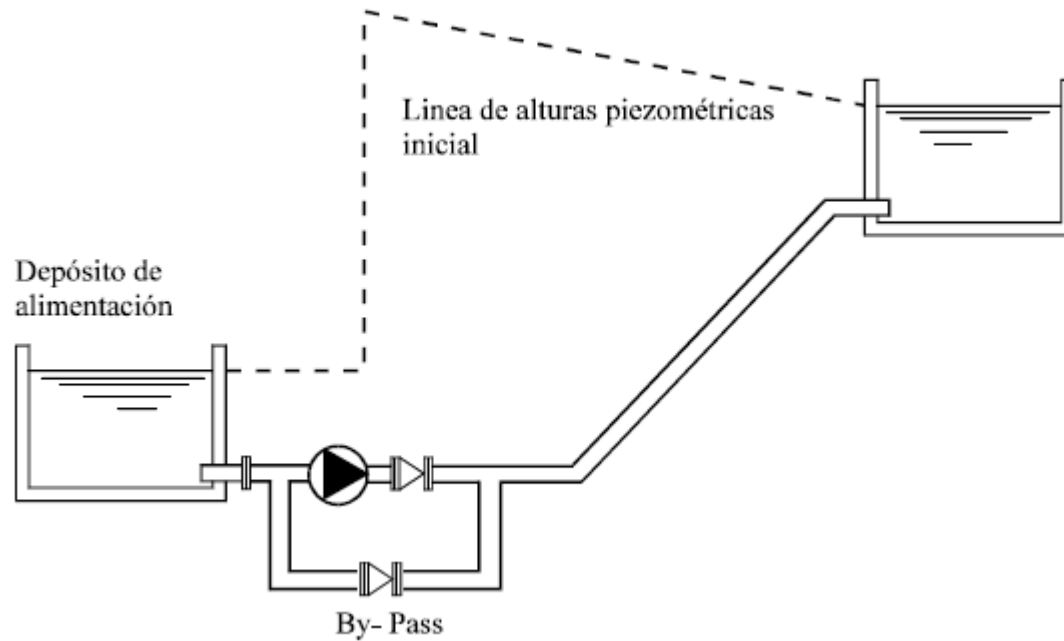
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CHIMENEAS DE EQUILIBRIO



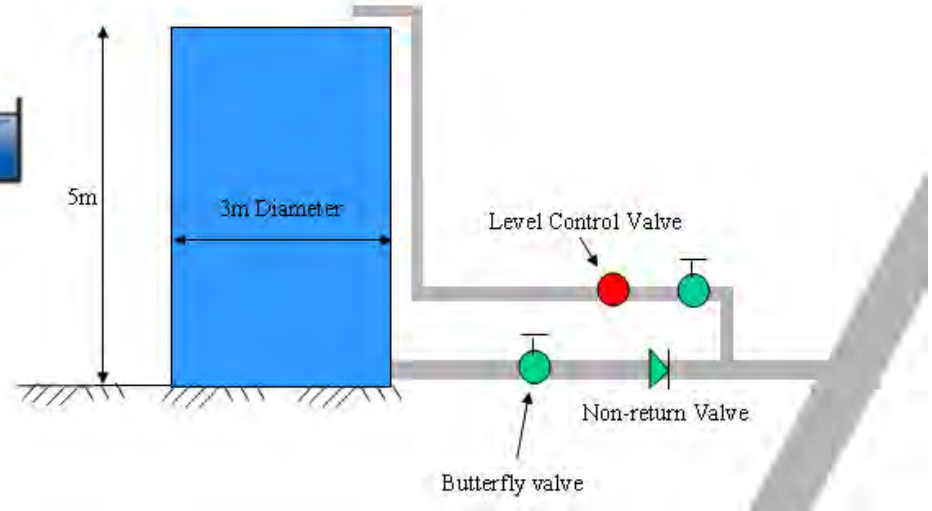
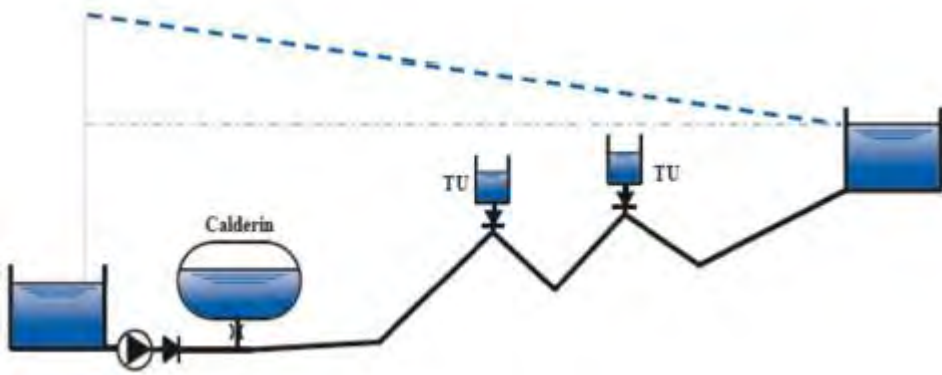




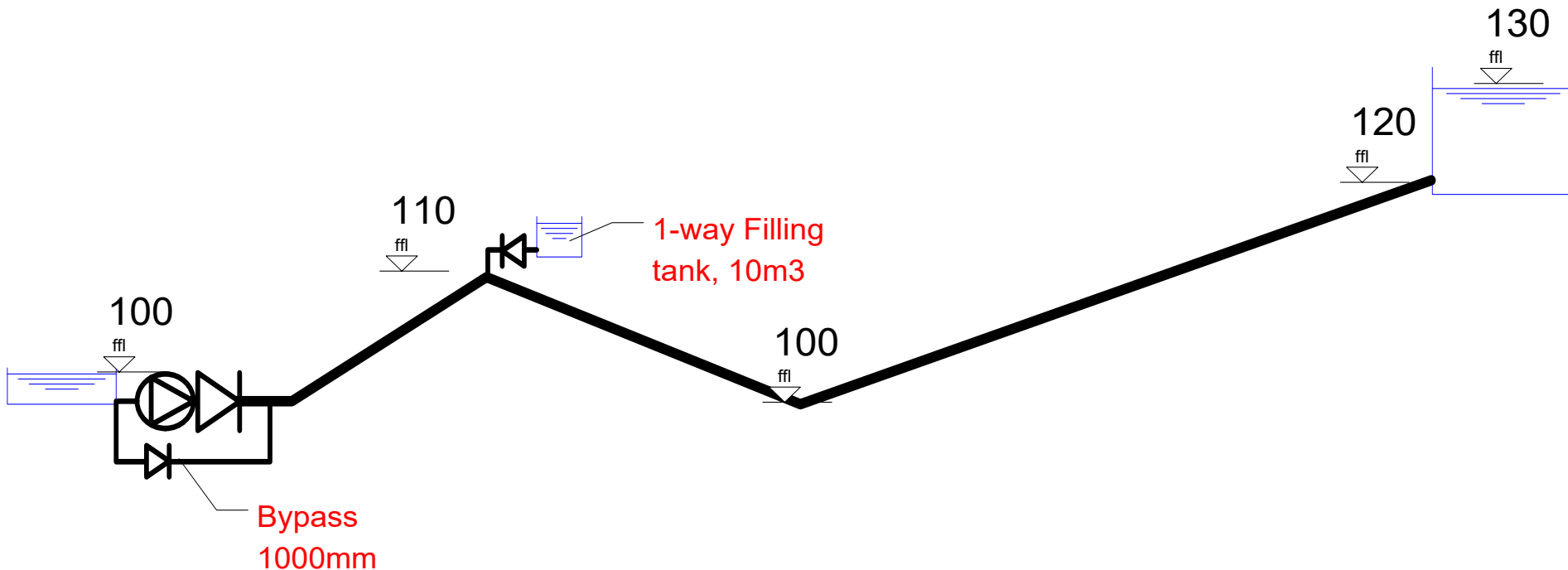
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN BY-PASS EN BOMBEO



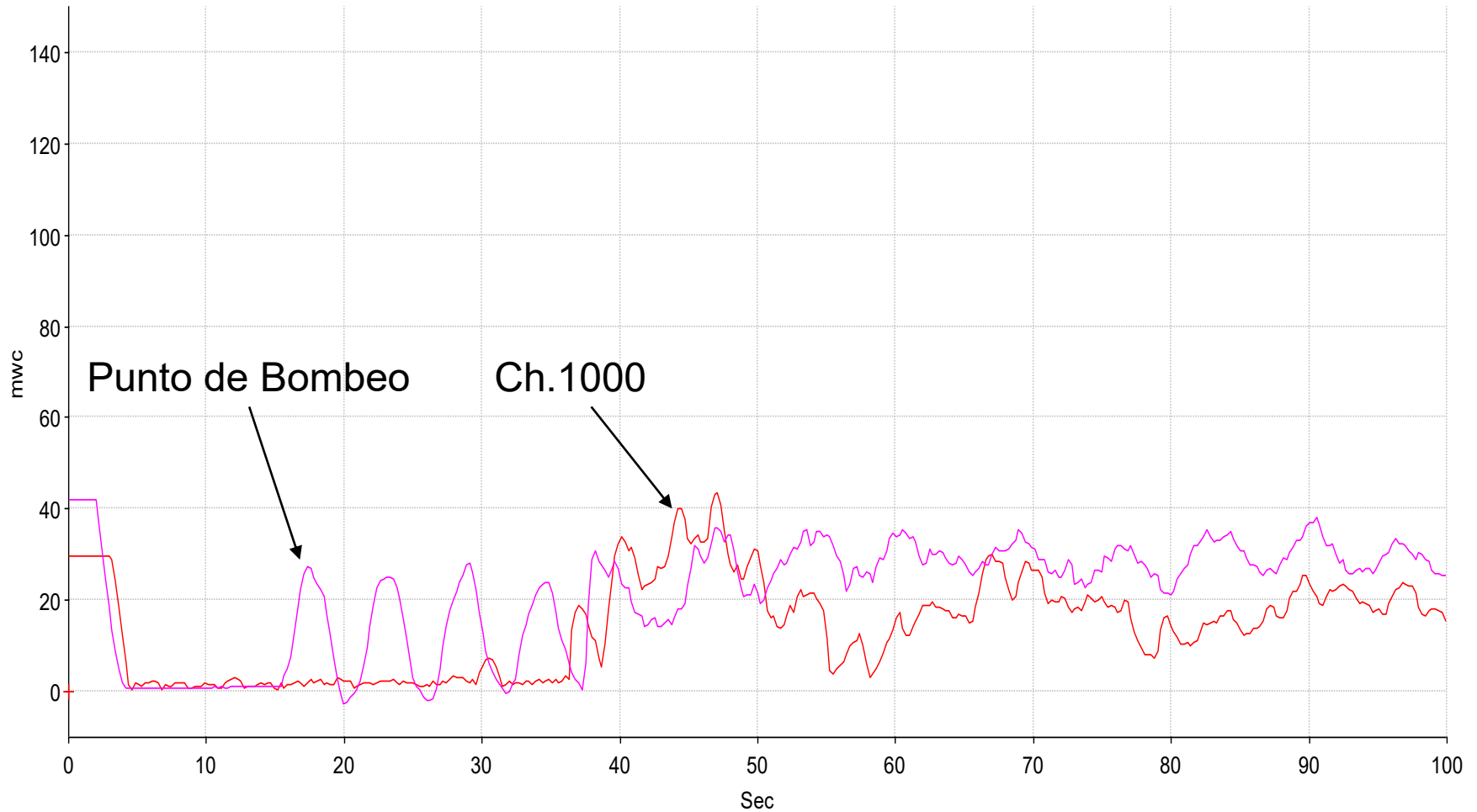
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN TANQUES UNIDIRECCIONALES



- a. **Previene** la presión negativa en el punto de bombeo, permitiendo el paso de agua a la tubería al bajar la presión de succión en la entrada de succión de la bomba.
- b. **Una válvula antirretorno**, cierra el bypass durante la operación de bombeo.

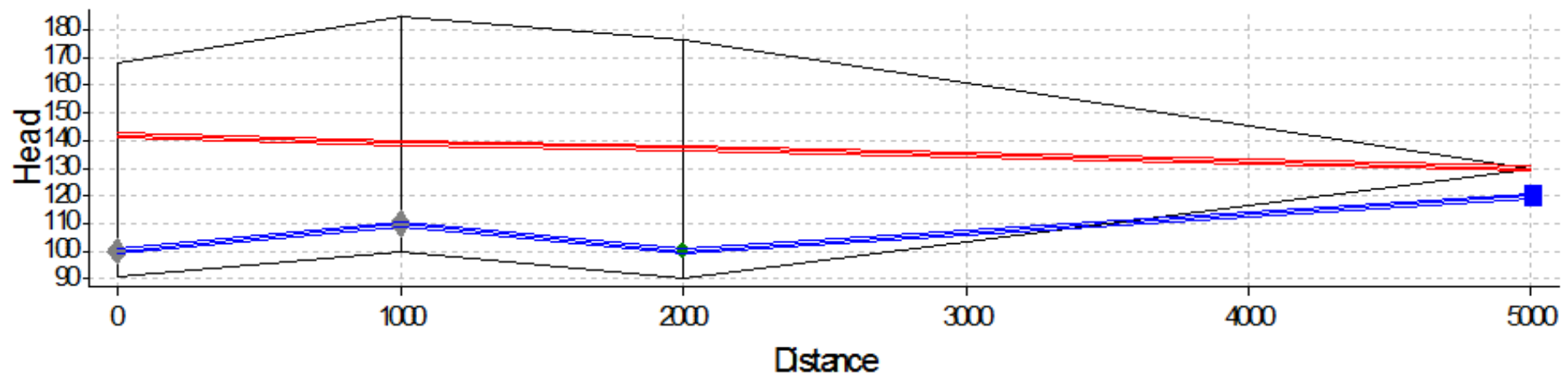


DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN TANQUES UNIDIRECCIONALES

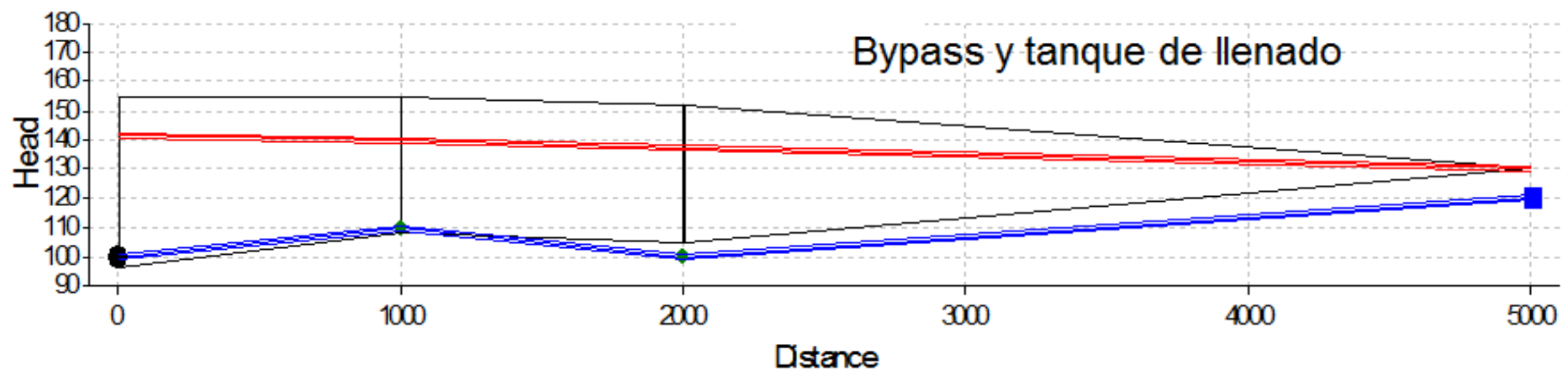


DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN TANQUES UNIDIRECCIONALES

Sin control



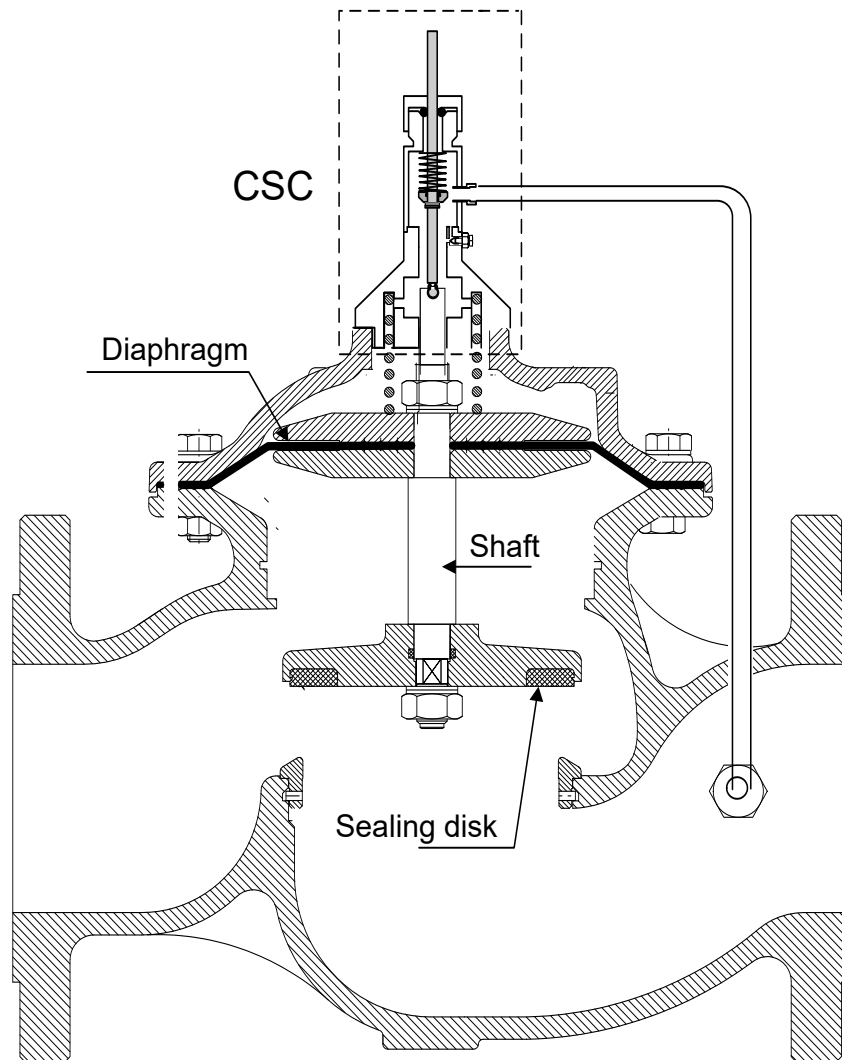
Bypass y tanque de llenado



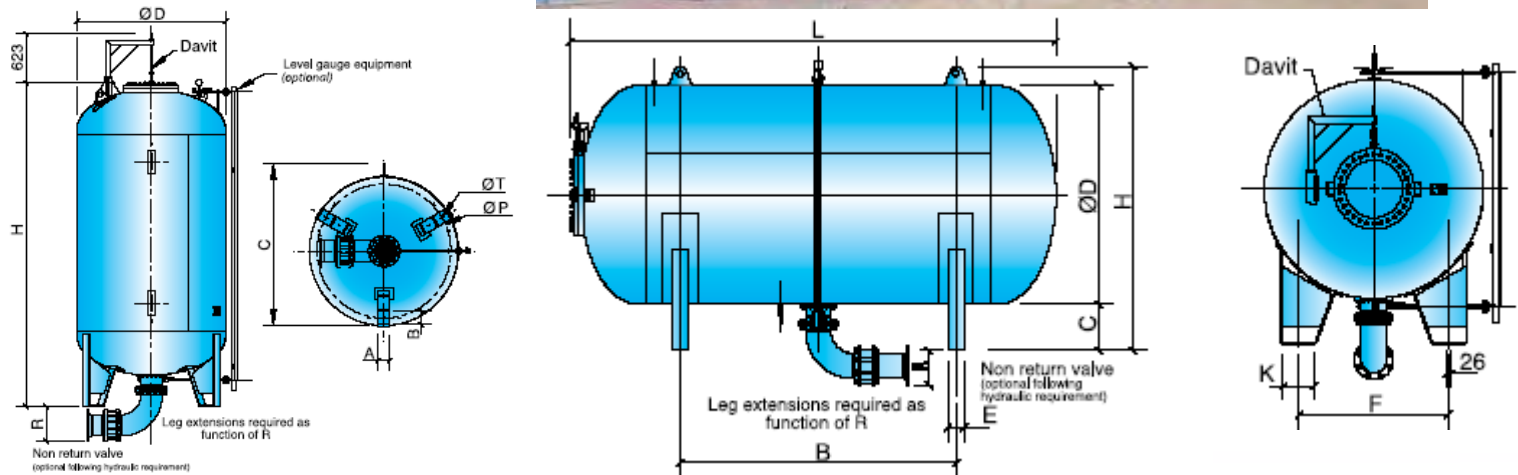


26.12.2005 14:43





DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE



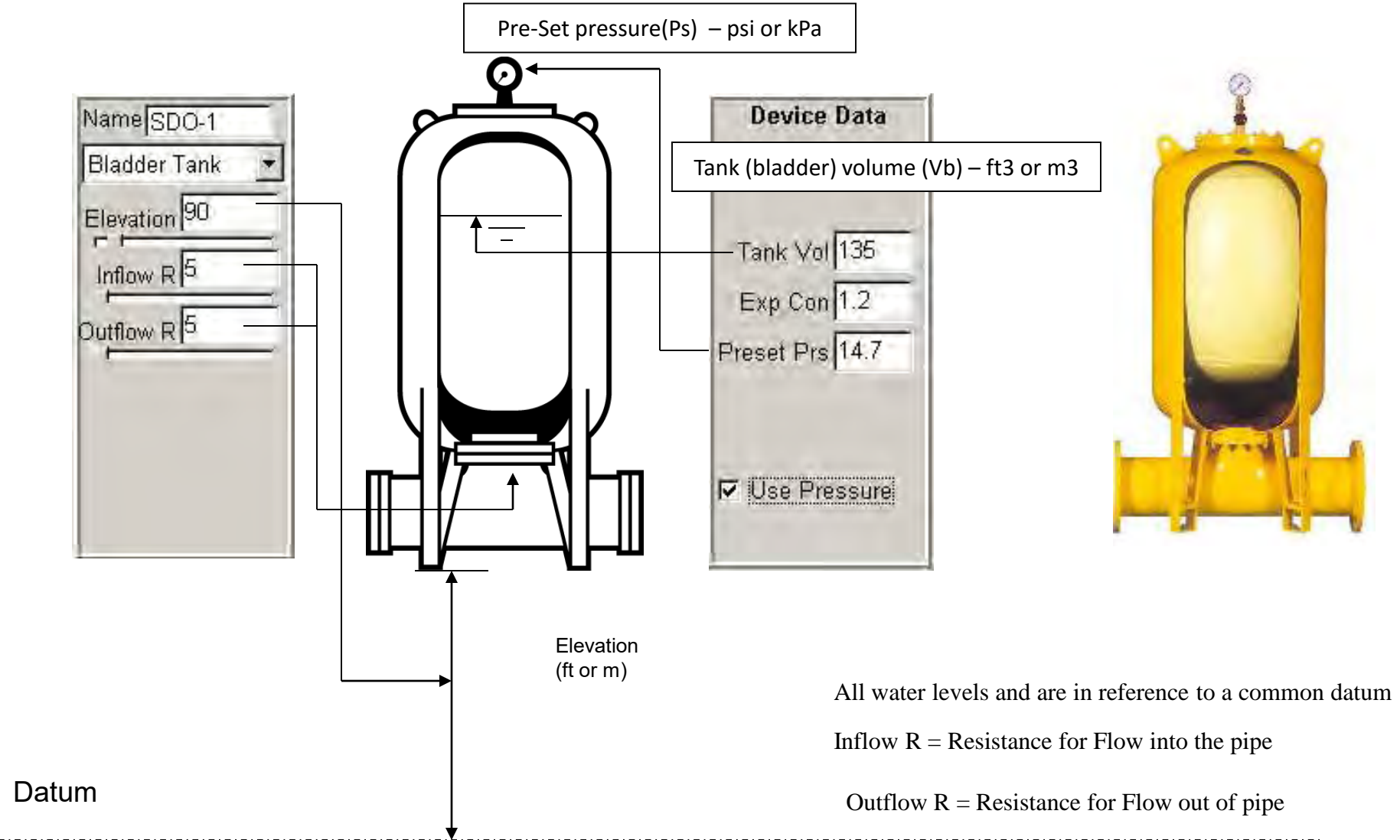


DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE CALDERINES DE VEJIGA

- ... Á. ...
- ... : ...
- ... Ó. ...
- ... Ó. ... Á.
- ... Ó.
- ... Ó.
- ... Á. ... Á.
- ... Ó. ...



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE



All water levels and are in reference to a common datum

Inflow R = Resistance for Flow into the pipe

Outflow R = Resistance for Flow out of pipe

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE CALDERINES DE VEJIGA

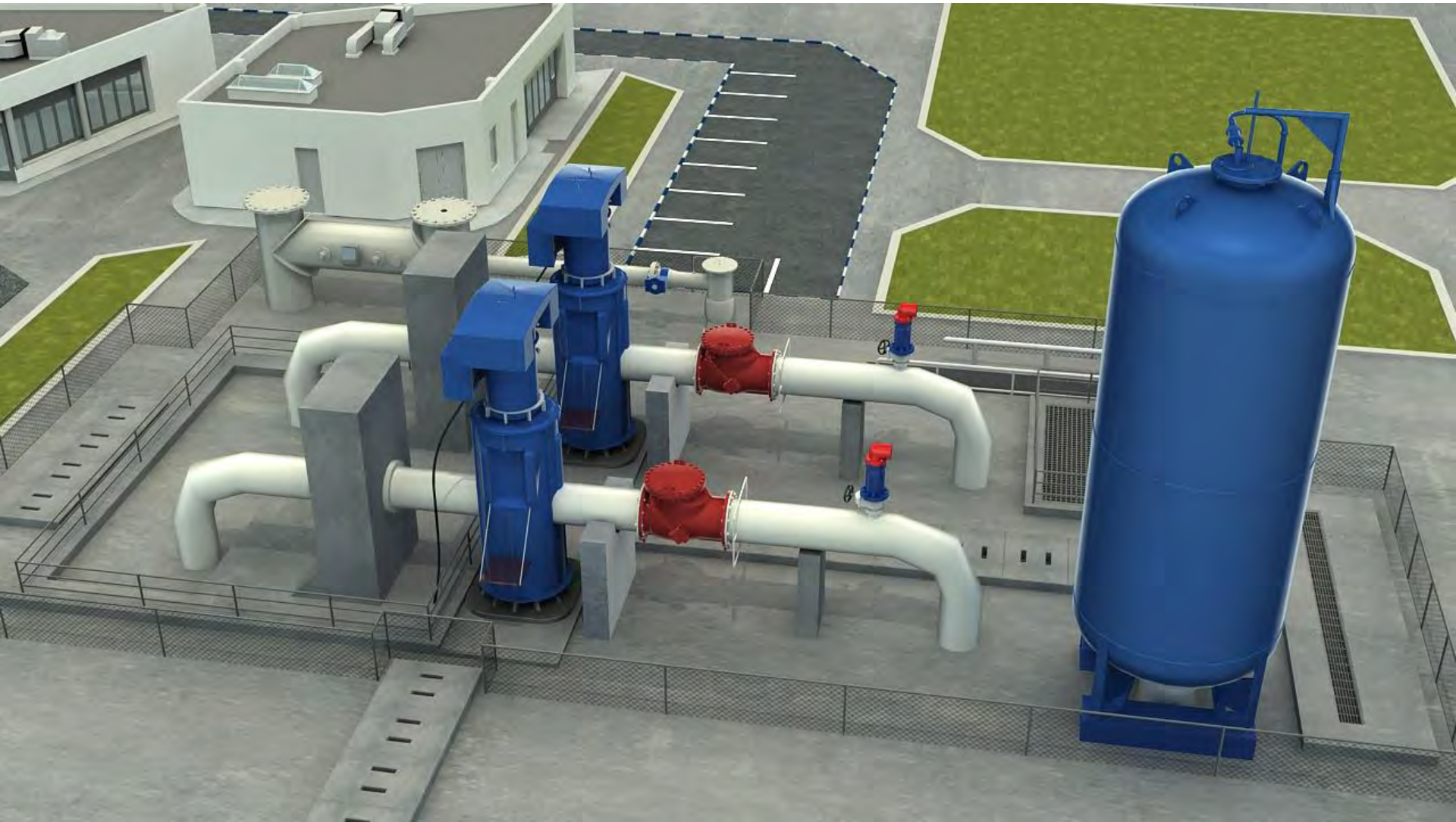


DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE CALDERINES DE VEJIGA



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE CALDERINES DE VEJIGA



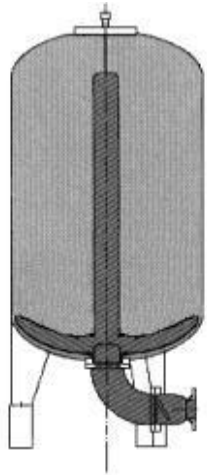




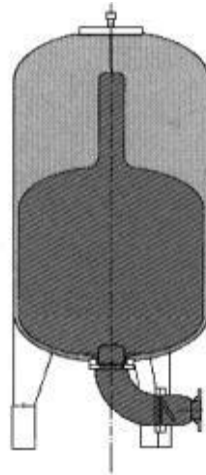




OPERACIÓN DE UN TANQUE ANTIARIETE DE VEJIGA PARA AGUA LIMPIA



Se ajusta la precarga de aire o gas a la presión de diseño



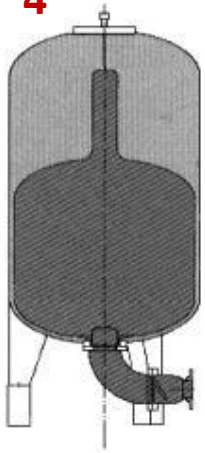
Se abre la válvula de corte que aísla el tanque de la conducción general, permitiendo la entrada de agua.



El aire o gas se comprime hasta llegar al punto de equilibrio durante el régimen permanente de la instalación .

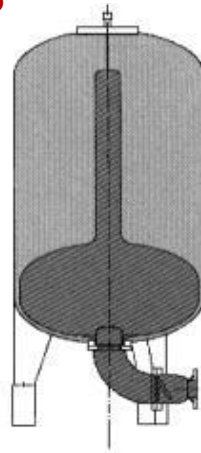
OPERACIÓN DE UN TANQUE ANTIARIETE DE VEJIGA PARA AGUA LIMPIA

4



Parada del bombeo, el aire se expande y el agua es descargada dentro de la conducción

5



El sistema se comporta como un resorte y continuará oscilando ligeramente

6



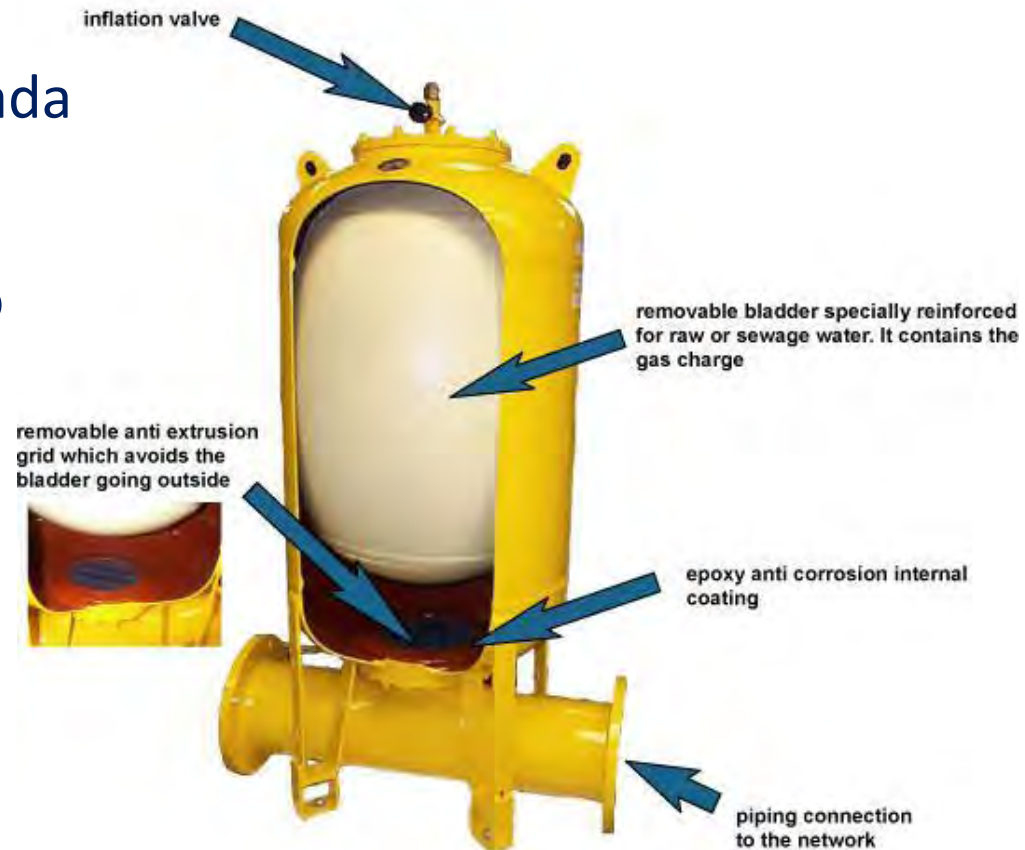
Rearme de las bombas hasta alcanzar el punto de trabajo



EUV para Desagües y Aguas Servidas

Solo en instalación Vertical

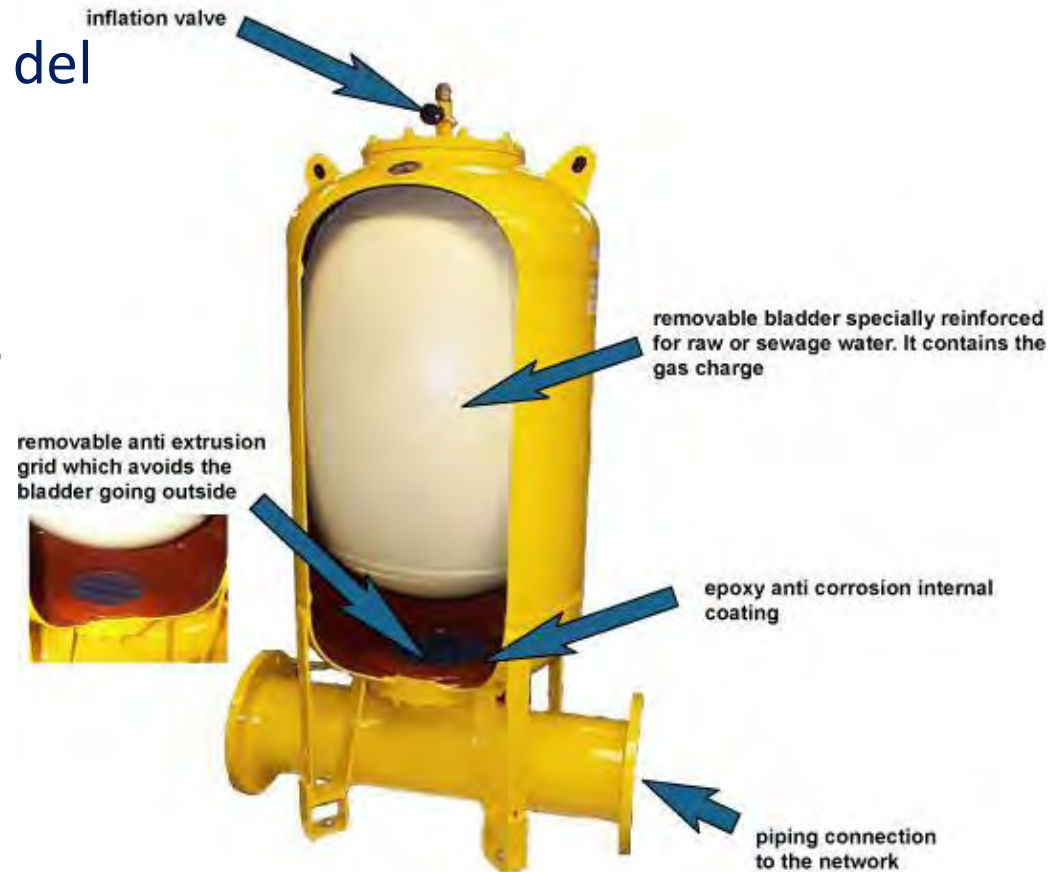
- La vejiga es invertida y conectada a la parte superior del tanque
- El gas precargado es contenido dentro de la vejiga



EUV para Desagües y Aguas Crudas

Solo en instalación Vertical

- Desagüe es contenido dentro del tanque.
- La configuración vertical, y el desagüe dentro del tanque, permiten evitar problemas de sedimentación



Operación del Tanque de Vejiga EUV para desagües y aguas servidas

1

Se ajusta la presión de pre-carga

La vejiga ocupa todo el volumen del tanque

2

Conexión a la red.

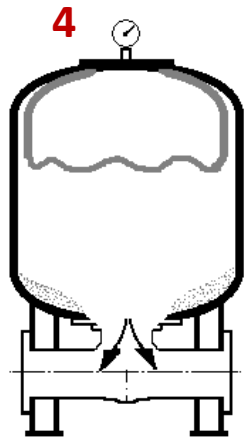
Líquido ingresa al tanque bajo condiciones estáticas.

Gas empieza a ser comprimido

3

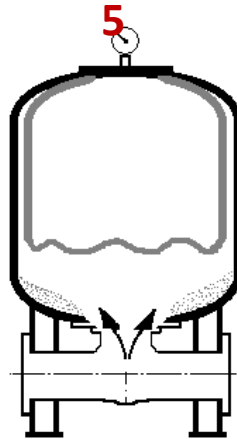
El gas será comprimido hasta que se alcance un balance entre la presión del fluido y el gas comprimido

Operación del Tanque de Vejiga EUV para desagües y aguas servidas

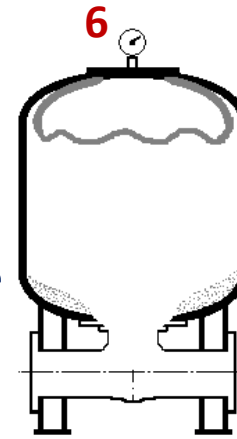


4 Falla de Bomba

Agua es descargada desde el tanque al sistema



5 Diversas oscilaciones ocurrirán antes de que se alcance equilibrio estático

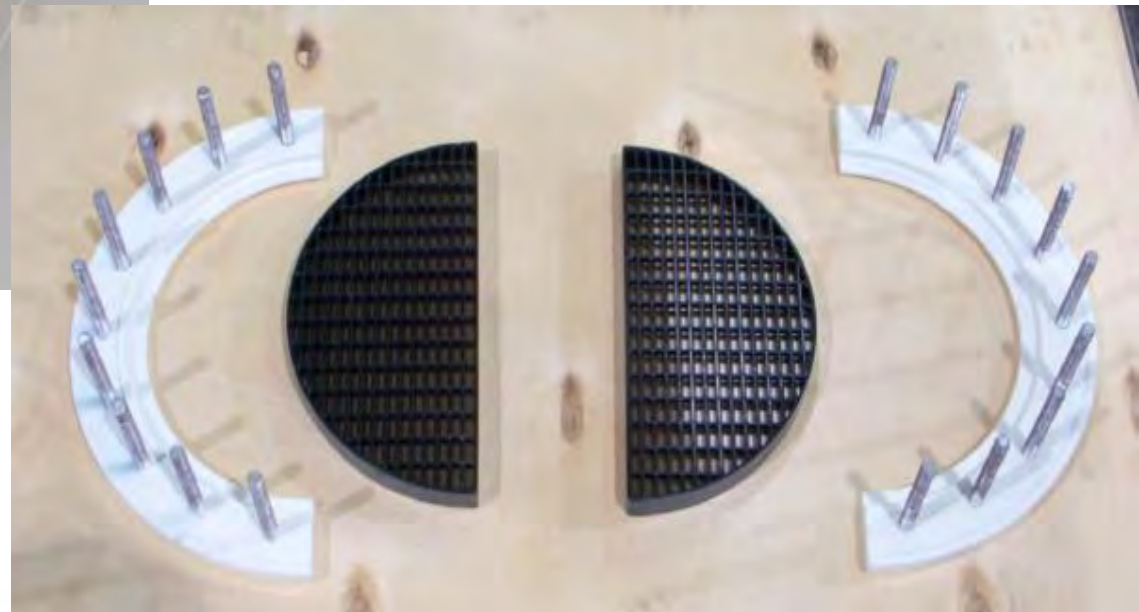


6 Arranque Bomba

Tanque volverá a llenarse hasta que se alcancen las condiciones estables de operación



Rejilla anti-extrusion y sistema de sujeción



Sistemas de monitorización y control



Pantalla electrónica



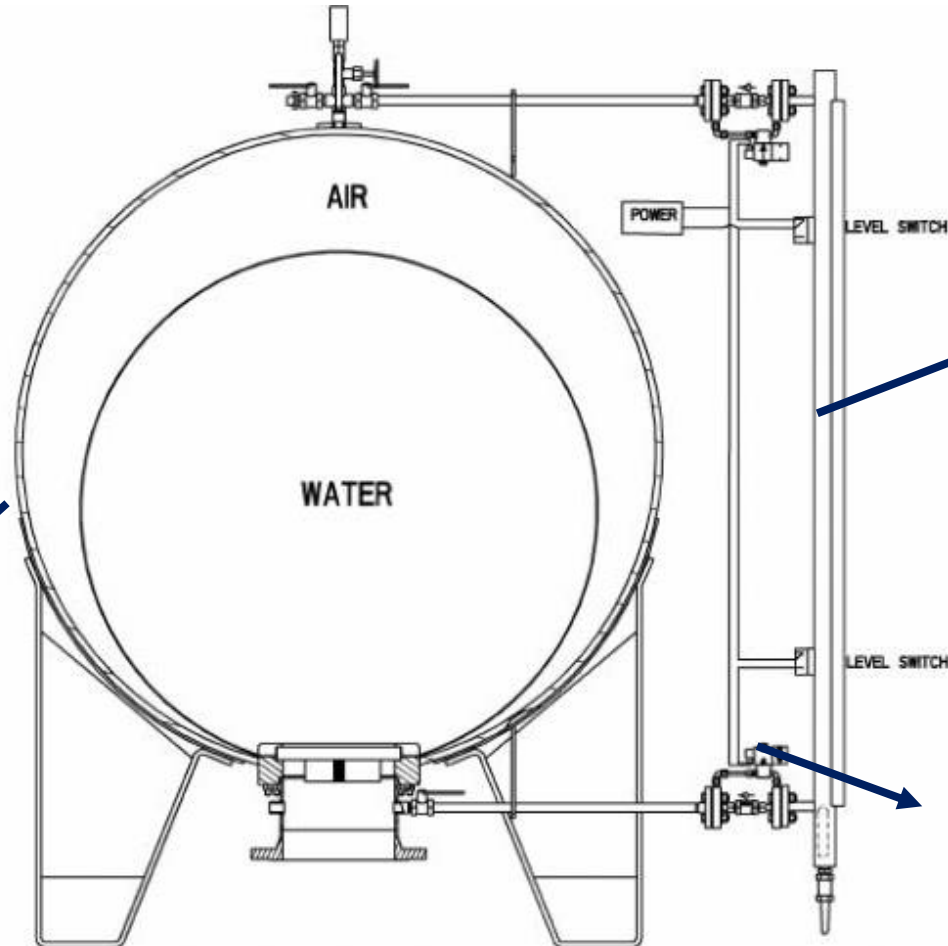
Juntas flexibles



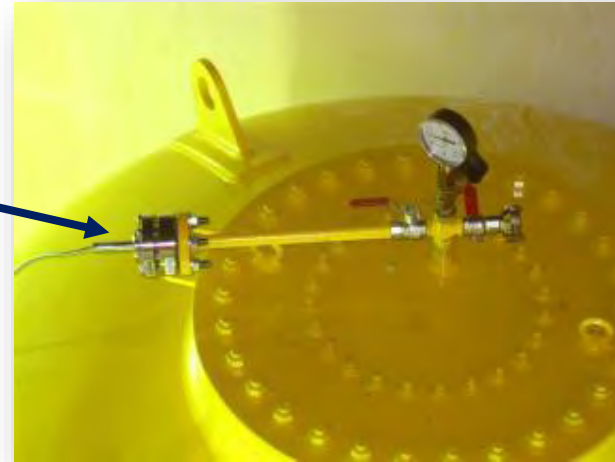
Sensor de peso



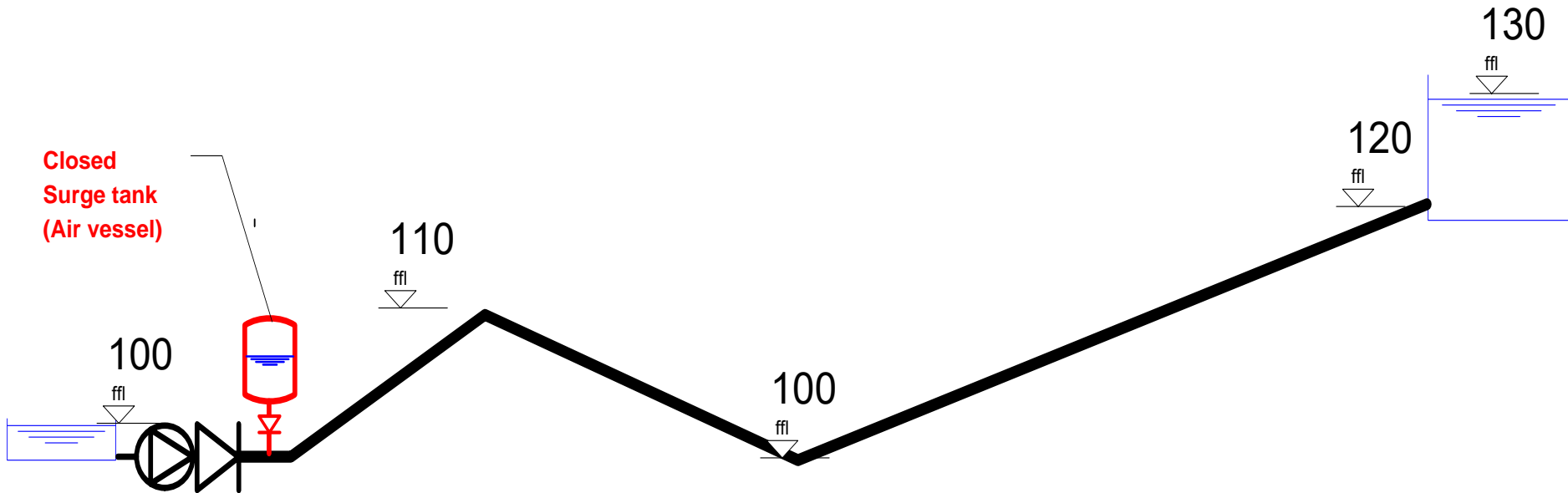
Sensor de Nivel Magnético



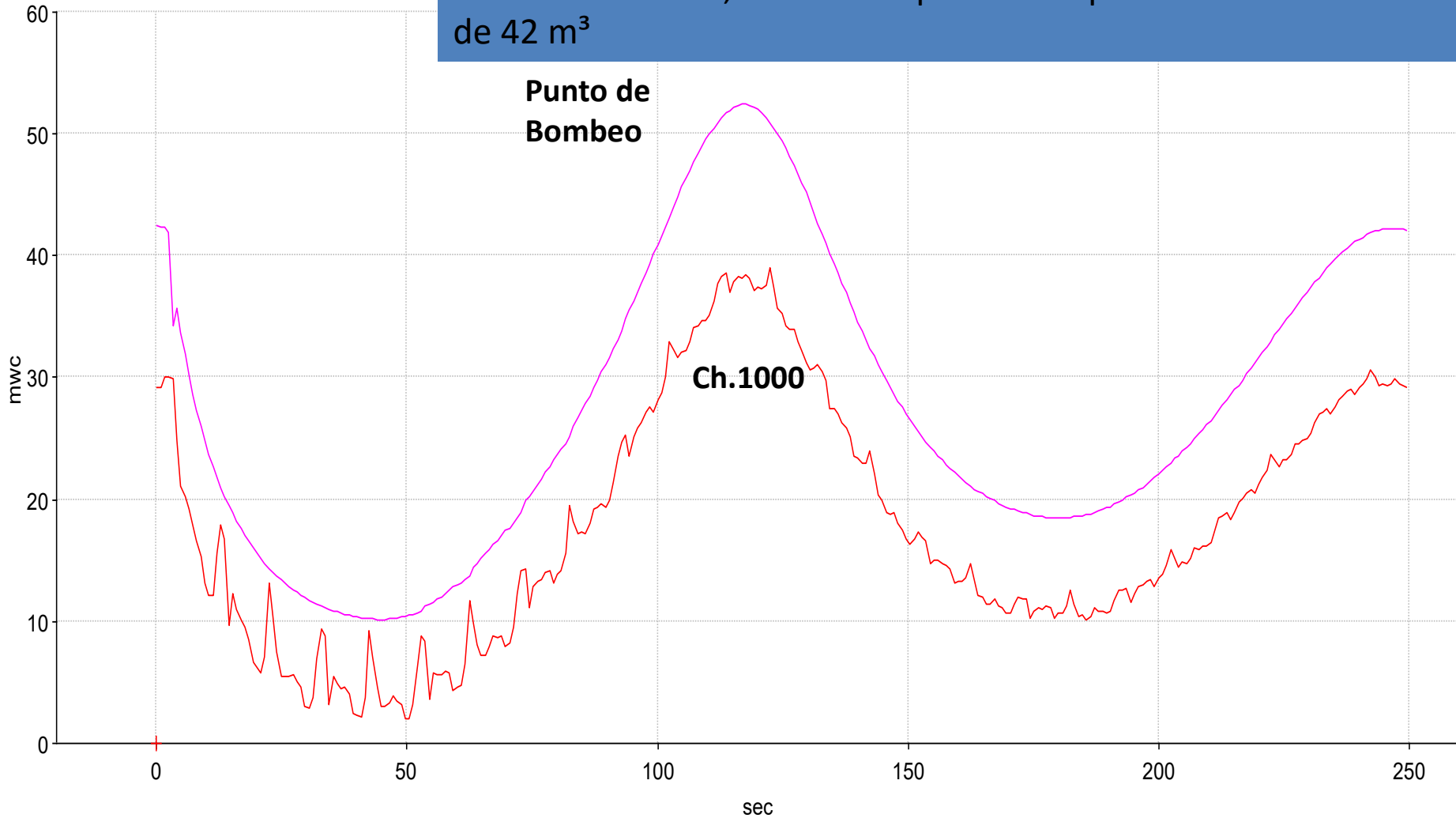
Transmisor de Nivel por presión diferencial



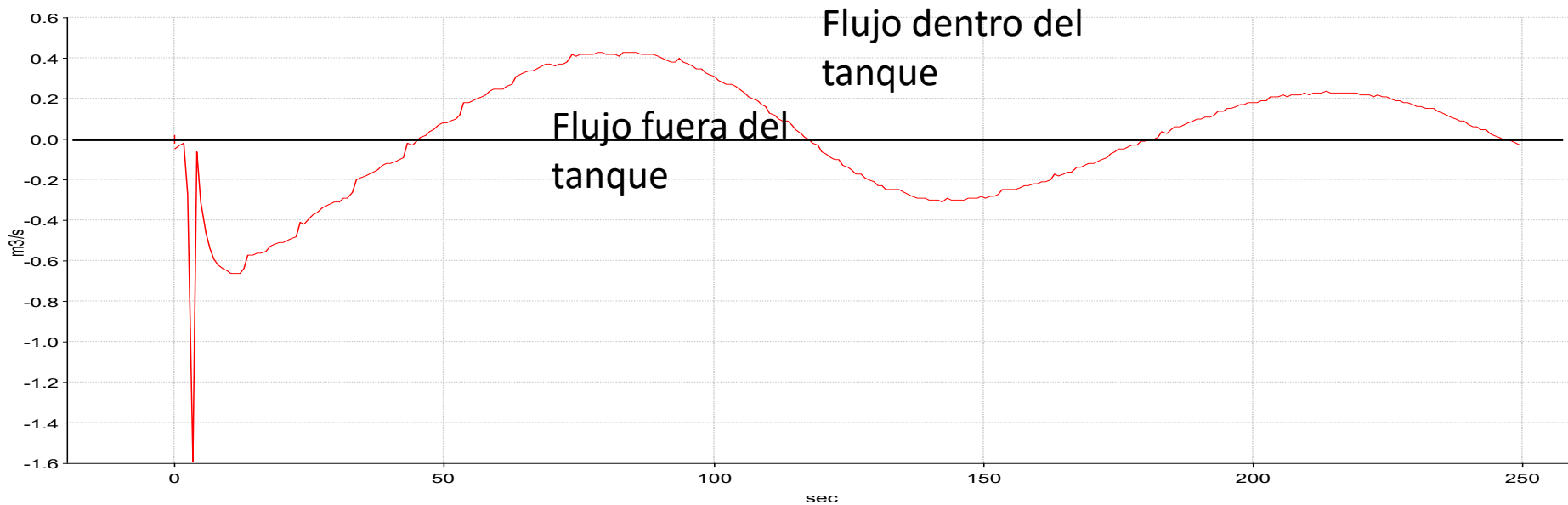
Parada de bomba, controlada por un tanque antiarriete cerrado (Air vessel)



Parada de bomba, controlada por un tanque antiariete cerrado de 42 m³

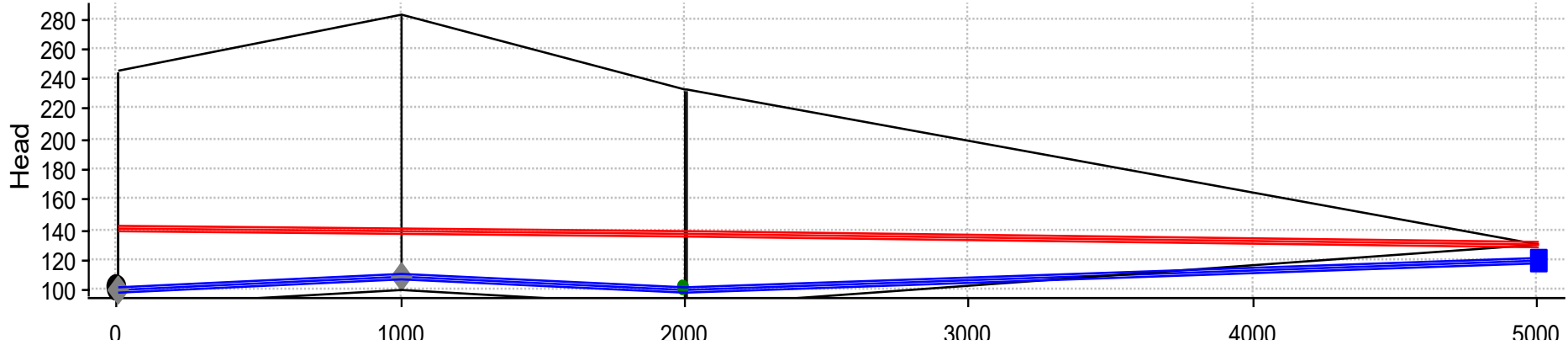


DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CALDERINES ANTIARIETE

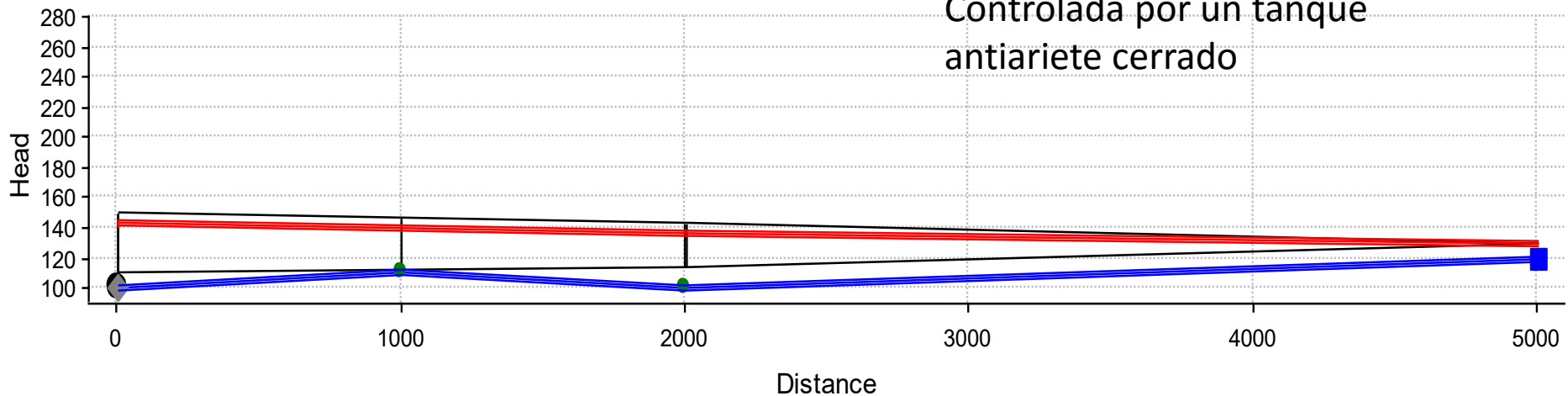


Parada de bomba, controlada por un tanque antiariete cerrado (Air vessel)

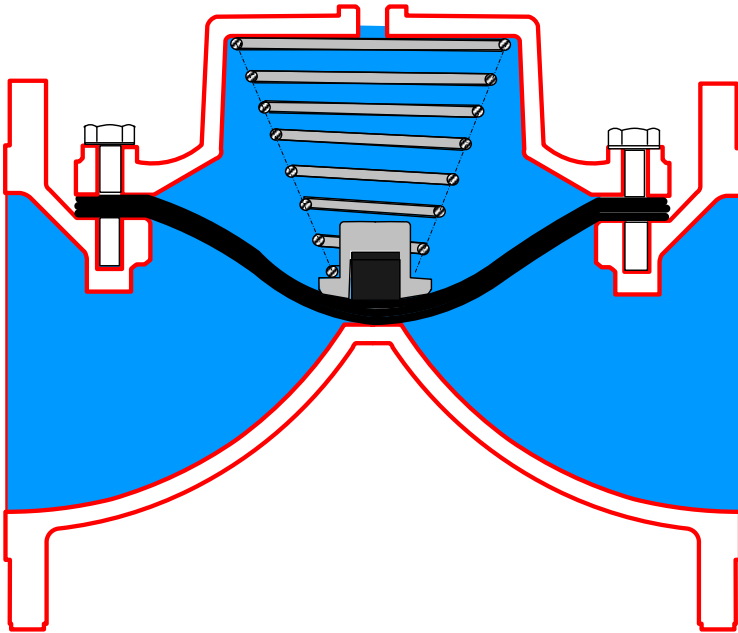
Sin control



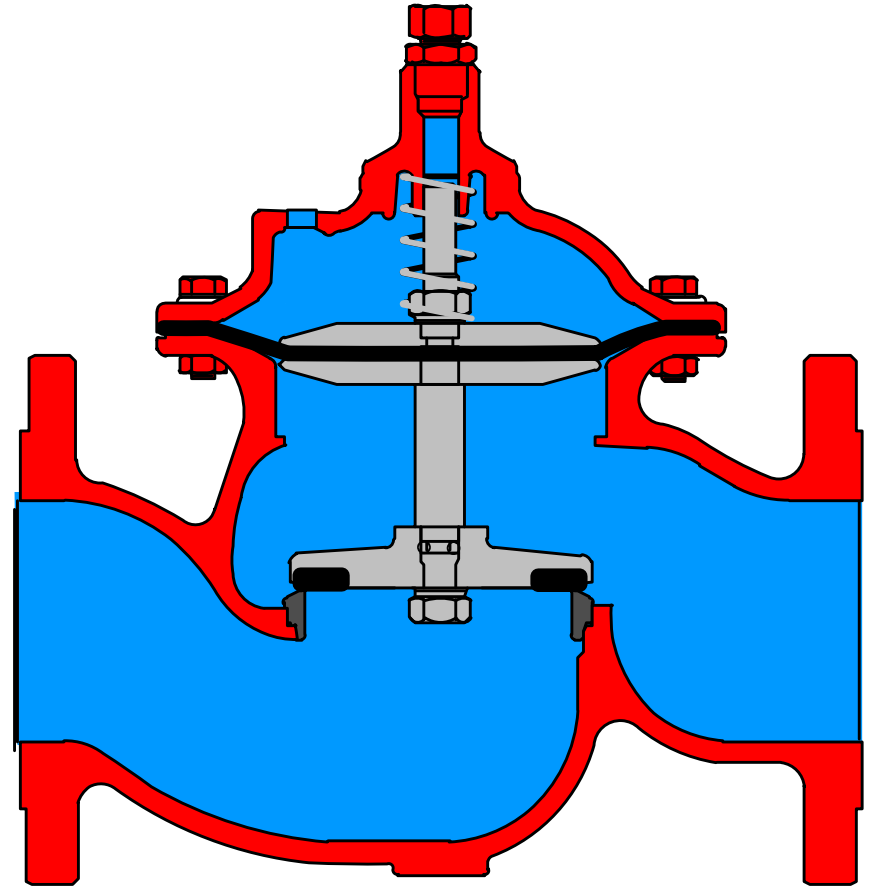
Controlada por un tanque antiariete cerrado





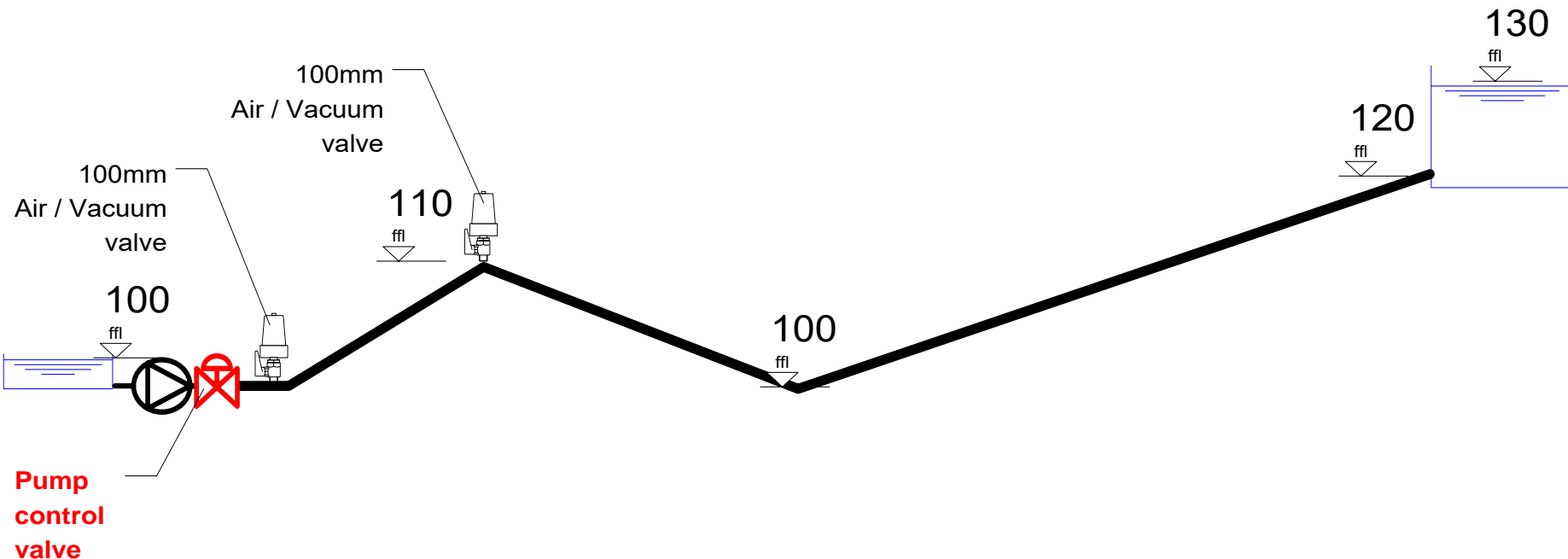


Tipo cierre por diafragma

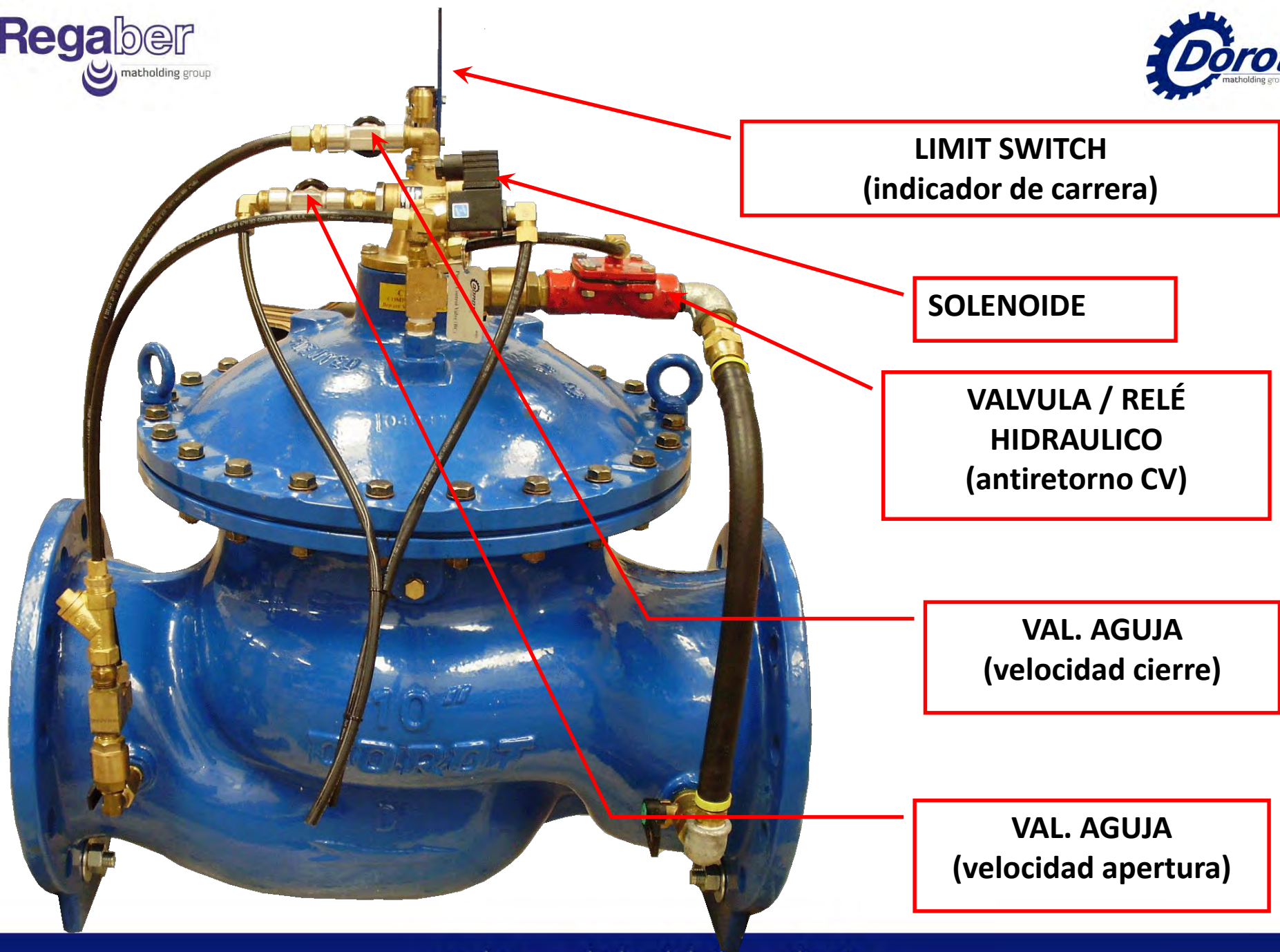


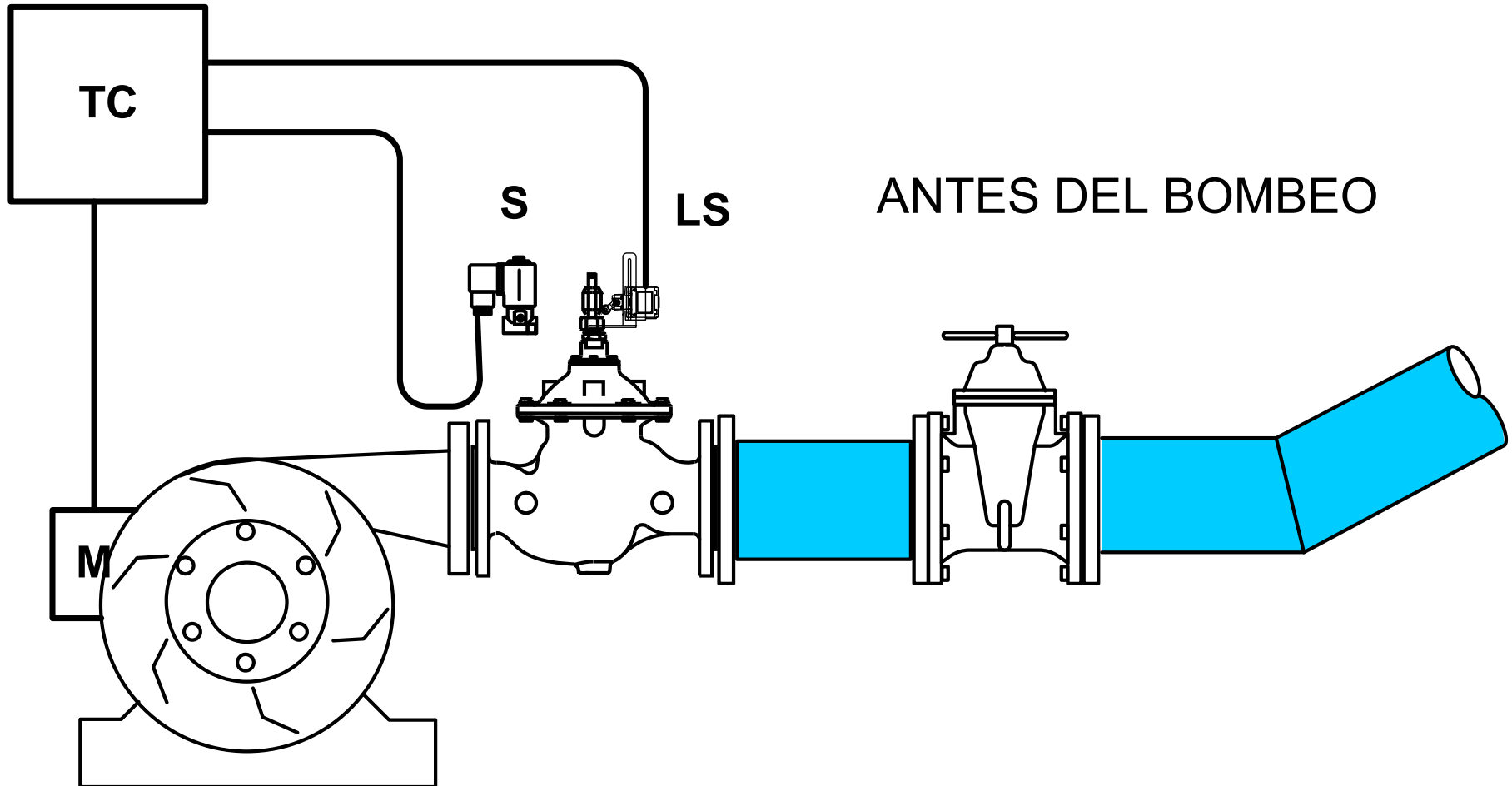
Tipo cierre por pistón

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS DE CONTROL DE BOMBEO

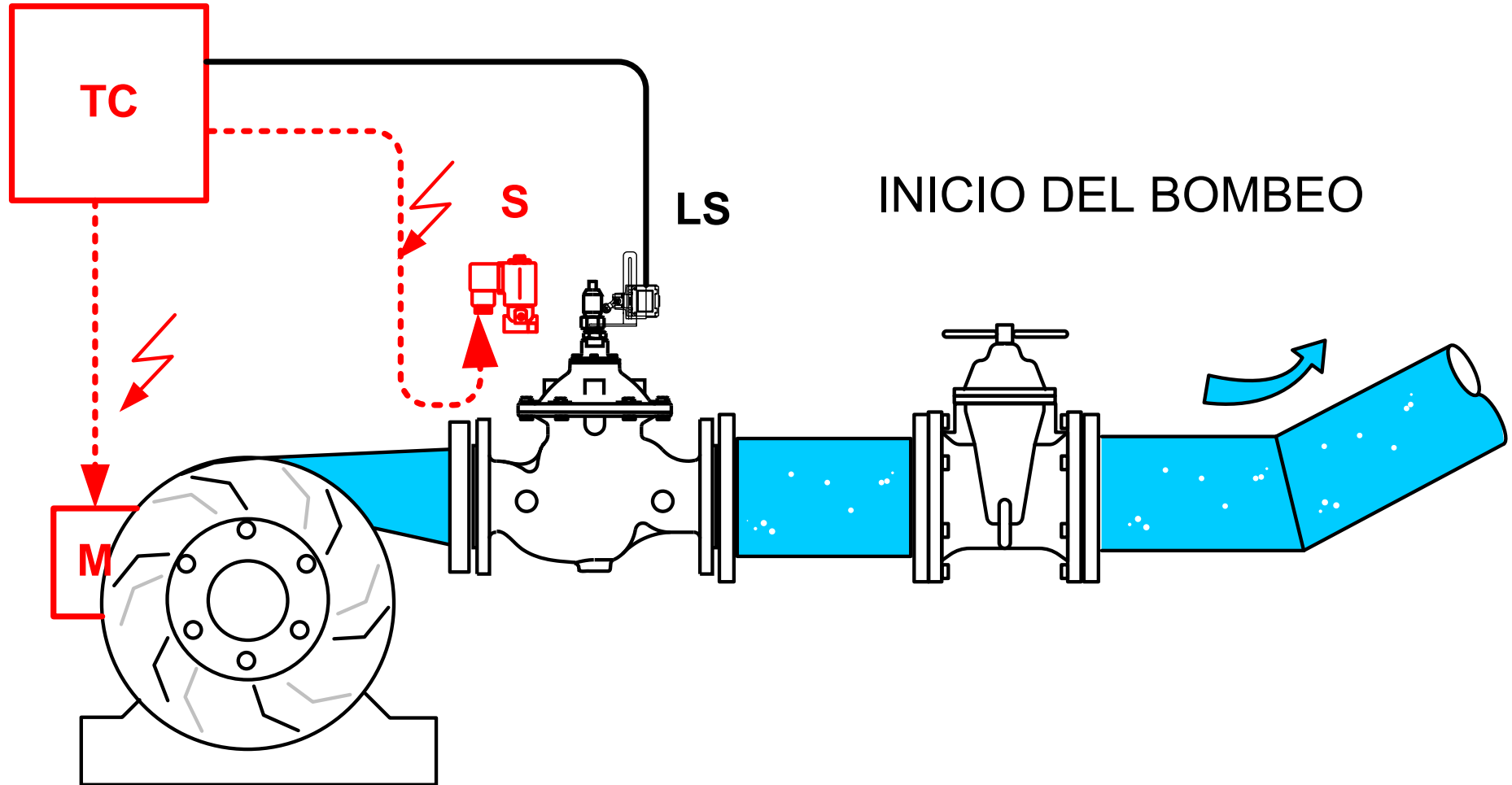


- a. Permanece en posición **cerrada** previo arranque de la bomba.
- b. **Abre** simultáneamente con la bomba, a velocidad controlada para prevenir la ola de arranque.
- c. Permanece **completamente abierta** mientras la bomba trabaja, con una mínima pérdida de energía.
- d. **Cierra lentamente**, antes que la bomba pare, reduciendo gradualmente el flujo.
- e. **Para el motor** de la bomba completando el cierre.
- f. Permanece cerrada, como una **válvula antirretorno**, después que la bomba ha parado.
- g. **Cierra inmediatamente** en caídas de energía, evitando así el retorno del flujo y giro inverso de la bomba.

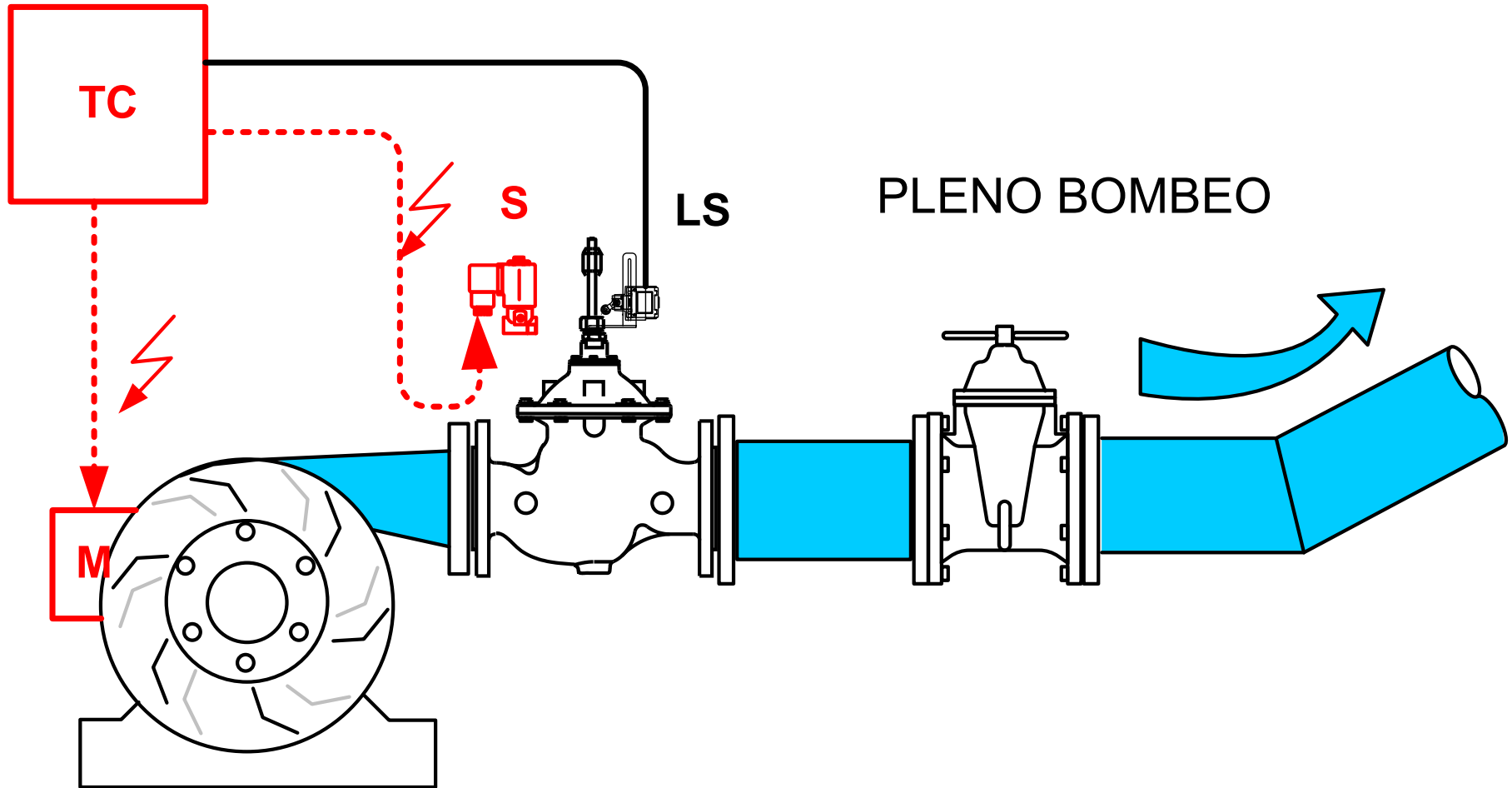




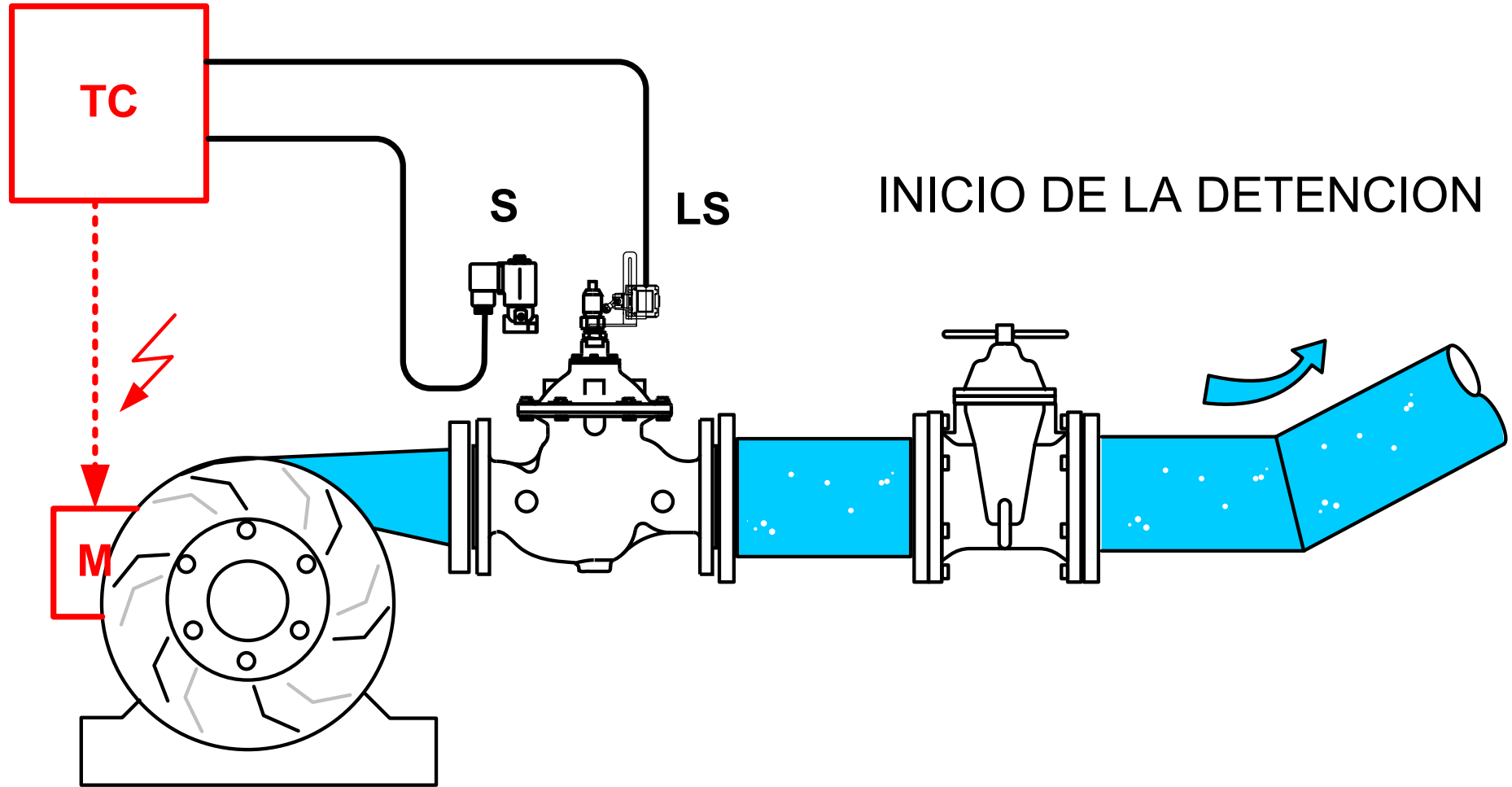
- la válvula esta totalmente cerrada, operando con válvula de retención



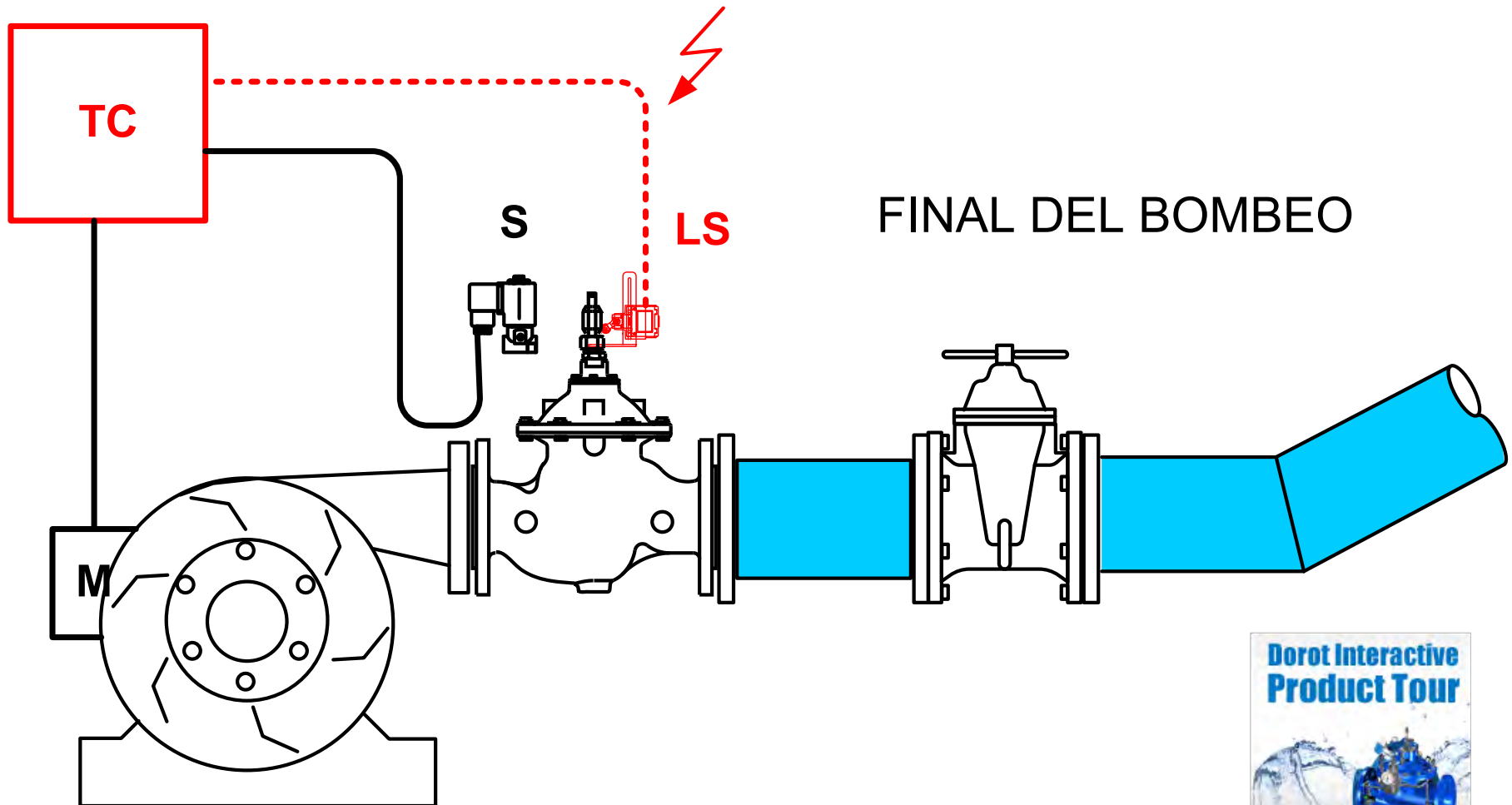
- se energiza simultáneamente la bomba y el solenoide de la válvula BC
- mientras la bomba llega rápidamente a régimen pleno, la válvula que estaba cerrada, se abre lentamente



- la válvula esta totalmente abierta generando una muy baja pérdida de carga



- se des-energiza el solenoide de la válvula BC y comienza a cerrarse lentamente
- la bomba continúa energizada y funcionando



- la válvula se cierra completamente
- el Limit Switch cierra el circuito eléctrico y envía la señal al tablero para que éste apague la bomba



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS DE CONTROL DE BOMBEO

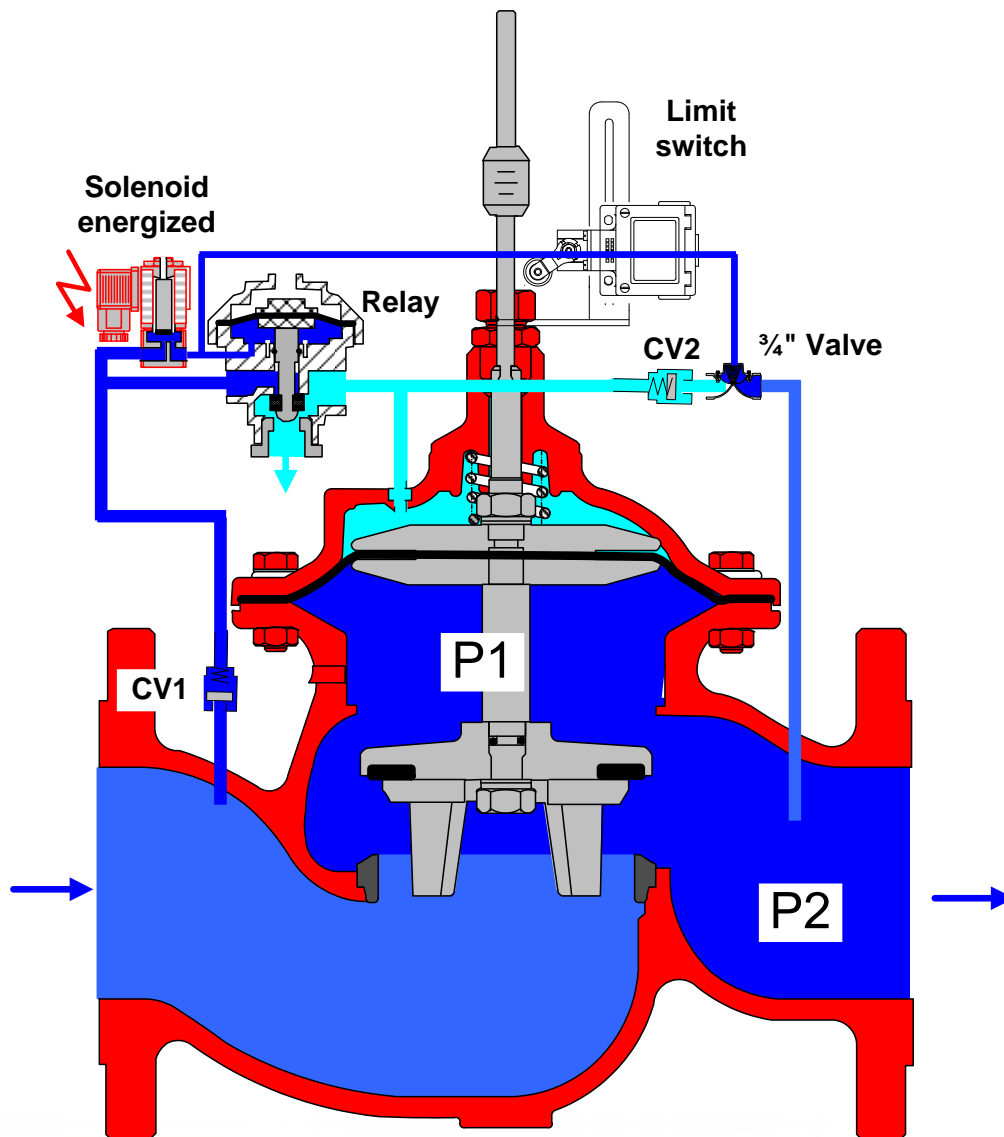








DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS DE CONTROL DE BOMBEO

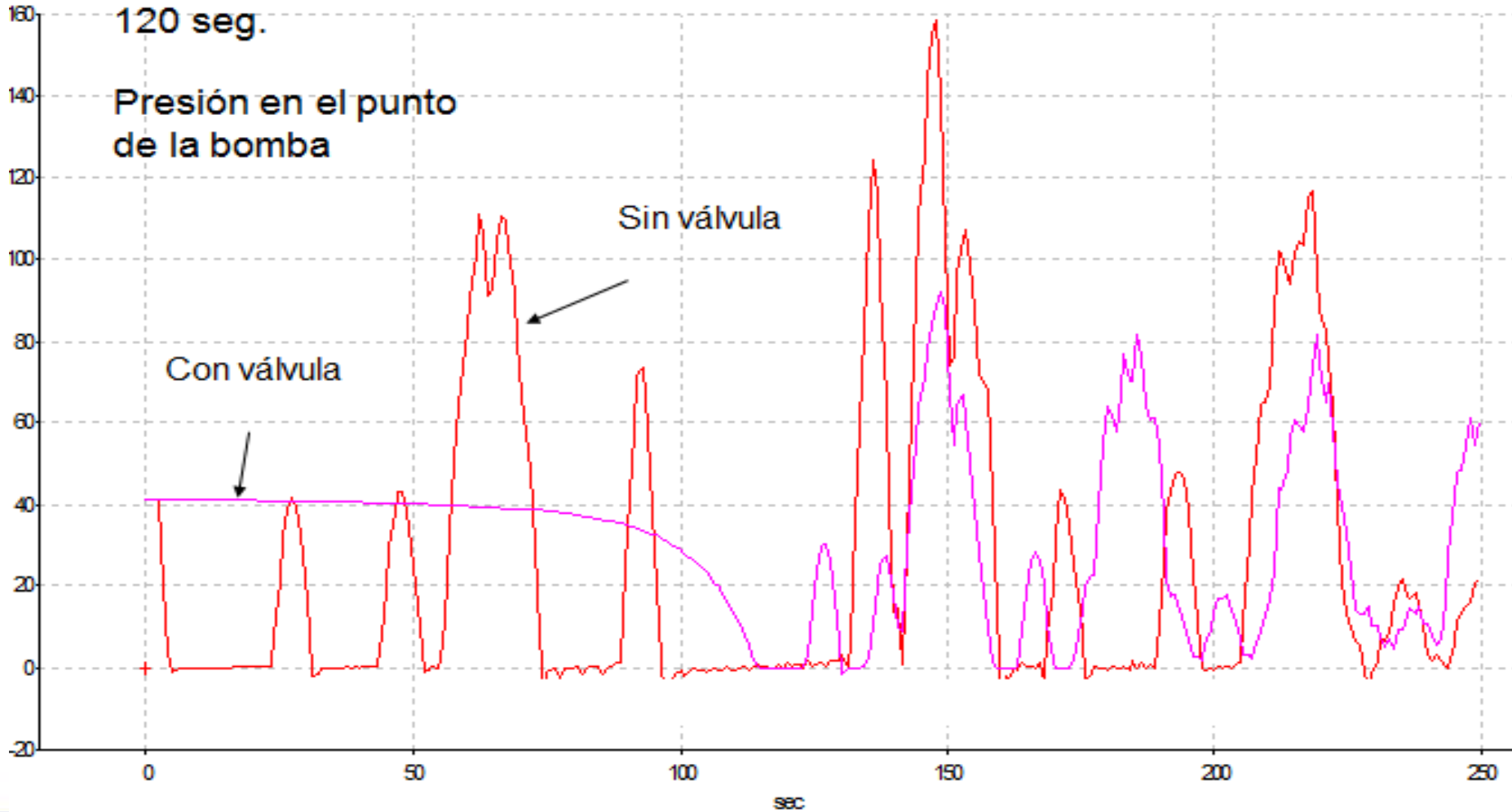


**La válvula cierra
uniformemente en 120 seg.**
**Presión en el punto de la
bomba**



La válvula cierra
uniformemente en
120 seg.

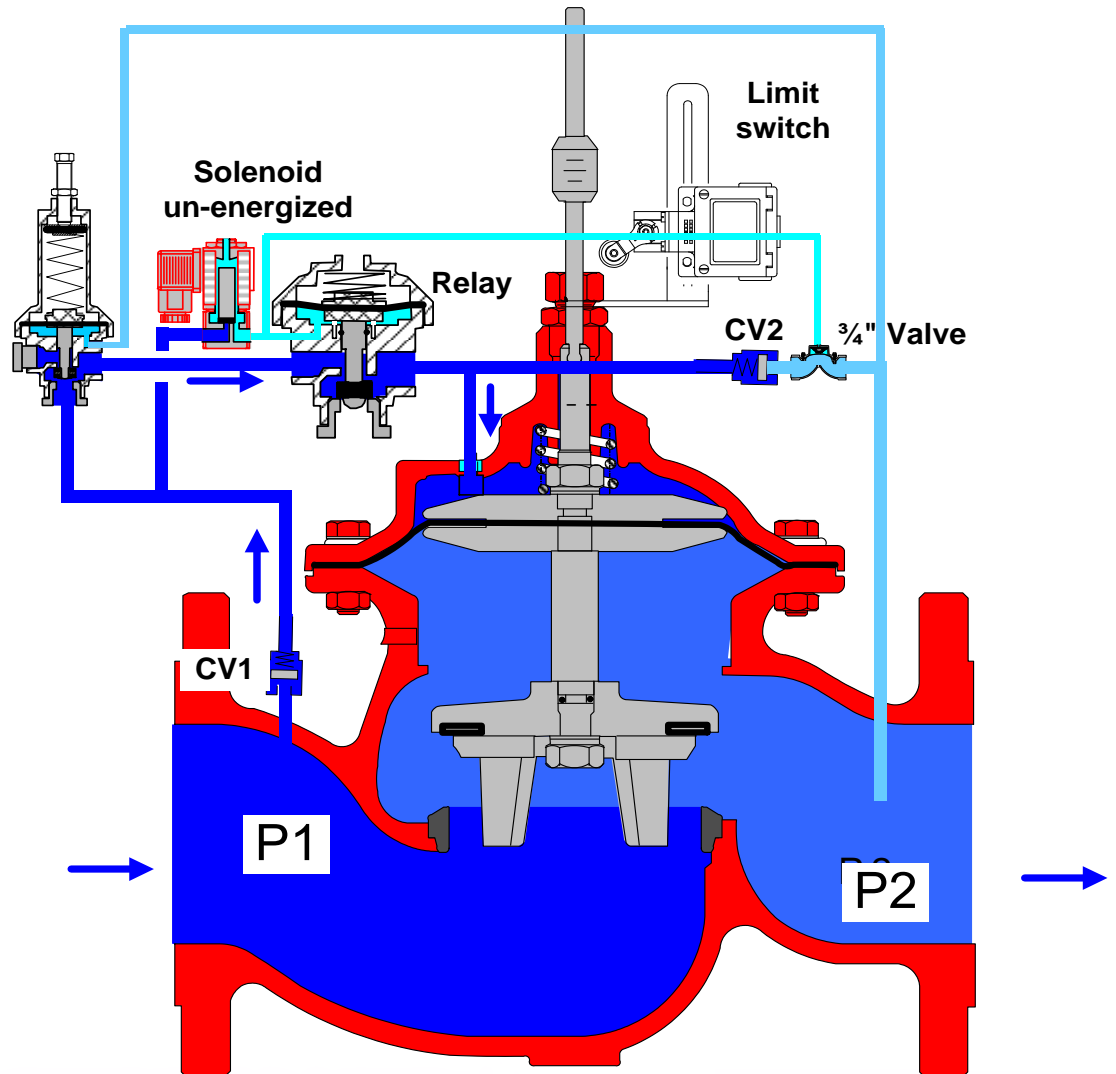
Presión en el punto
de la bomba



Válvula de Control de Bombeo

Ajuste del cierre automático.

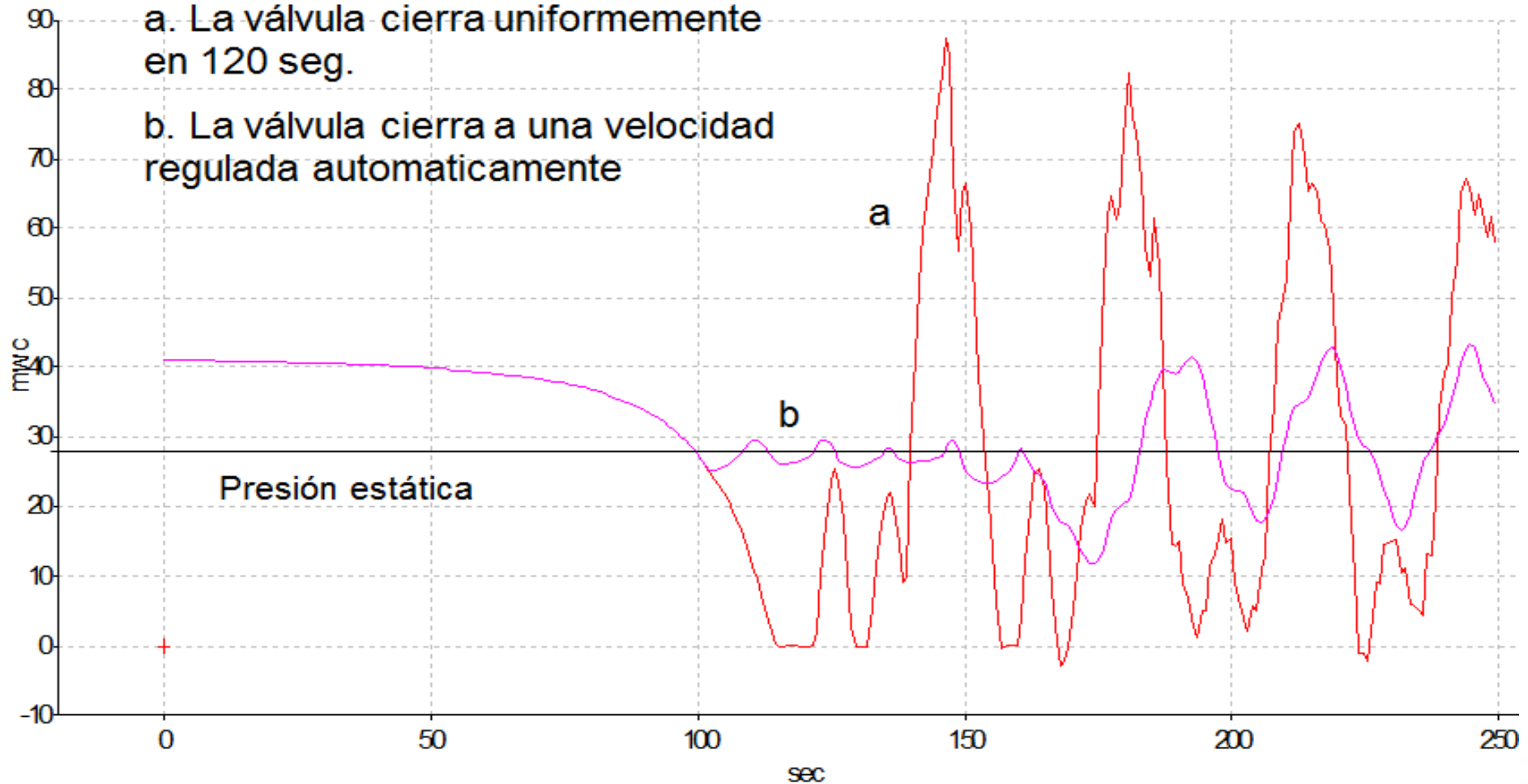
La válvula detiene el proceso de cierre cuando la presión aguas abajo es menor que la fuerza de la presión estática

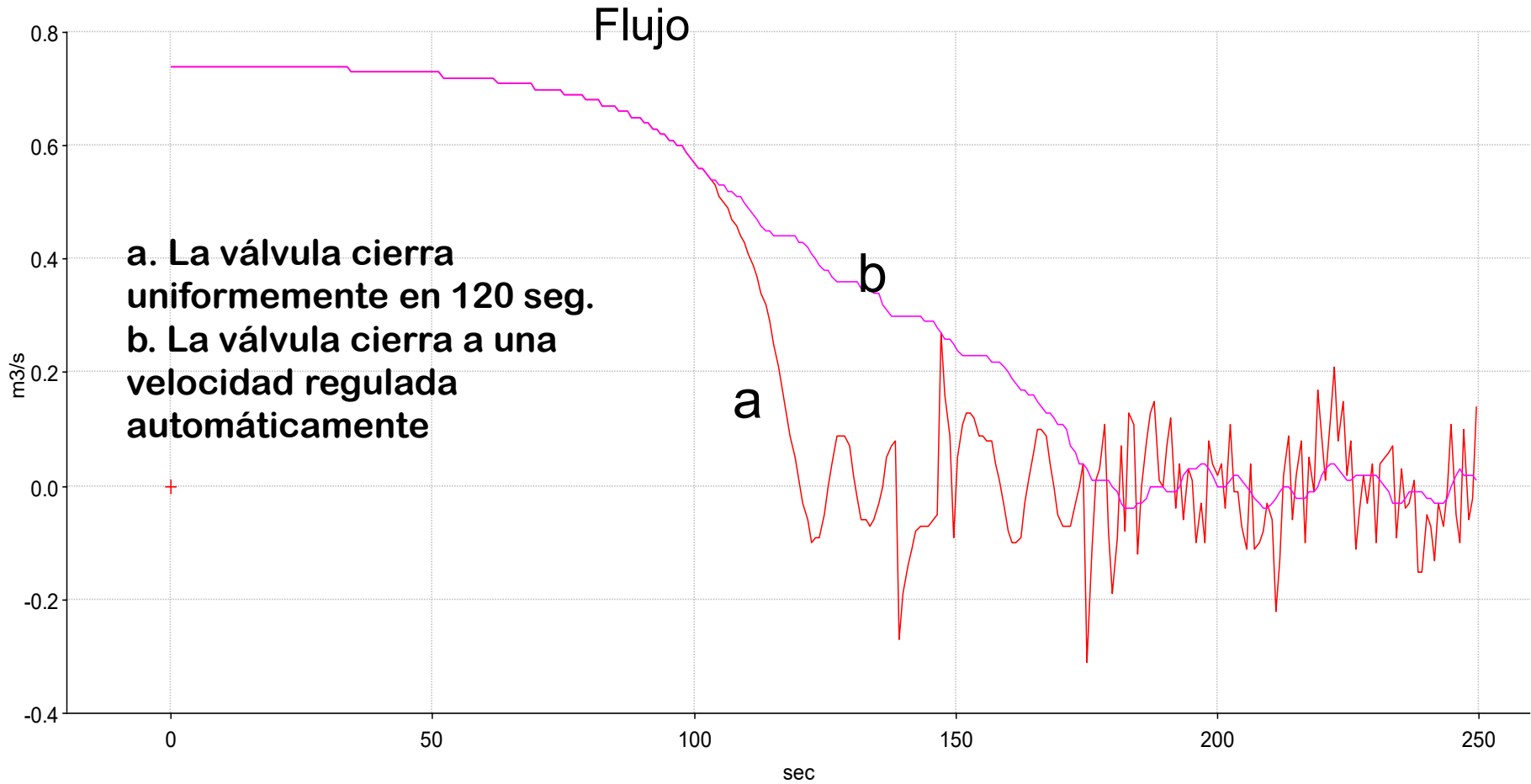


Flujo en el punto de la bomba

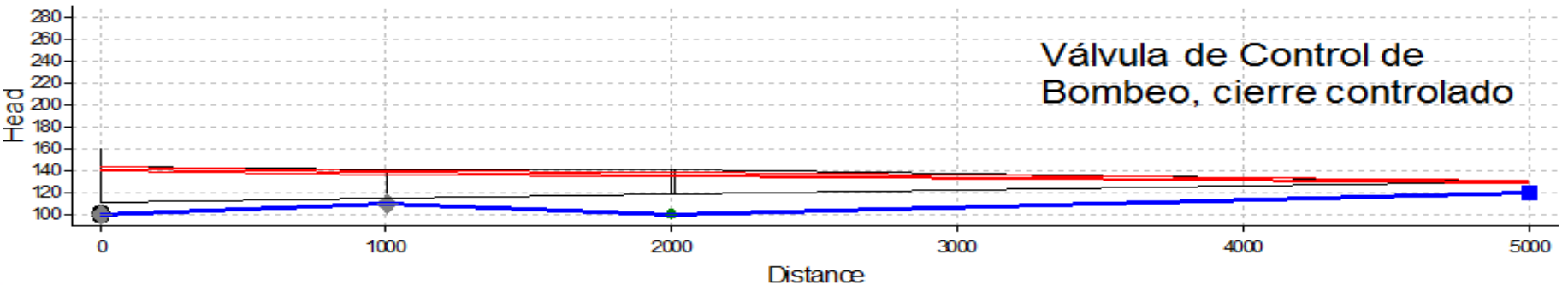
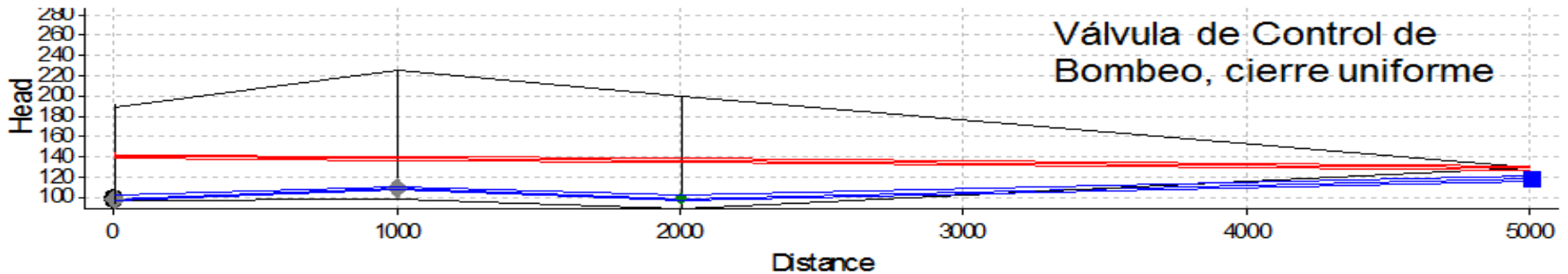
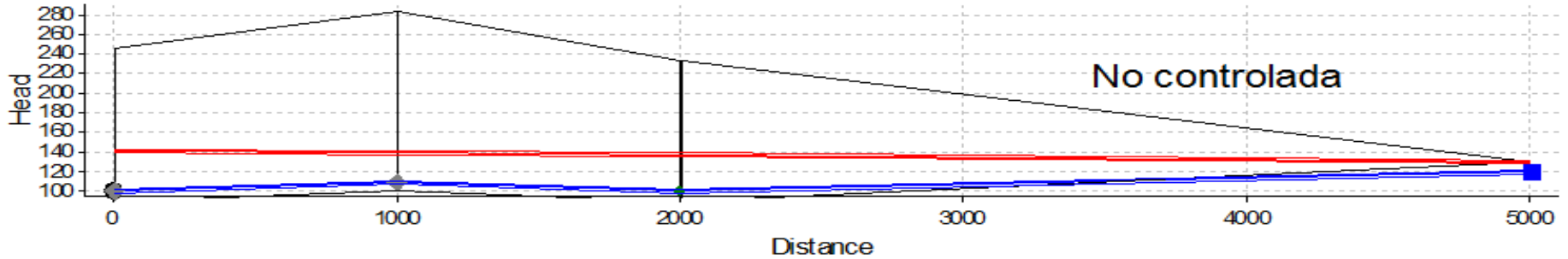
a. La válvula cierra uniformemente en 120 seg.

b. La válvula cierra a una velocidad regulada automáticamente

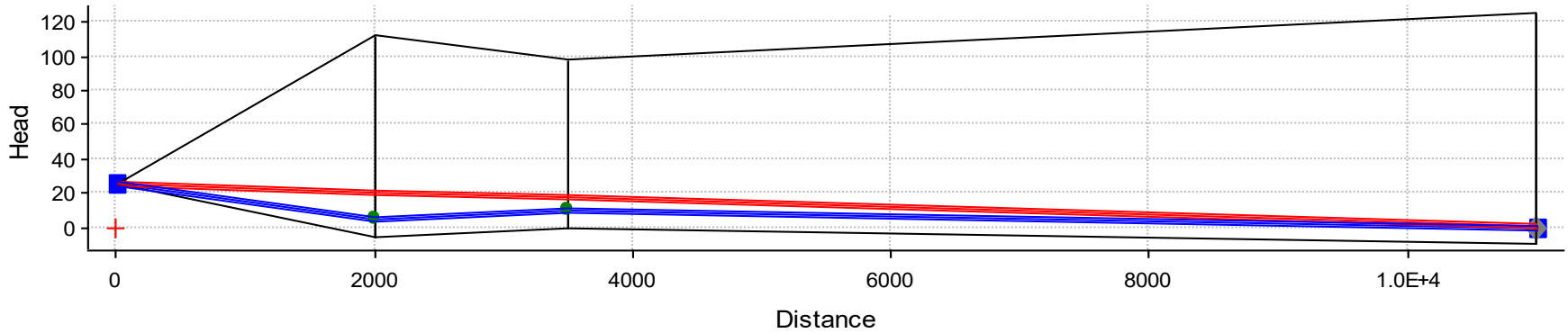




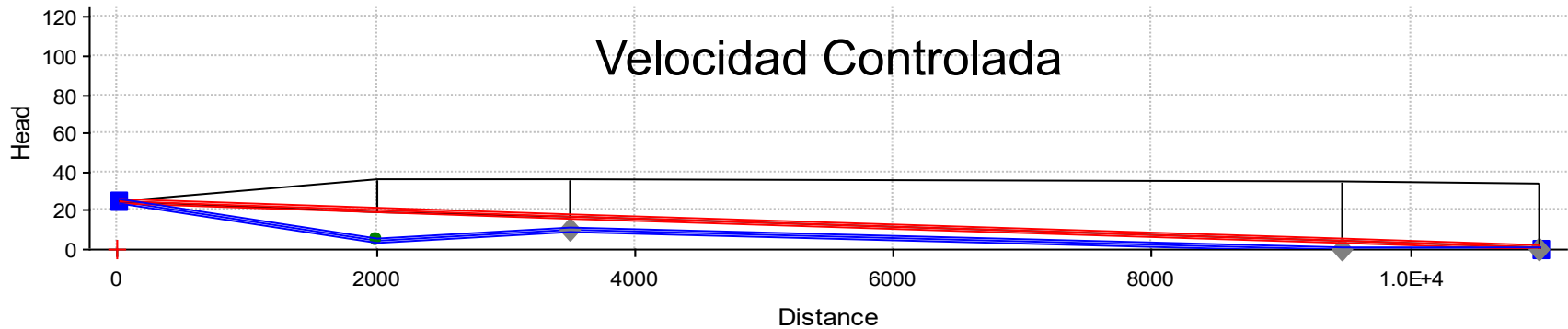
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS DE CONTROL DE BOMBEO



Velocidad uniforme



Velocidad Controlada



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA







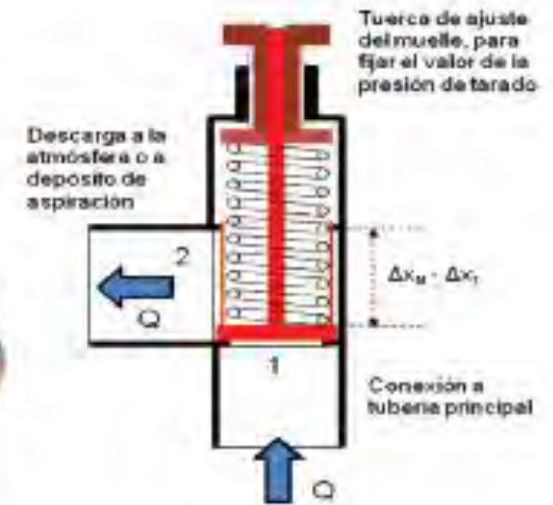
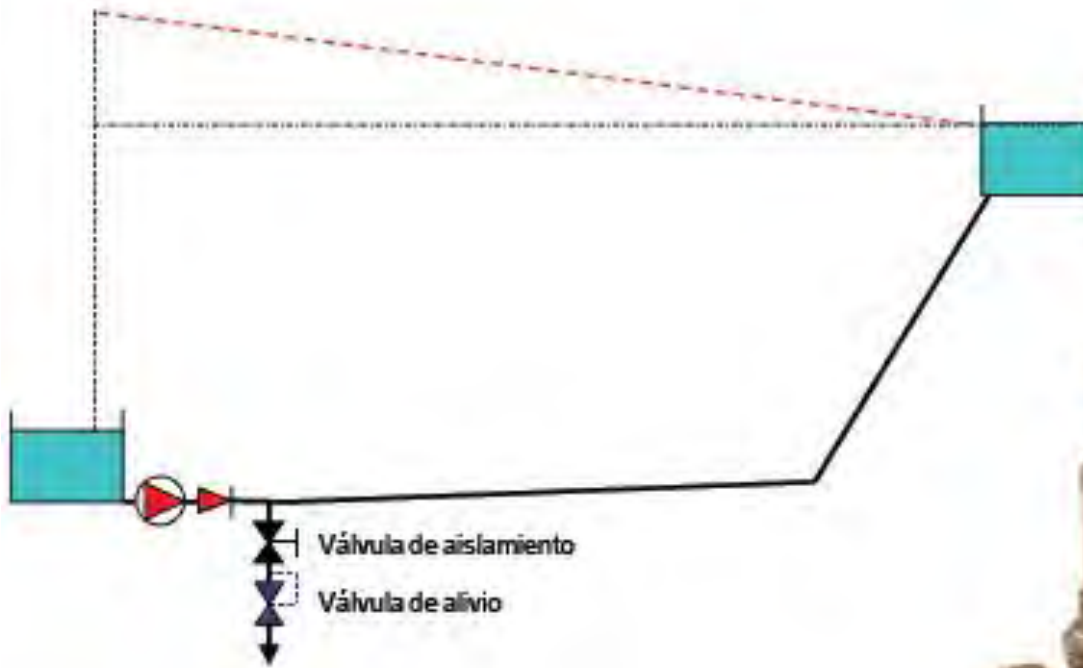
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA

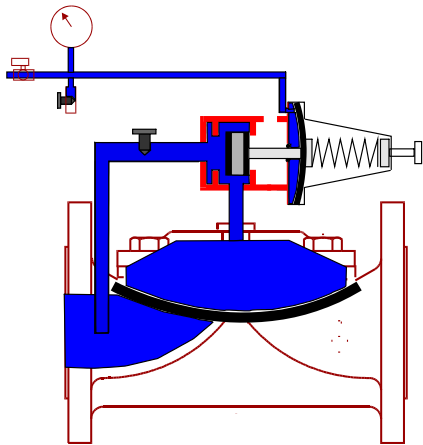


DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA

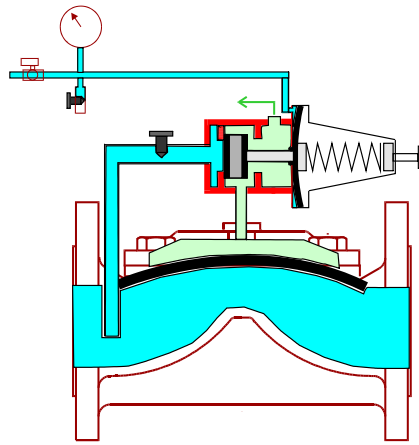


VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA

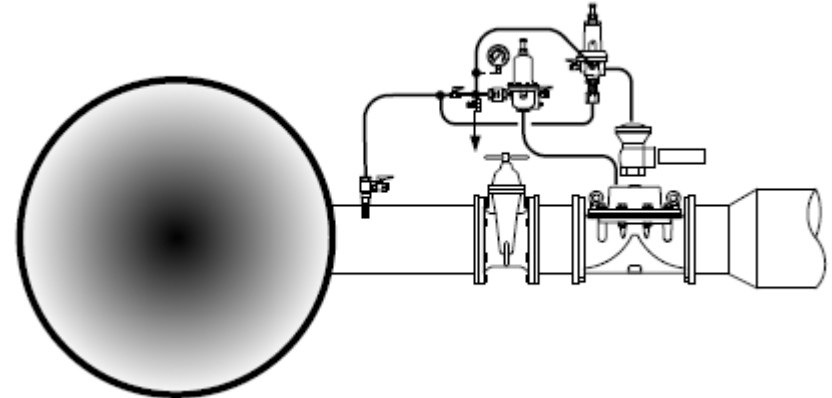
- Á :
- Ó :
- Ó Á
- Á Í Ó
- Ó
- , Á
- Á Á Ó



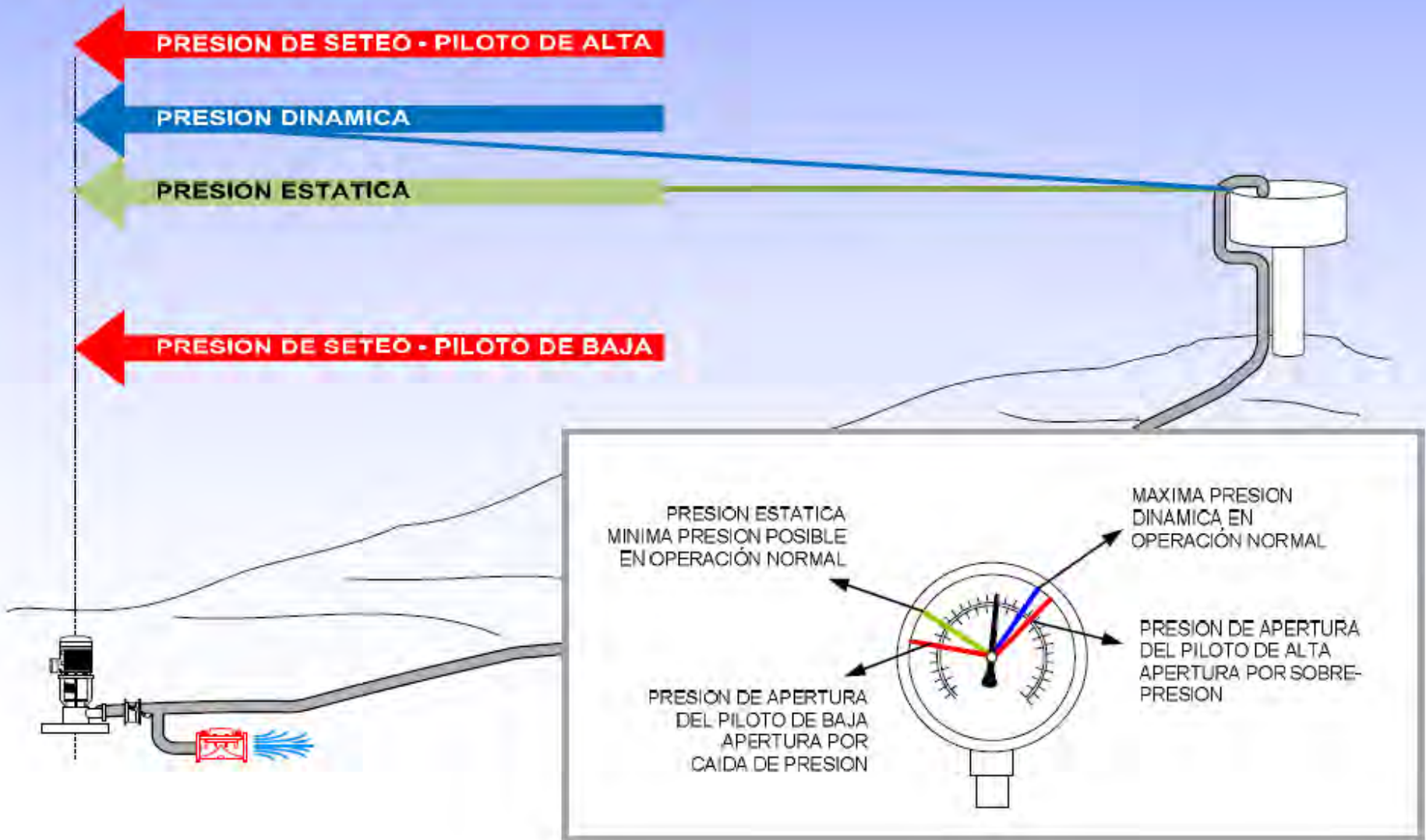
Normal conditions



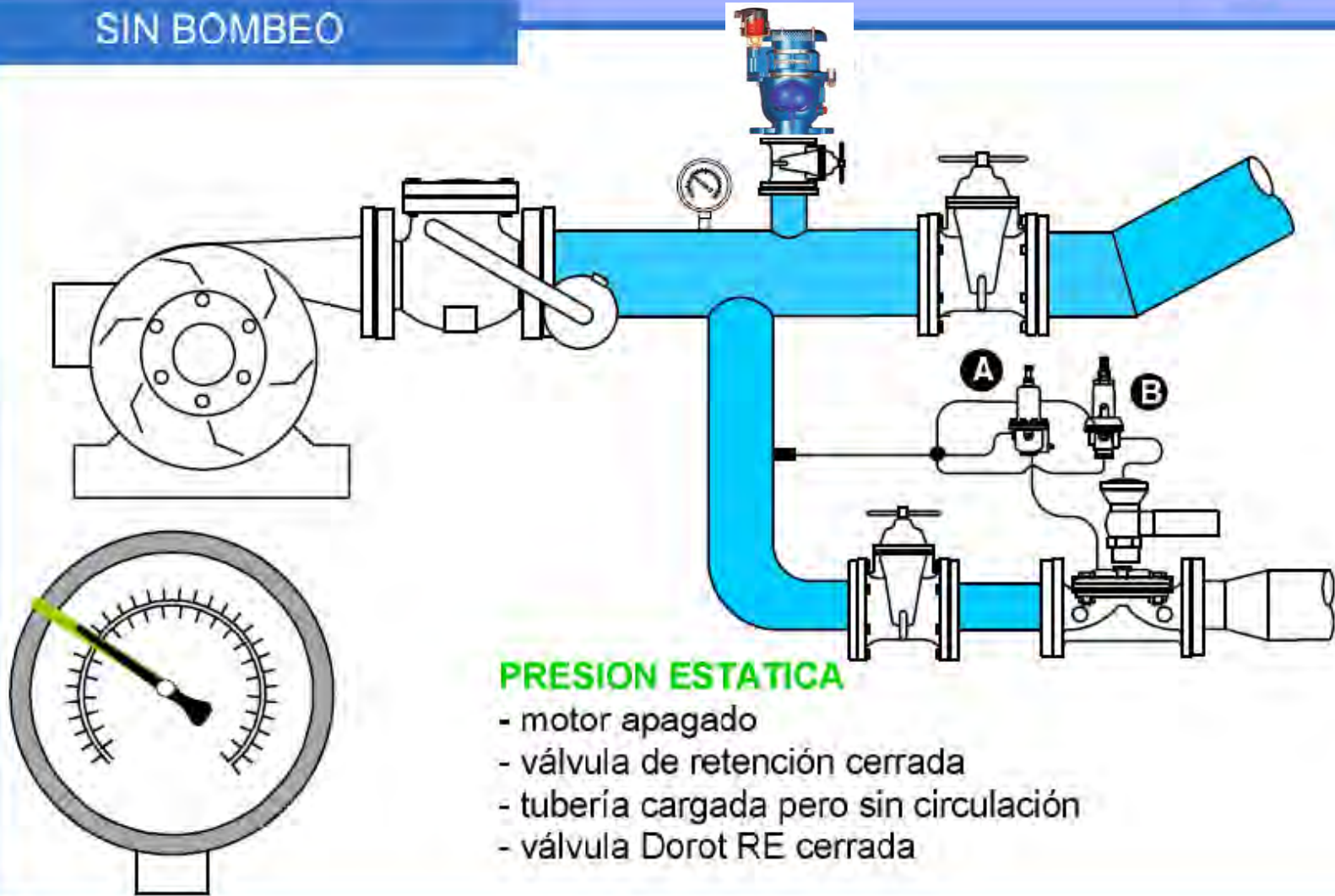
Downsurge



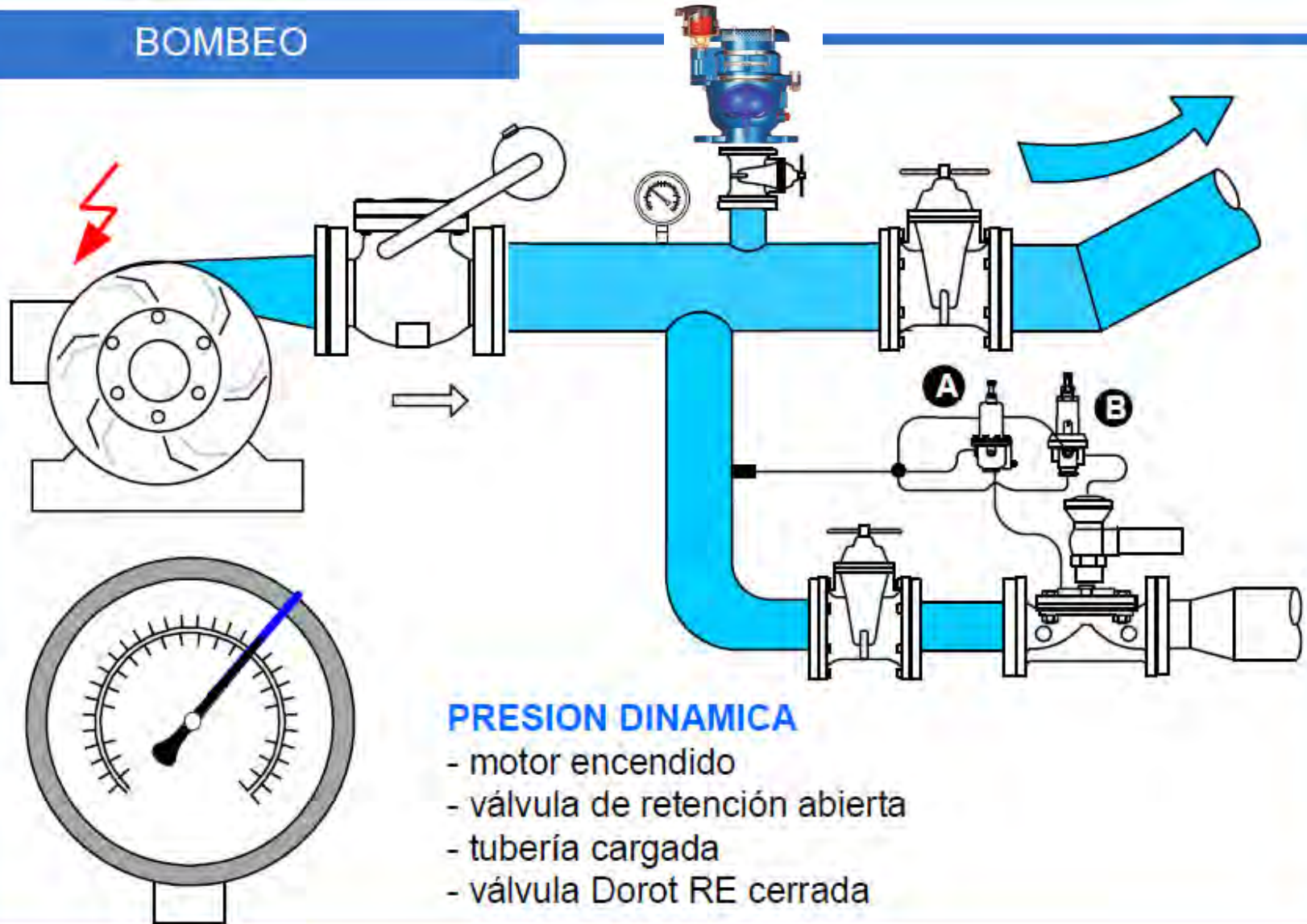
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA



SIN BOMBEO



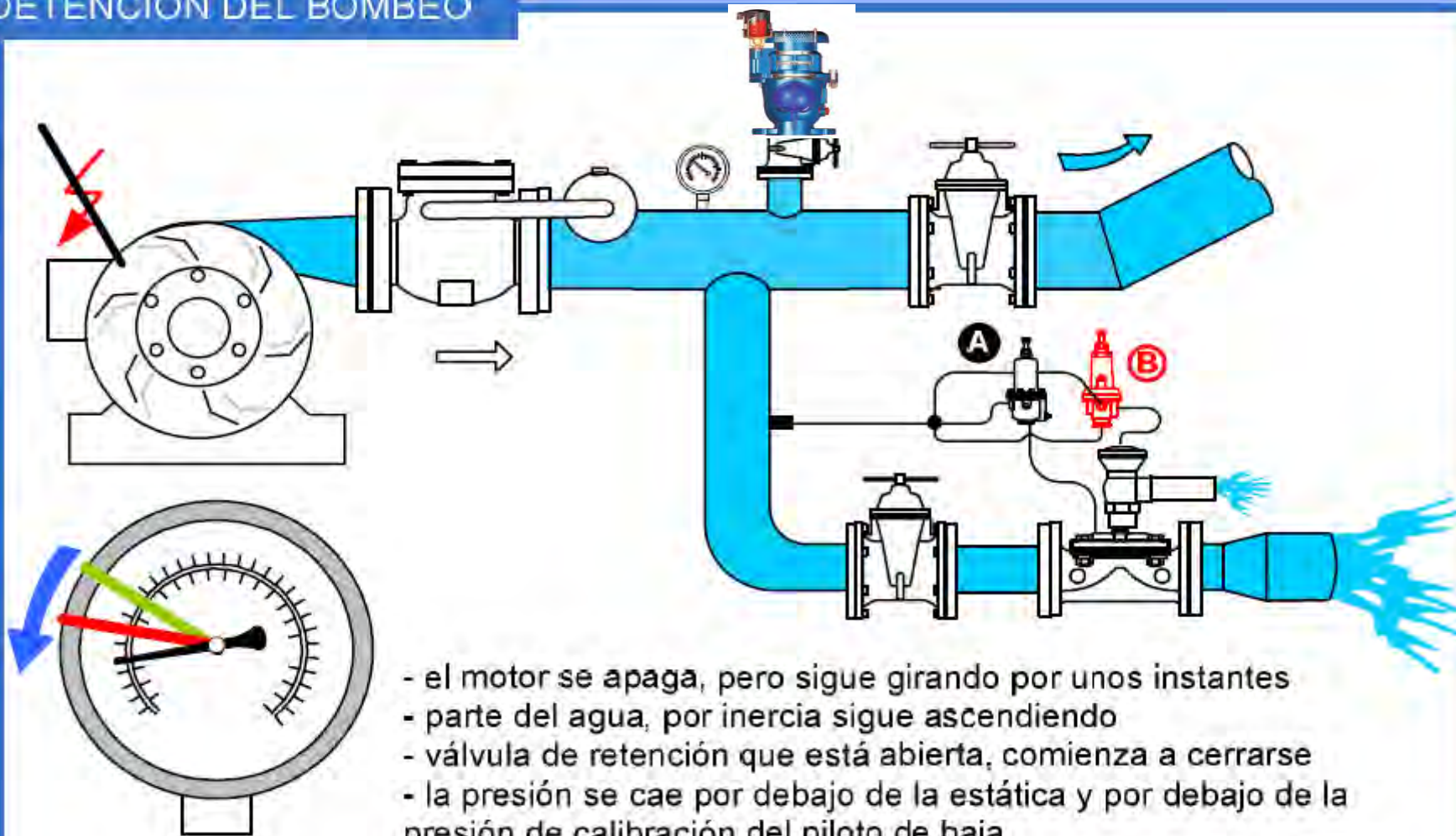
BOMBEO



PRESION DINAMICA

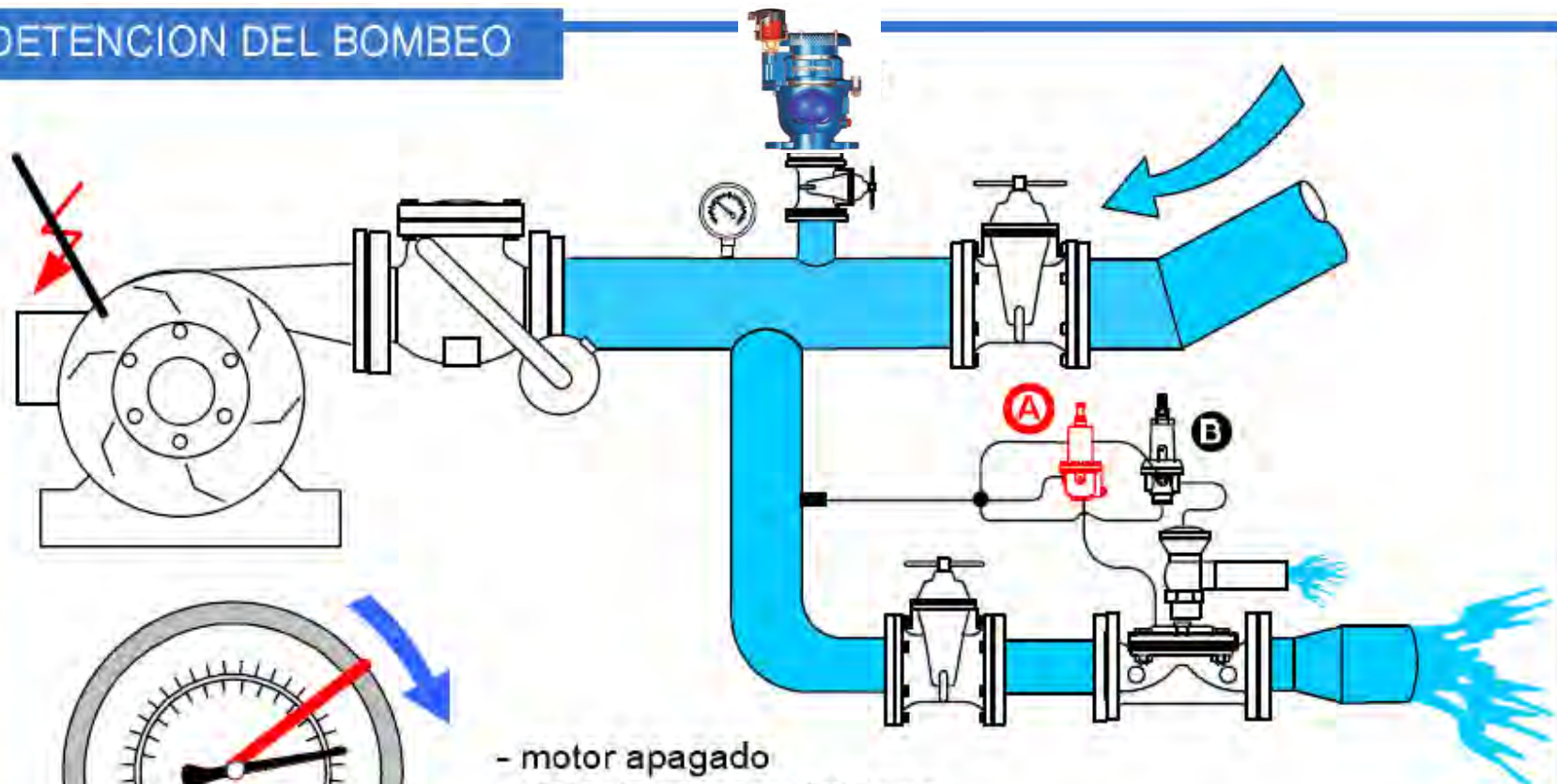
- motor encendido
- válvula de retención abierta
- tubería cargada
- válvula Dorot RE cerrada

DETENCIÓN DEL BOMBEO



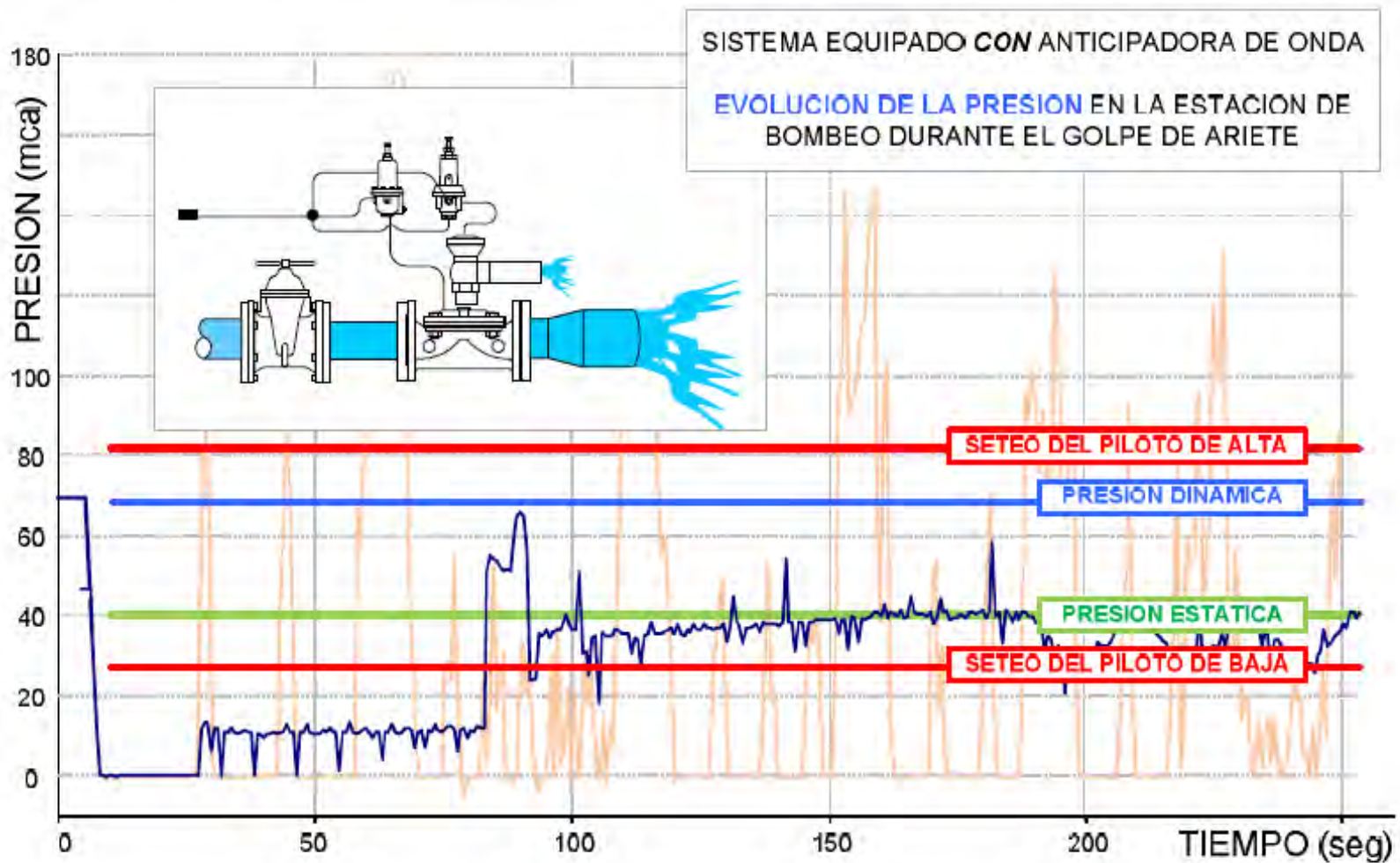
- el motor se apaga, pero sigue girando por unos instantes
- parte del agua, por inercia sigue ascendiendo
- válvula de retención que está abierta, comienza a cerrarse
- la presión se cae por debajo de la estática y por debajo de la presión de calibración del piloto de baja
- el piloto de BAJA abre en menos de 1 segundo la válvula RE

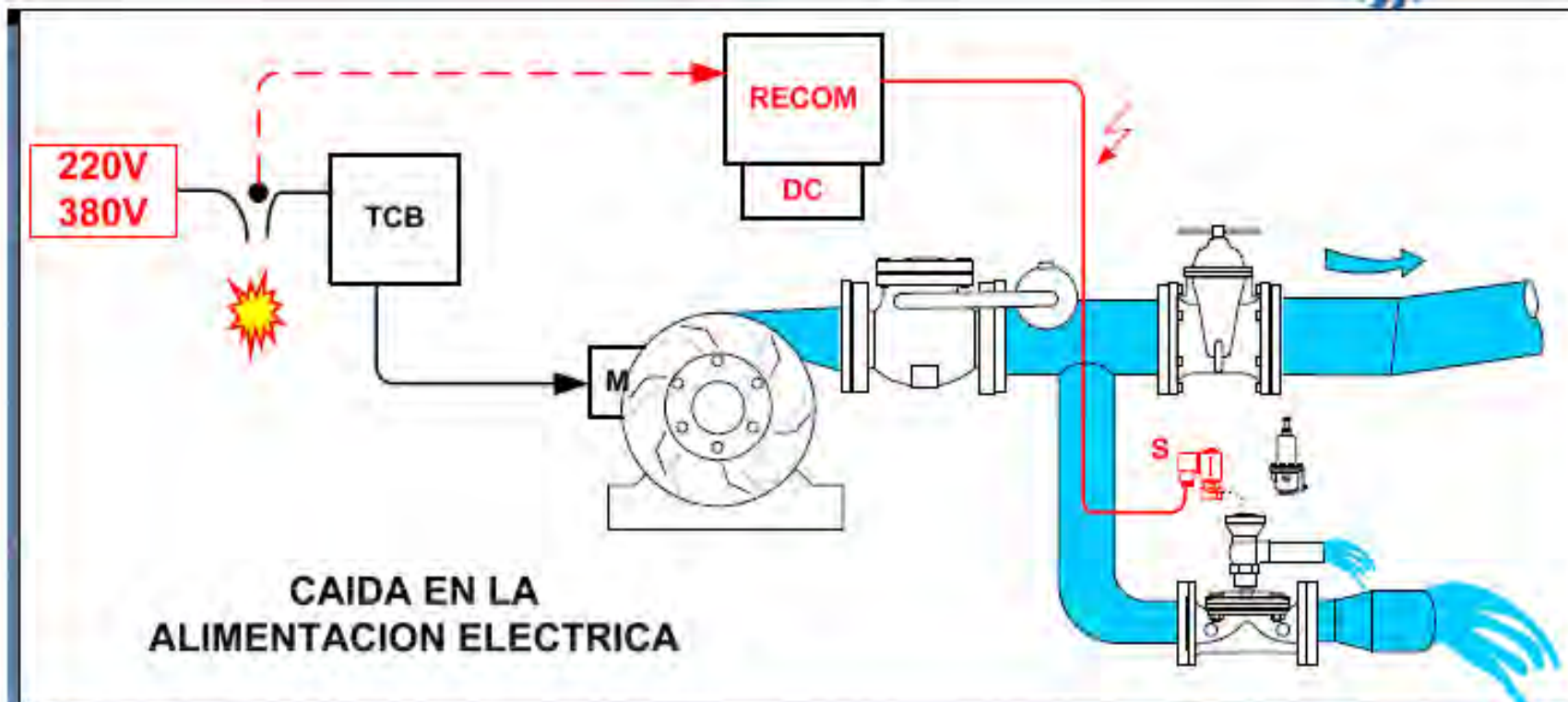
DETENCIÓN DEL BOMBEO



- motor apagado
- violento regreso del agua
- se cierra la válvula de retención
- la presión aumenta, inclusive por arriba de la presión de calibración del piloto de alta
- el piloto de BAJA quiere cerrar la válvula, pero el de ALTA mantiene la válvula abierta

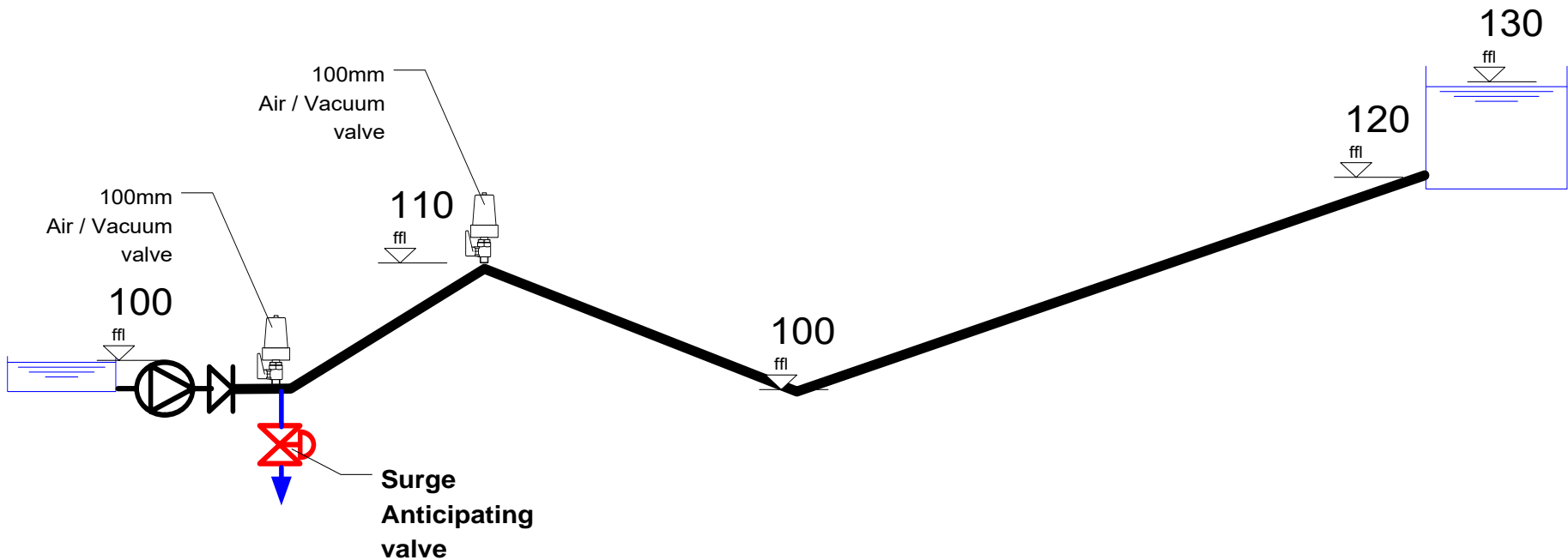
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA



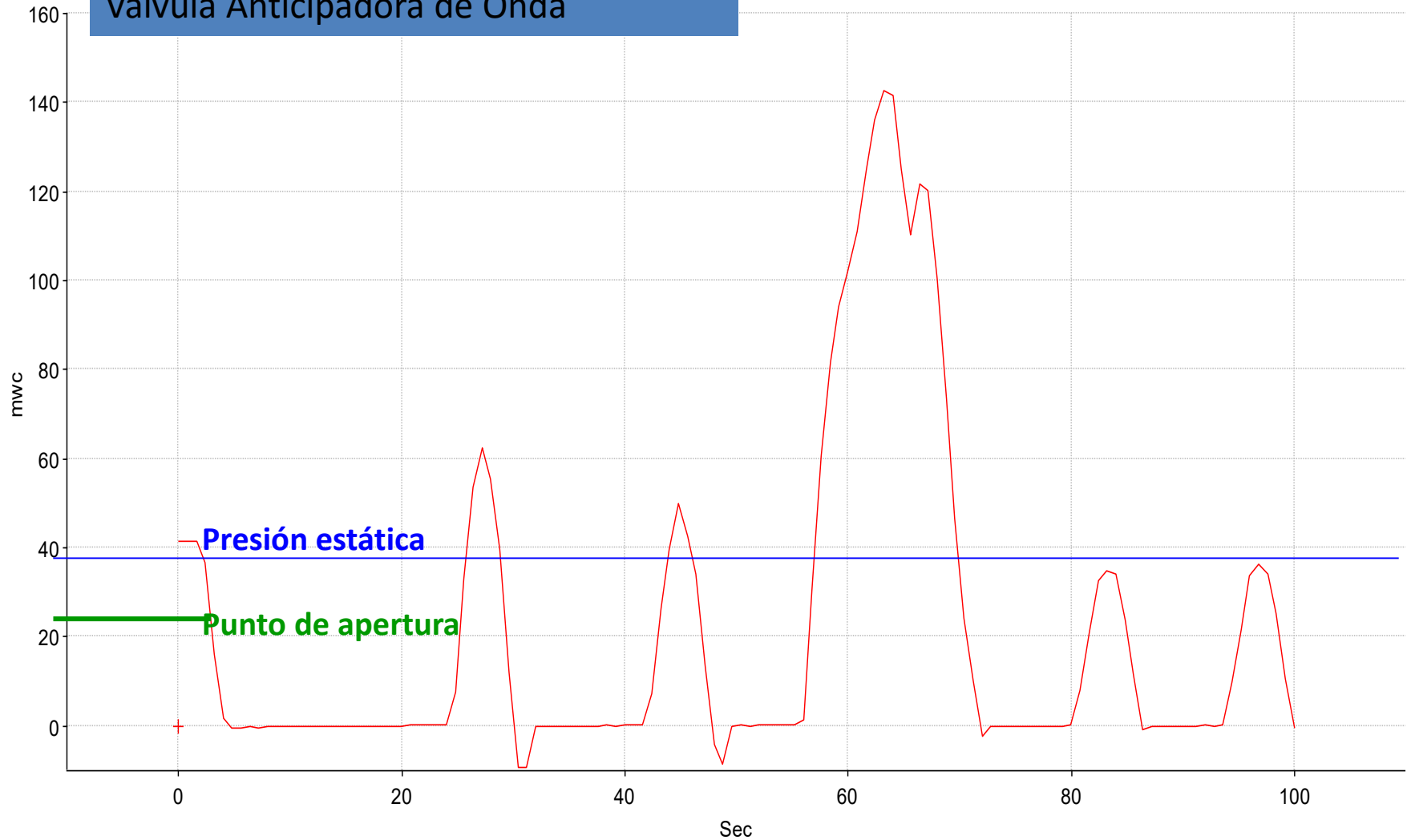


- hay un corte en el suministro eléctrico
- la bomba comienza a detenerse y el flujo impulsado va a disminuir
- el tablero Recom detecta el corte en el suministro y energiza el solenoide
- la válvula se abre
- la válvula permanecerá abierta según el tiempo programado

Parada de bomba, controlada por una válvula anticipadora de onda.

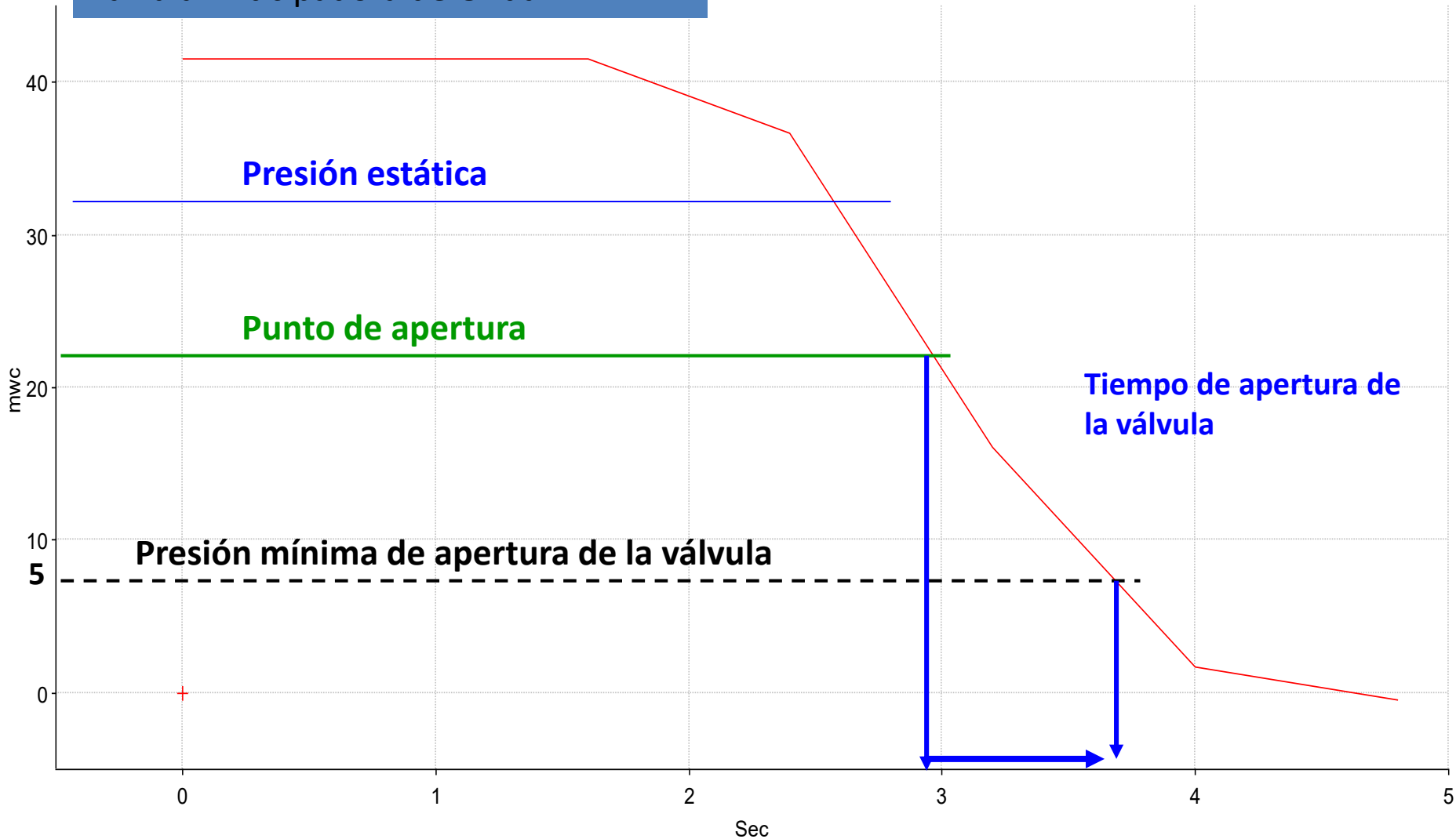


Parada de bomba, controlada por una
Válvula Anticipadora de Onda

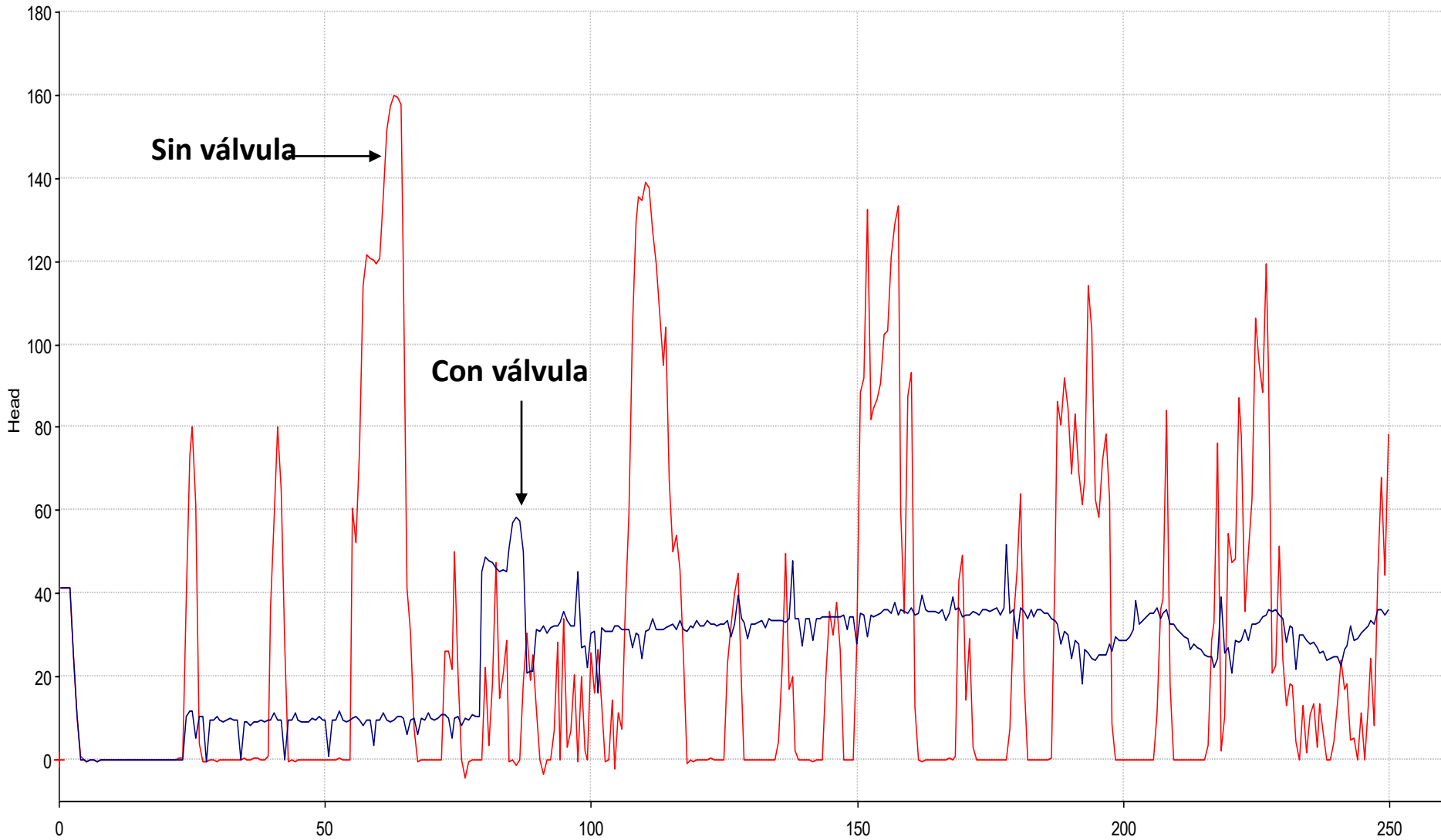


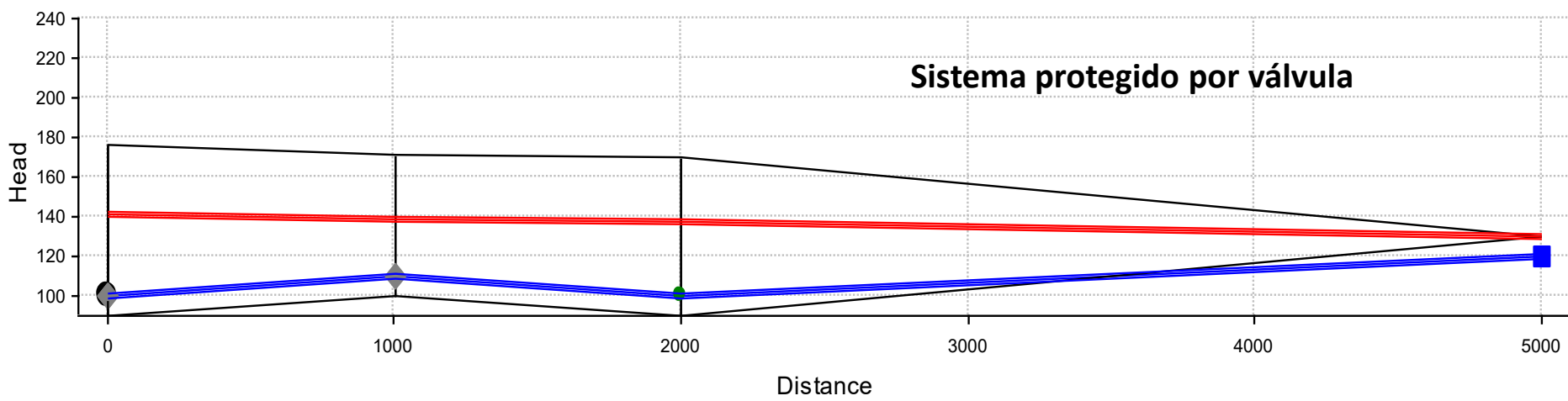
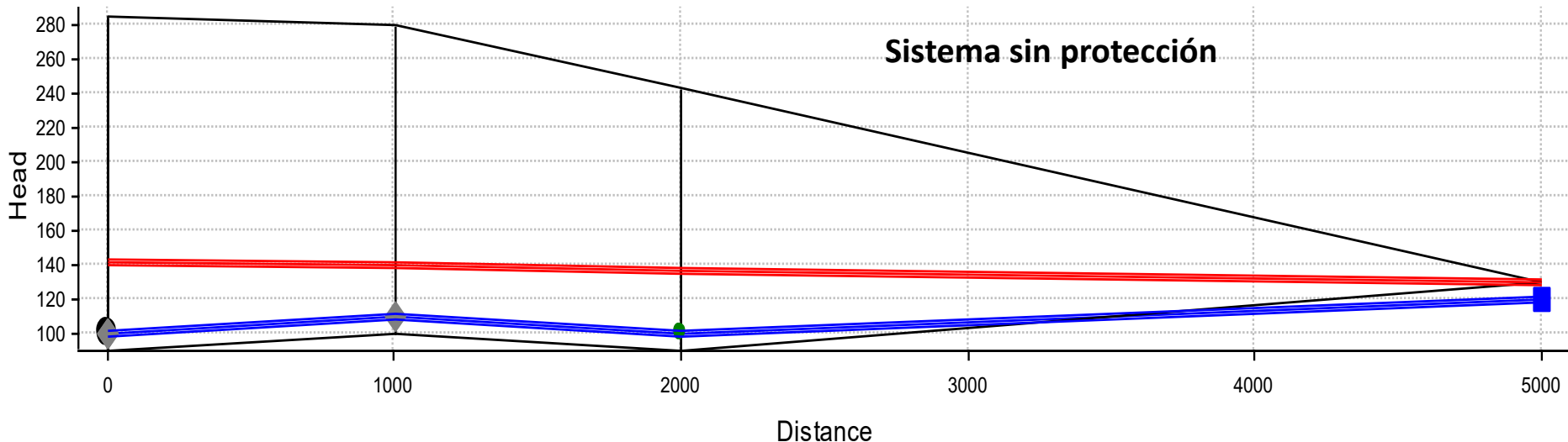
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA

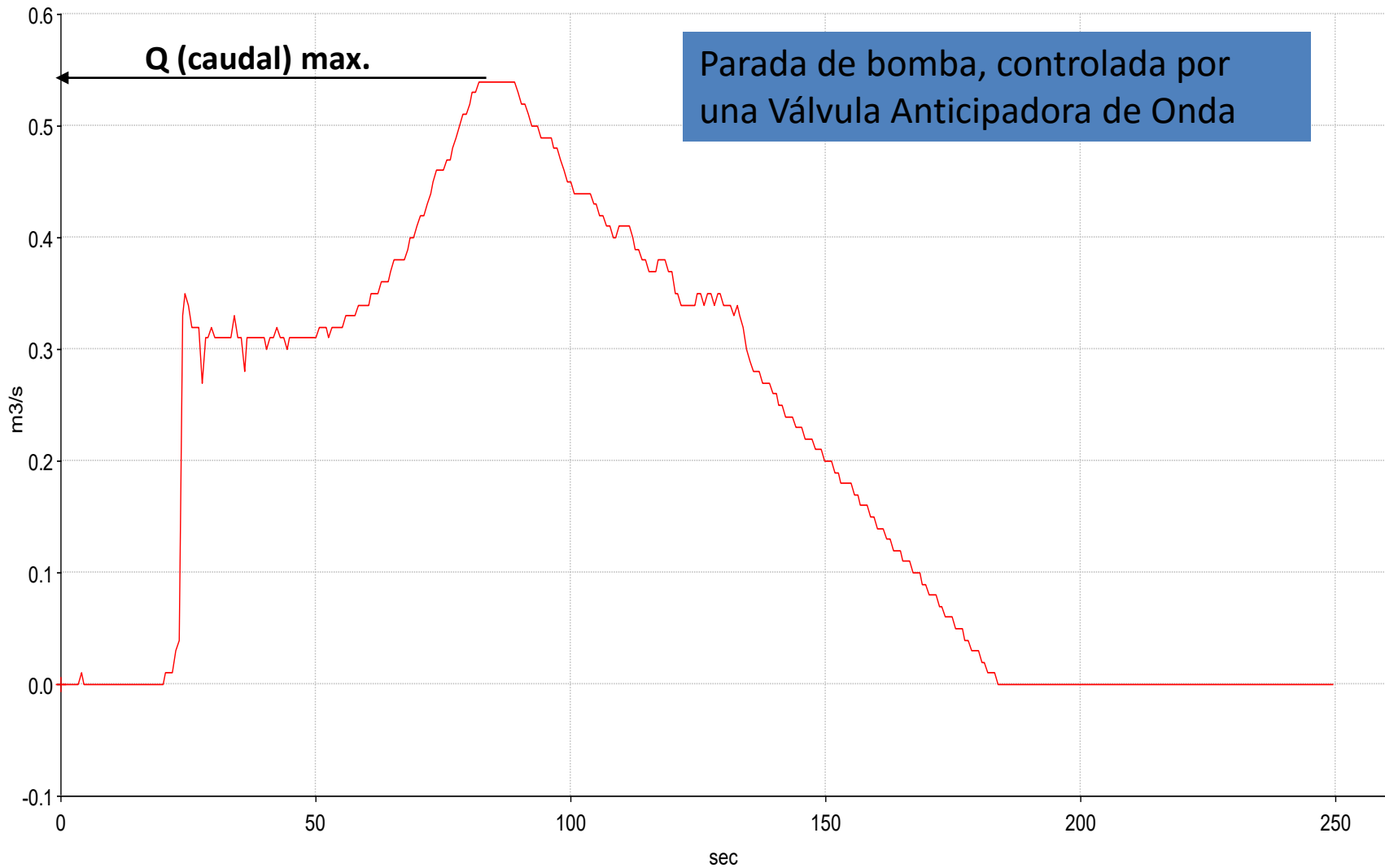
Parada de bomba, controlada por una
Válvula Anticipadora de Onda



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA







DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE ONDA



VENTOSAS TRIFUNCIONALES ARI - REGABER



D-050 / D-050-C/D-052 / D-015 / D-016, D-100 (PN10, 16, 25, 40, 64, 100)



D-060 / D-060-C/D-062 / D-065 (PN10, 16, 25, 40)



D-060 NS/ D-060-C NS/D-062 NS / D-065 NS (PN10, 16, 25, 40)



D-070 (PN16)



D-46 (PN16, 25)

EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

D26 4''



D26 3''



D26 2''



D26 6''



D26 8''



EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

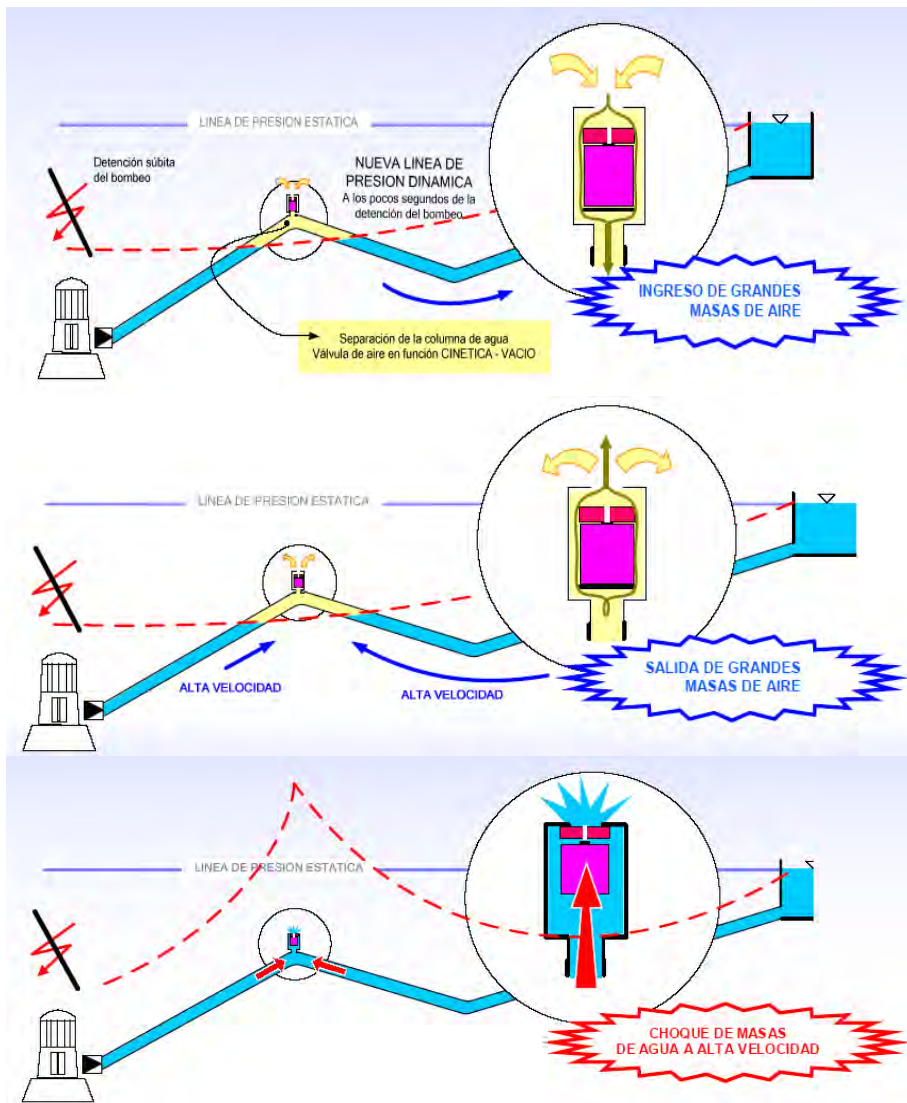






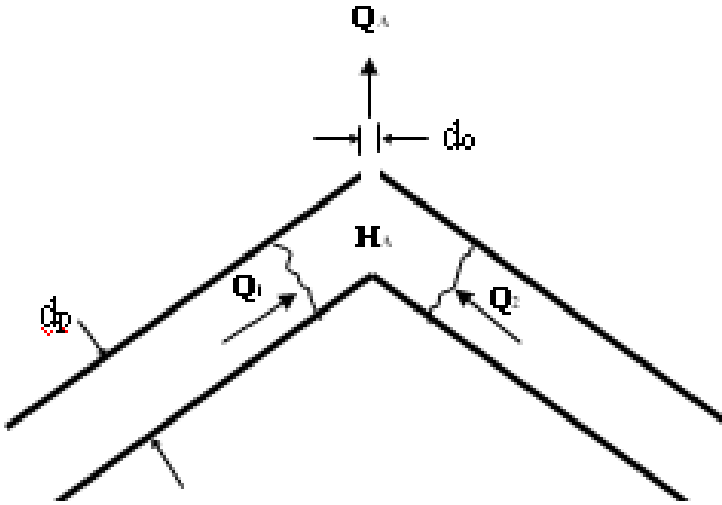


EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS



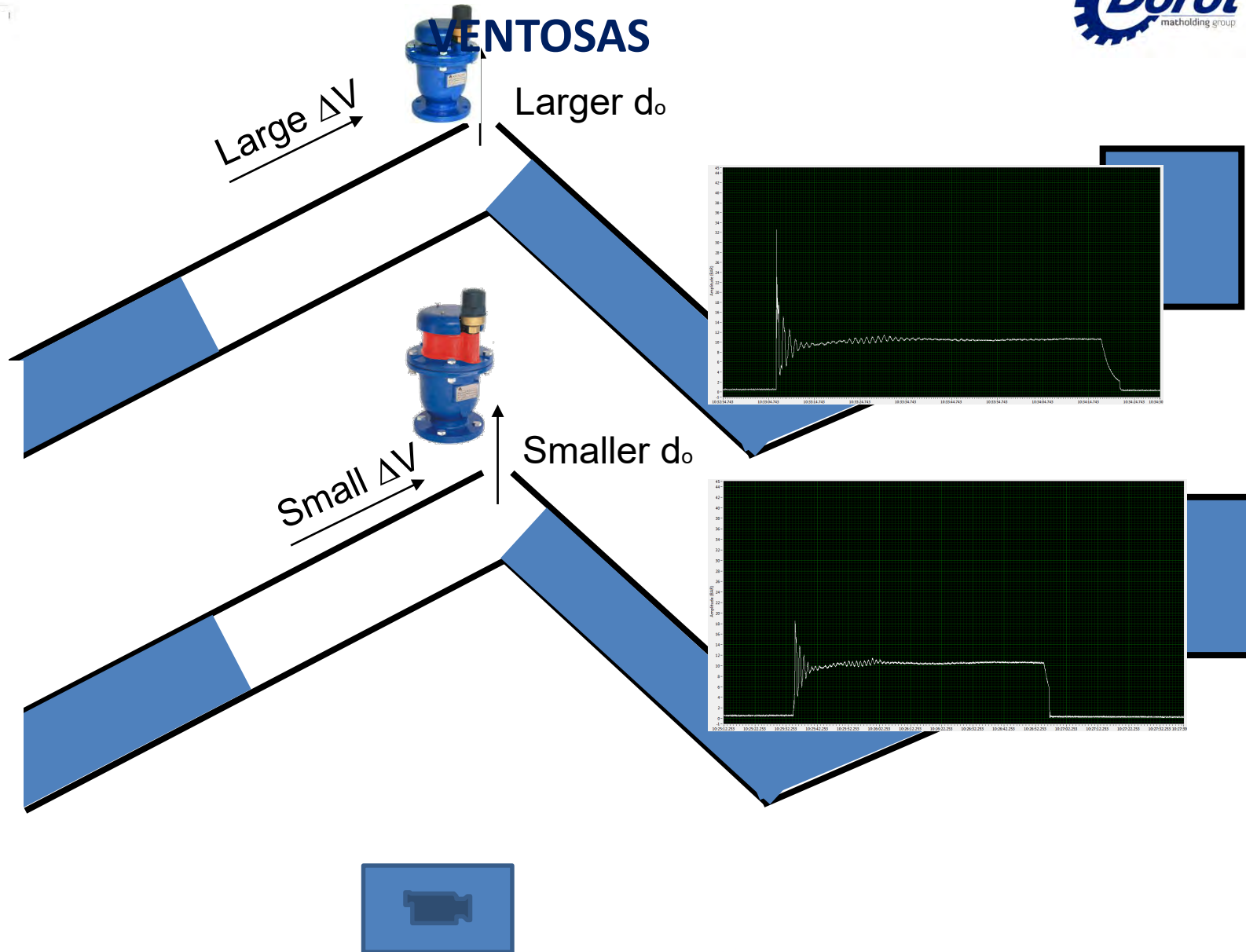
$$\Delta H = (c/g) \Delta V$$

$$\Delta H = \frac{C}{gA} \frac{Q_A}{2}$$

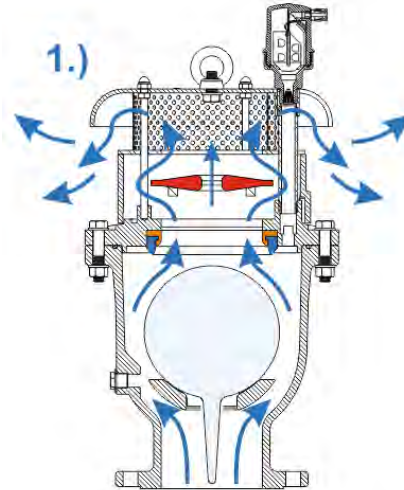




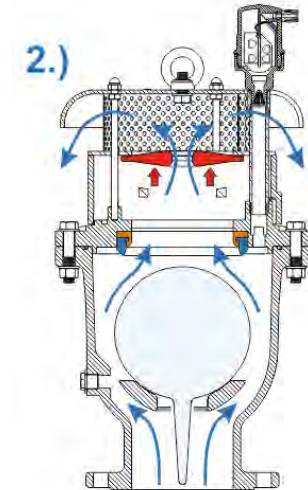
EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS



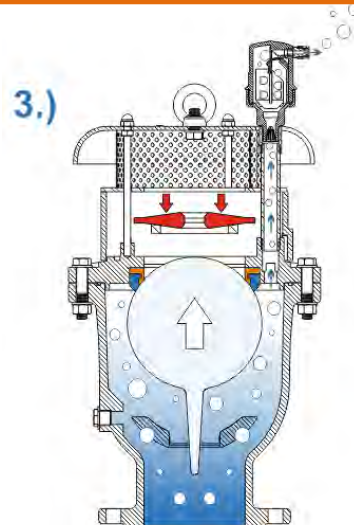
EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS



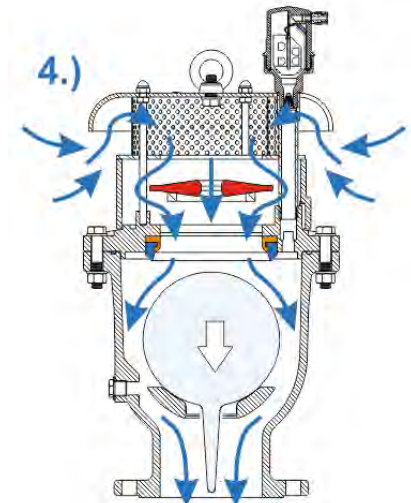
EXPULSIÓN DE AIRE



SEGUNDA ETAPA EXPULSIÓN



CIERRE DEL FLOTADOR Y PURGA

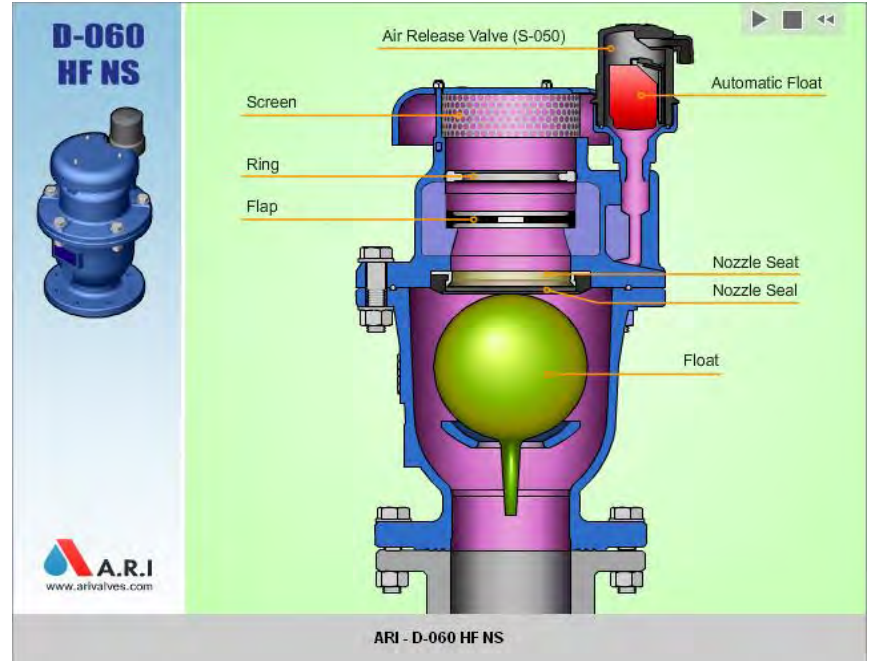
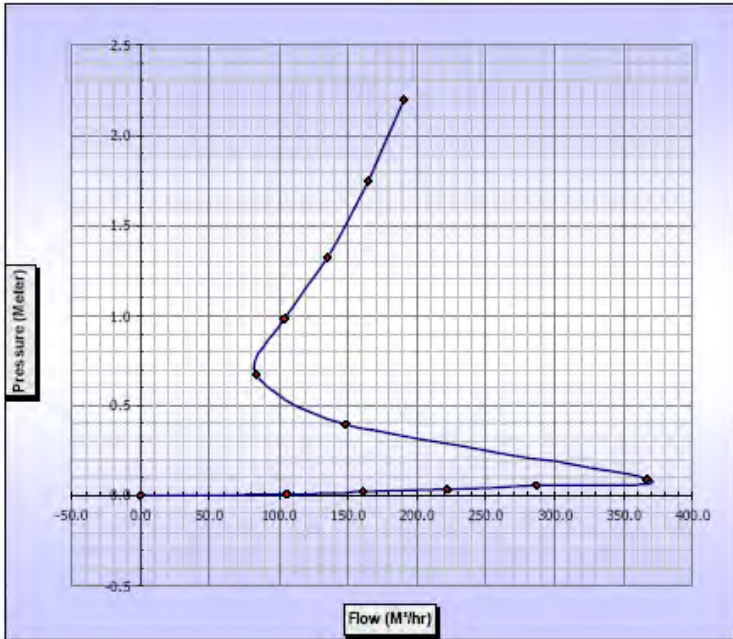


ADMISIÓN DE AIRE



d 060 4" ns

ari

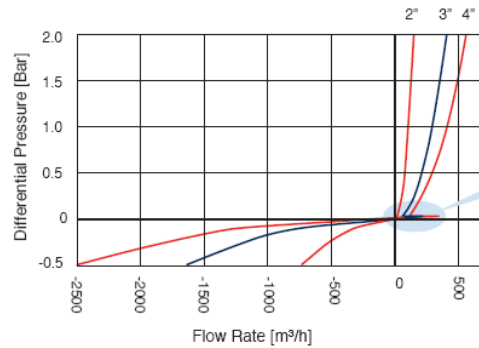


d 060 4" ns

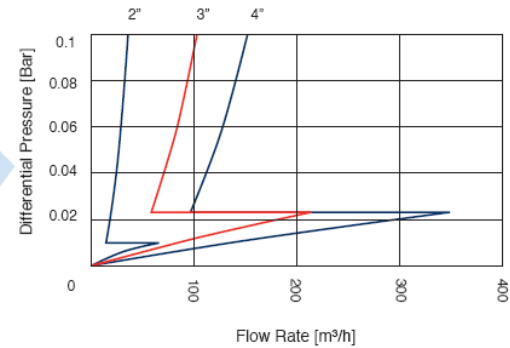
ari



AIR & VACUUM FLOW RATE



AIR DISCHARGE SWITCHING REGION



EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

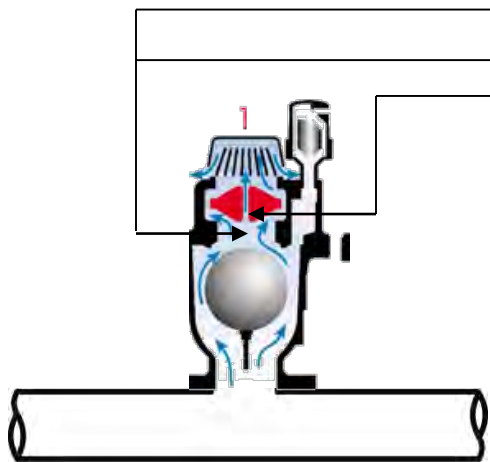
ARI MOD. D-060 NS 3Stg A/V

Name AIR-1
 3Stg Air Vcm
 Elevation 50

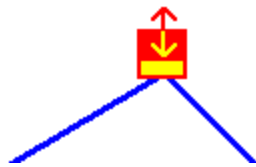
Device Data

Inflow D 4
 Outflow D1 4
 Outflow D2 1
 Sw Value 0.4
 Init Vol 0
 Delay 0

Flow
 Pressure
 Volume

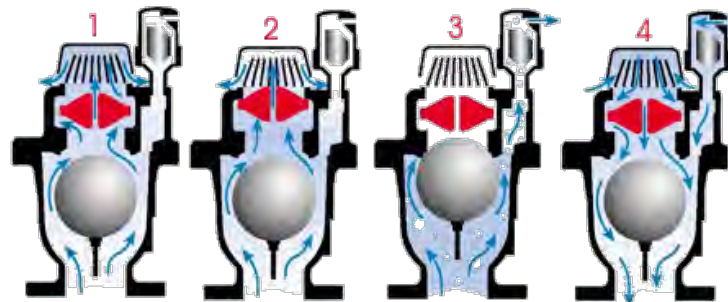


Elevation (ft or m)

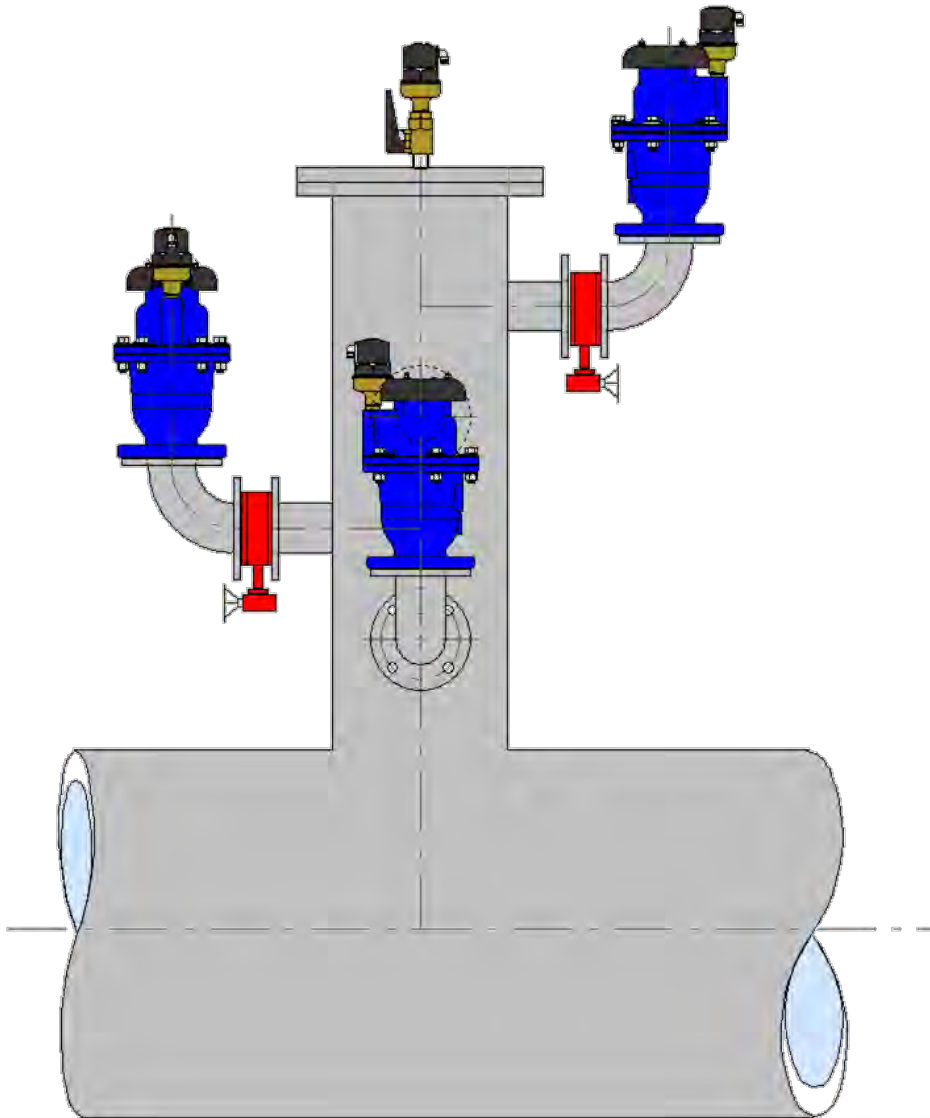


Datum

- Inflow diameter(D) – in or mm
- Outflow diameter(D1) – in or mm
- Outflow diameter(D2) – in or mm
- (Init Vol) Initial Air Volume – ft³ or m³
- Sw Value(pressure) – psi or kpa
(Switching Value)
- Delay time – Seconds

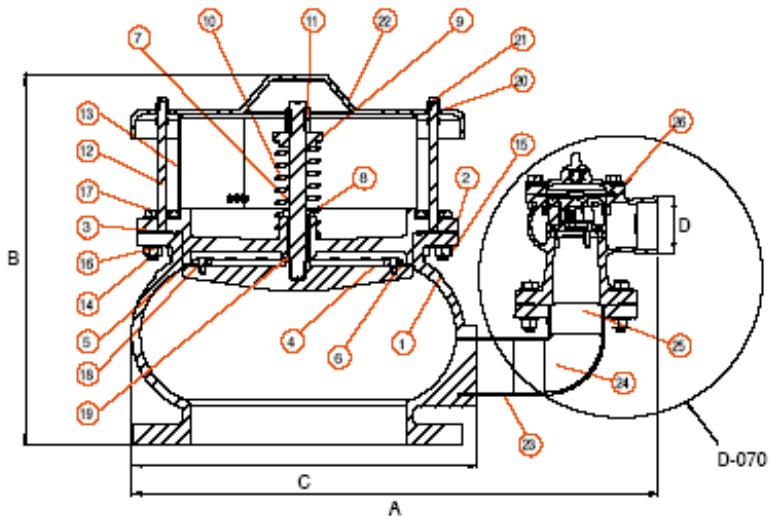


EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS



EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

ADUCTORES DE AIRE (VACUUM BREAKERS)

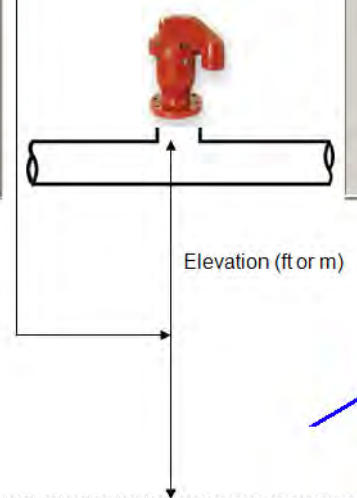


Name AIR-1
 1/2Stg Air Vcm
 Elevation 90

Device Data
 Inflow D 4
 Outflow D 1
 Init Vol 1.32
 Delay 1

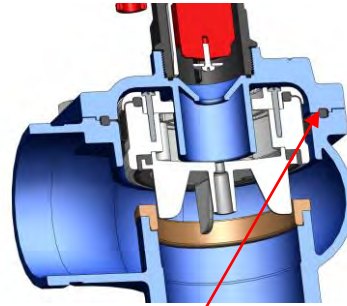
- Inflow diameter – in or mm
- Outflow diameter – in or mm
- (Init Vol) Initial Air Volume – ft³ or m³ *
- Delay - Valve activation time in seconds

Note: initial air volume is to model startup with accumulated air at air valve. For other applications this will be zero

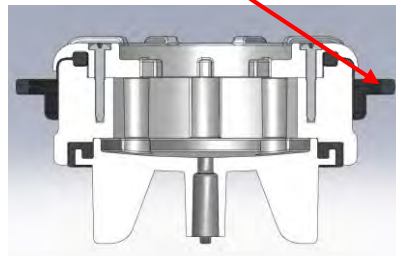


EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

VENTOSAS DE EFECTO DINÁMICO MOD D-070

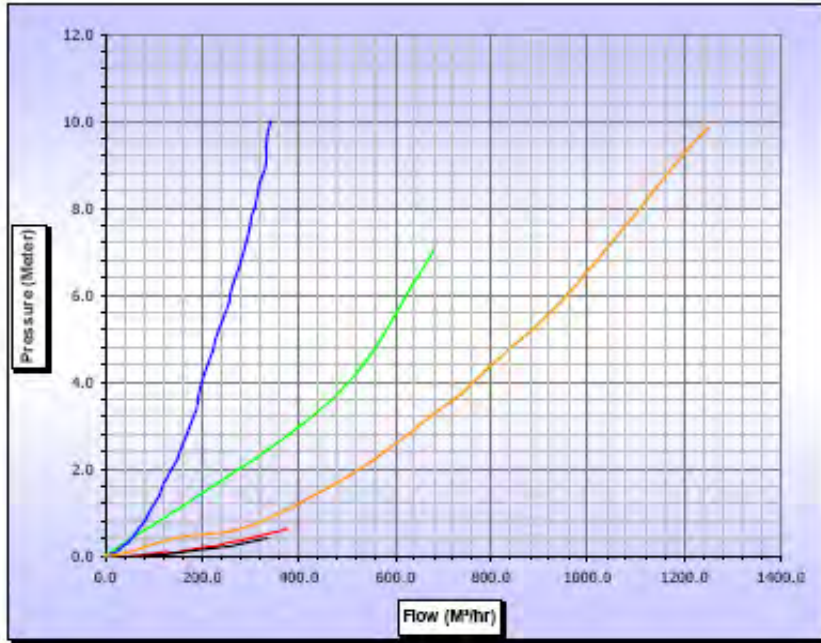


junta de EPDM

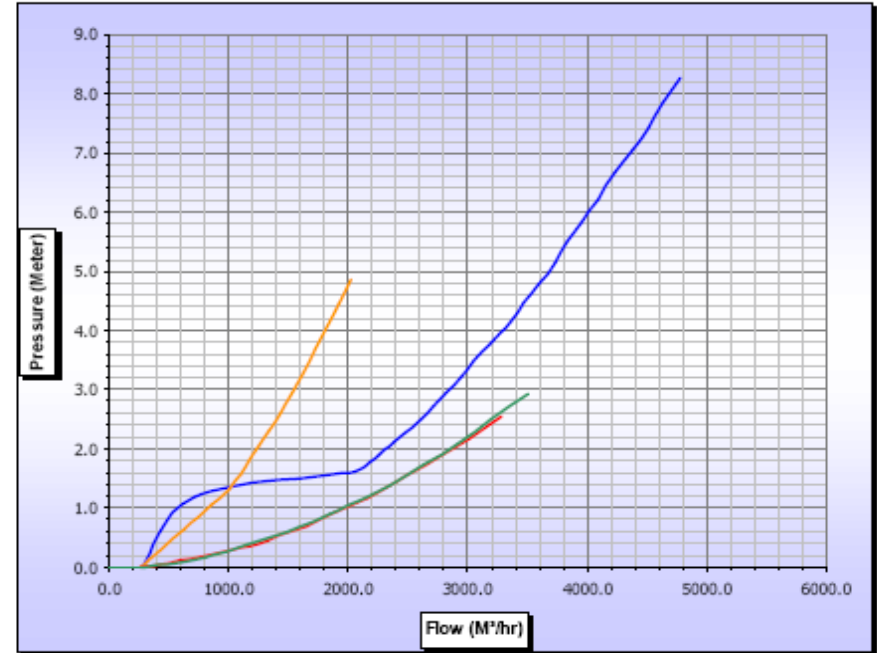


- **NORMALMENTE CERRADA.**
- **ES UNA VENTOSA DE PASO NOMINAL. GRAN CAPACIDAD DE VENDEO.**
- **SE PUEDE CONSIDERAR UNA VENTOSA “DE CIERRE LENTO”. SU PROCESO DE APERTURA – CIERRE ES LENTO.**
- **NO VA A TRASMITIR UN GOLPE DE ARIETE A LA LÍNEA.**
- **NO PRECISA UN COLCHÓN AMORTIGUADOR DE AIRE PARA AMORTIGUAR EL GOLPE DE ARIETE.**
- **NO PRESENTA “CIERRE PREMATURO”. VA A SACAR LA TOTALIDAD DEL AIRE.**
- **ALIVIA ENERGÍA DEL SISTEMA, EXPELIENDO AGUA AL EXTERIOR EN EL PROCESO DE CIERRE**

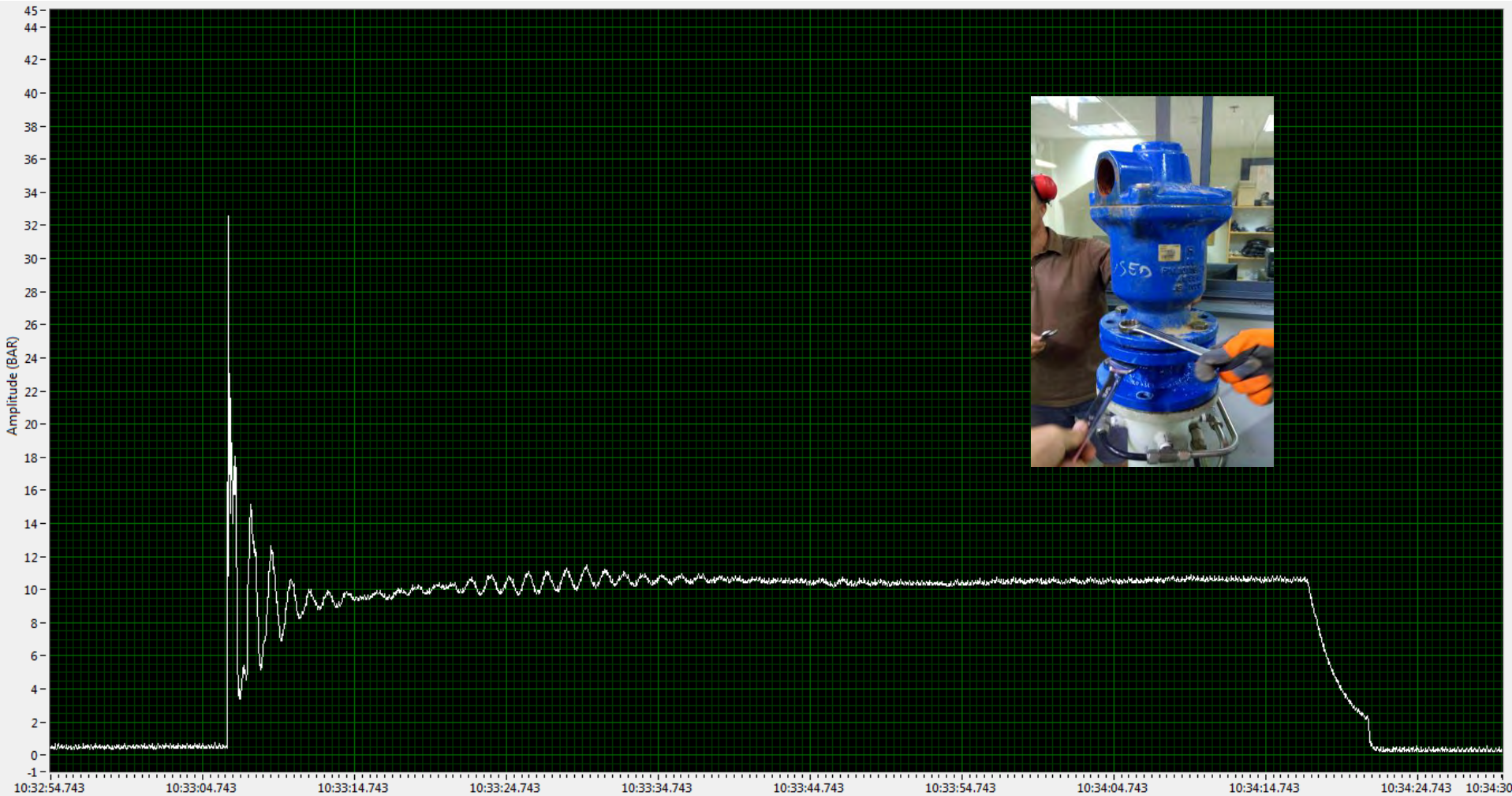
VENTOSAS DE EFECTO DINÁMICO MOD D-070



Green	D 050 2"	ARI
Red	2" nominal	irua
Black	d 060 2"	ari
Blue	d 040 2"	ari
Orange	d 070 2"	ari



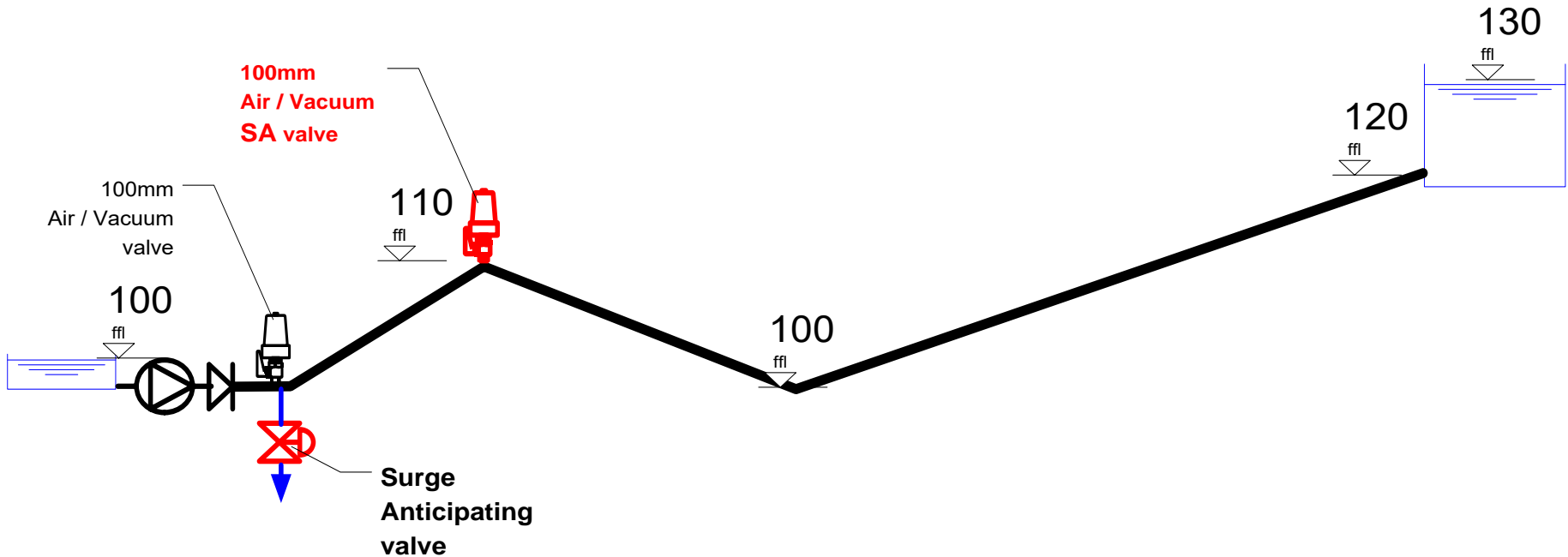
Blue	d 070 4"	ari
Orange	d 050 4"	ari
Red	4" comb 952	irua
Green	d 060 4"	ari





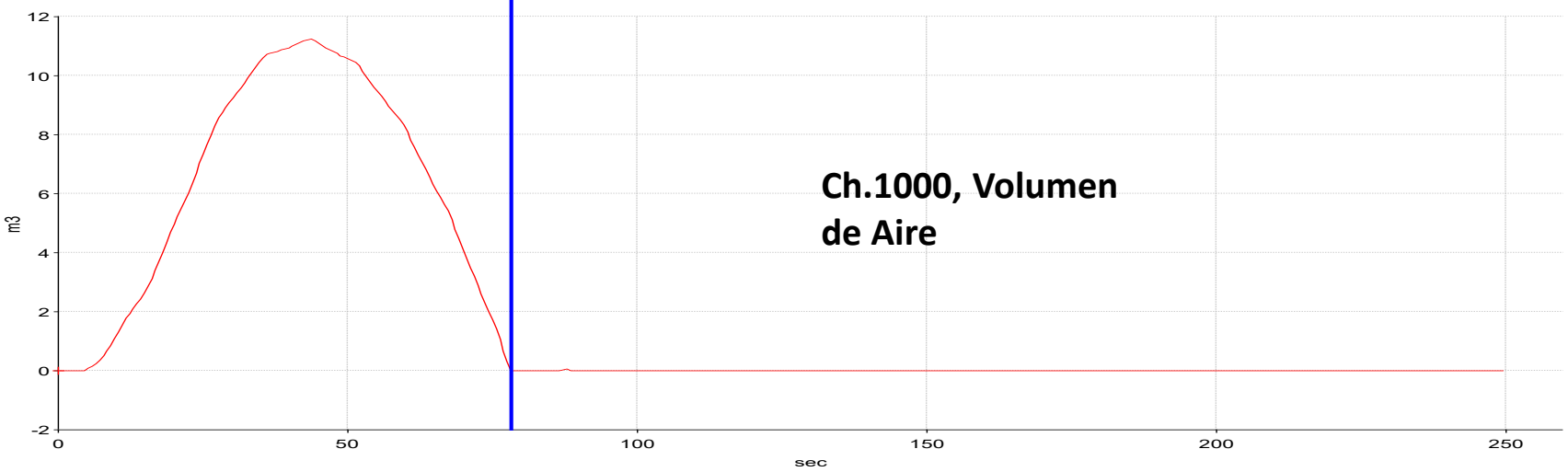
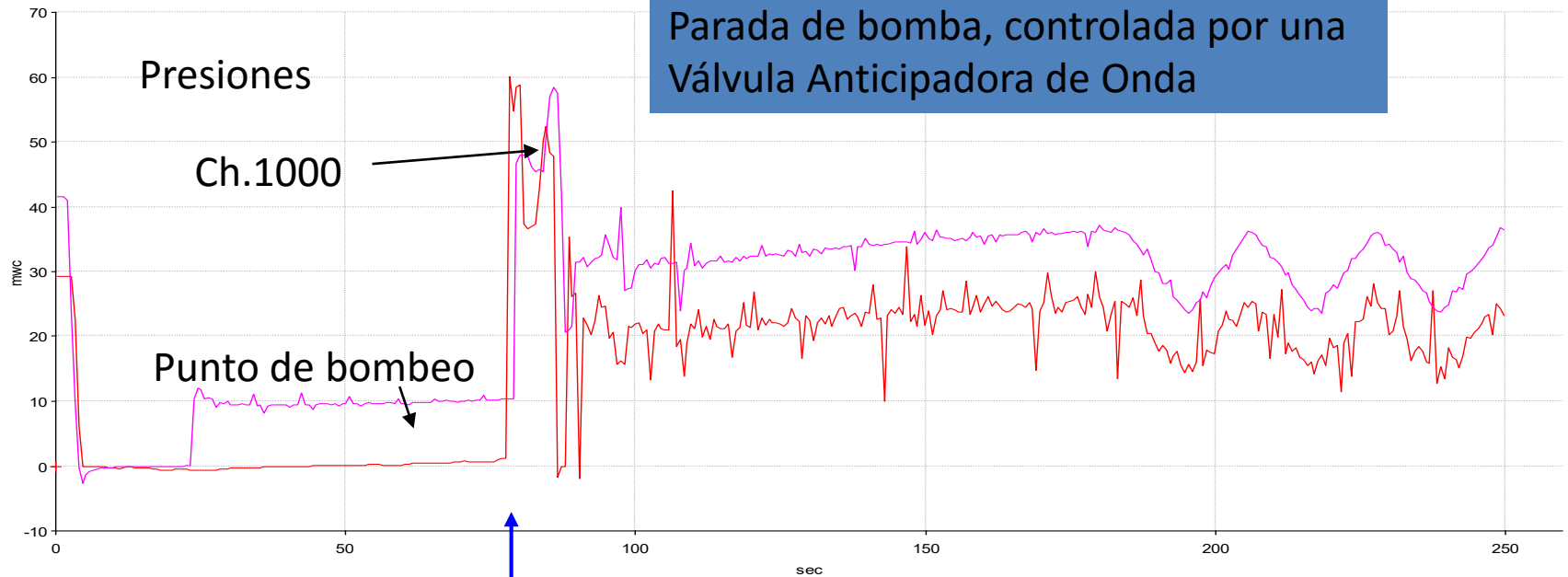


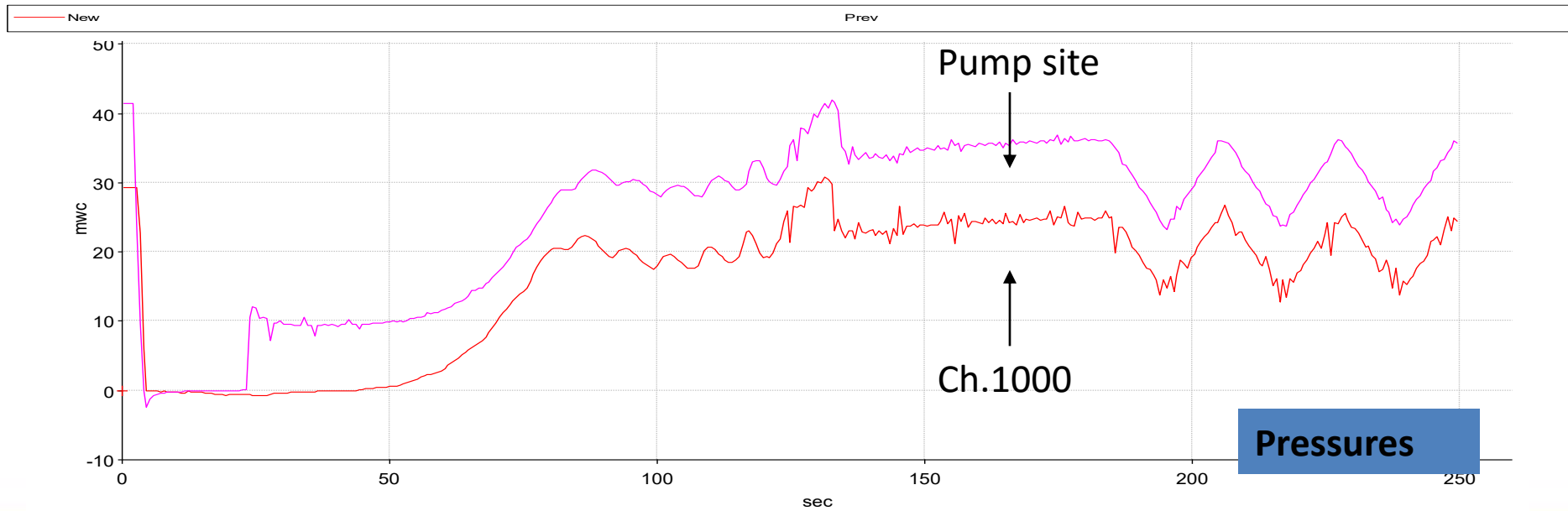
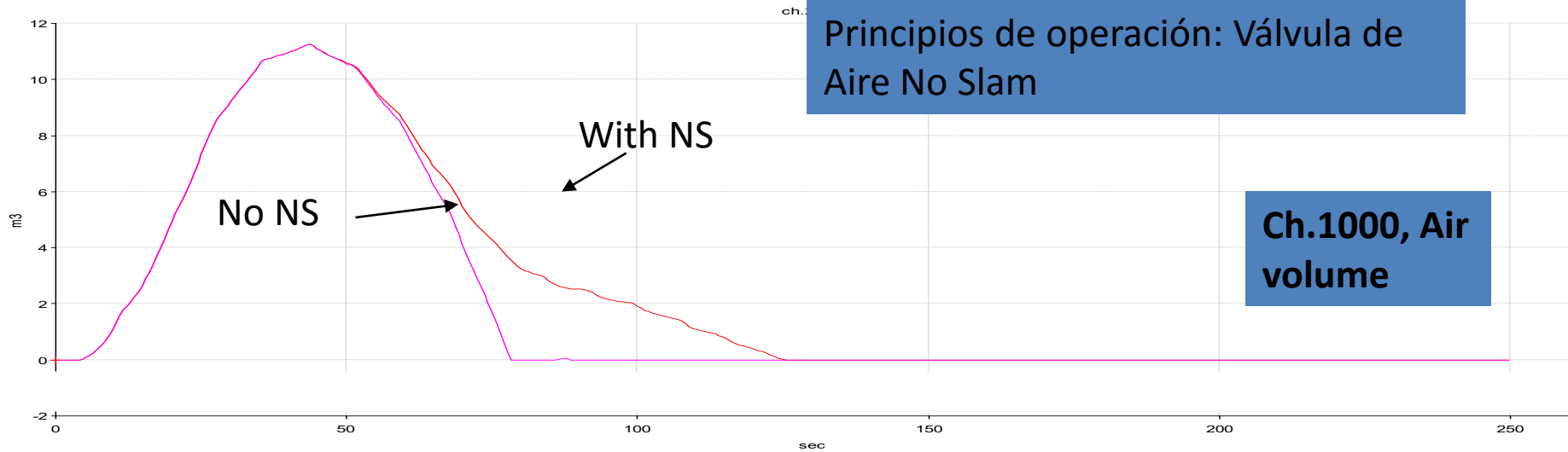
Parada de bomba, controlada por una Válvula Anticipadora de Onda y Válvula de Aire No Slam



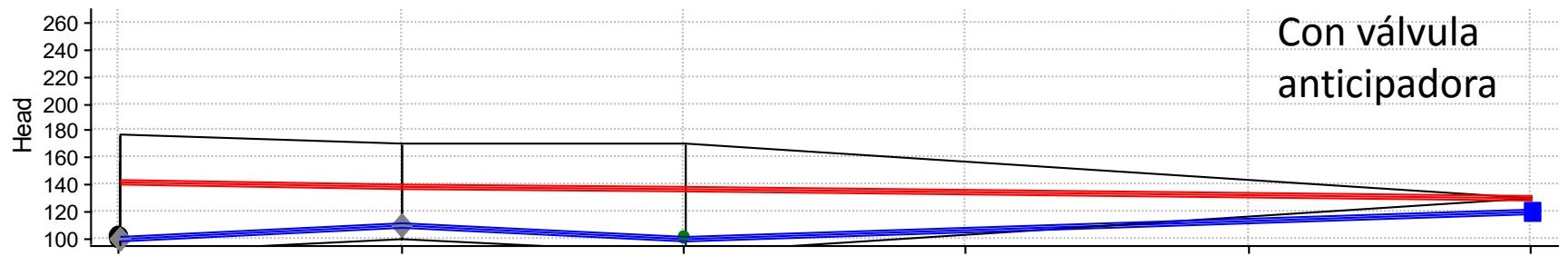
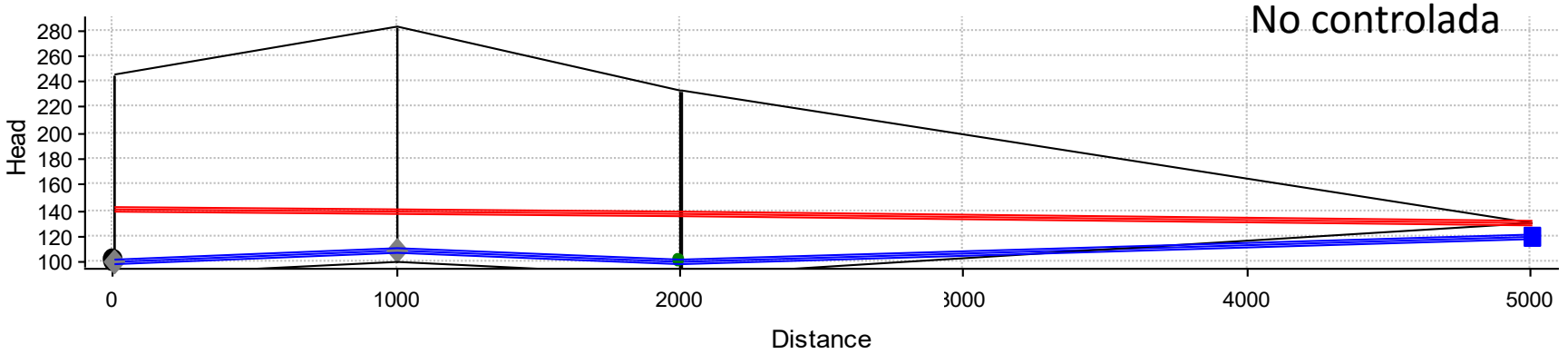
EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

Parada de bomba, controlada por una Válvula Anticipadora de Onda

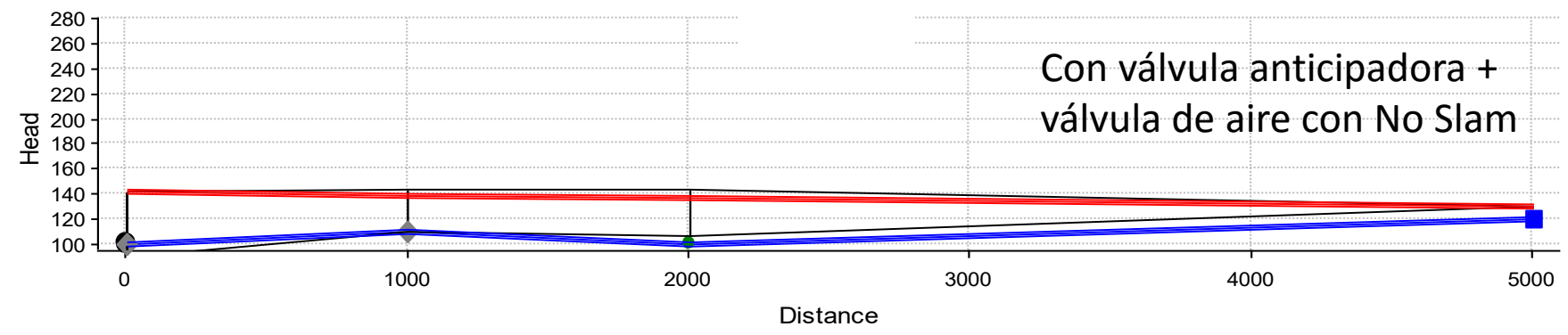




EFECTO DEL CIERRE DINÁMICO DE LAS VENTOSAS

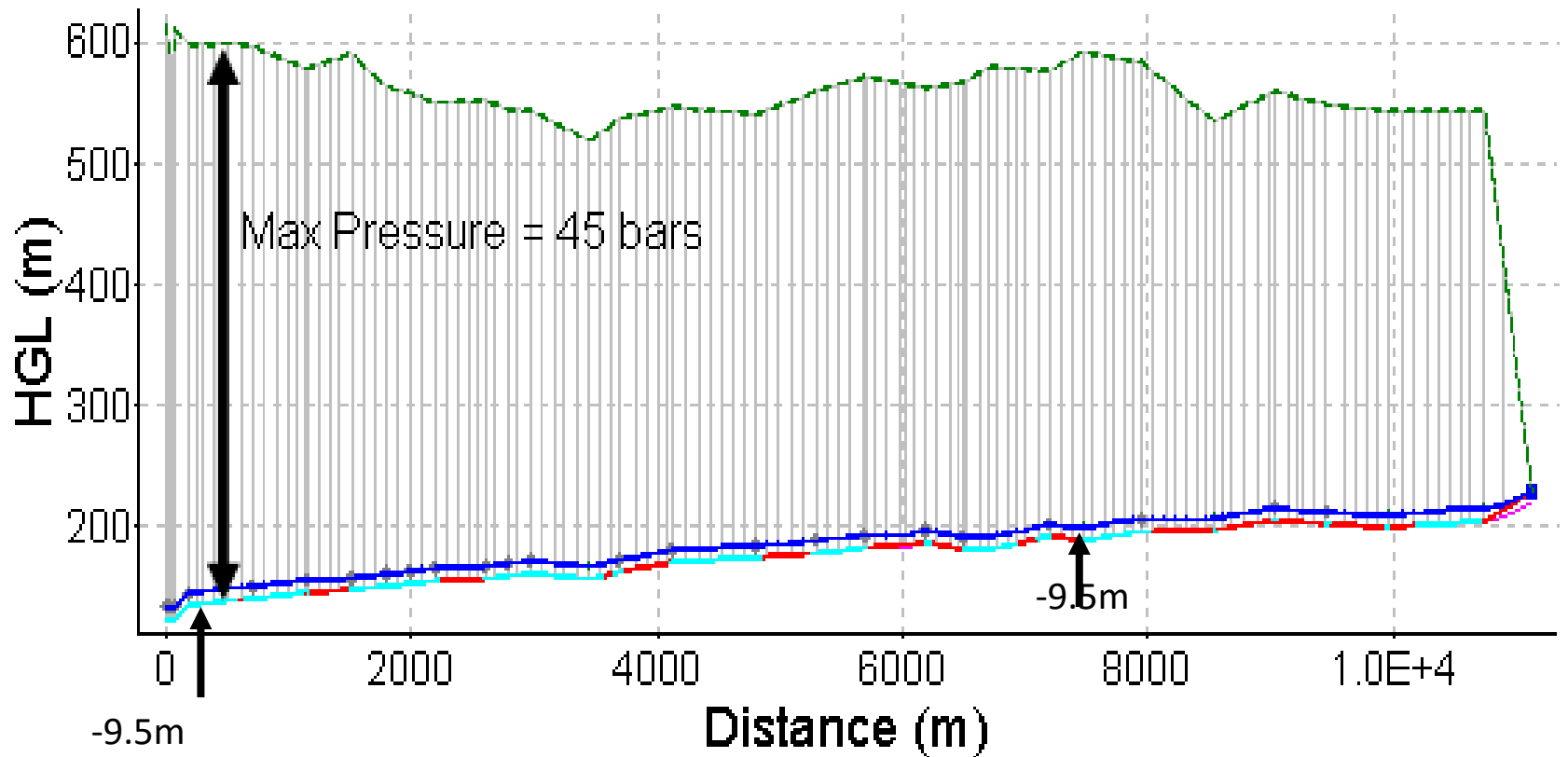


Time 0.12

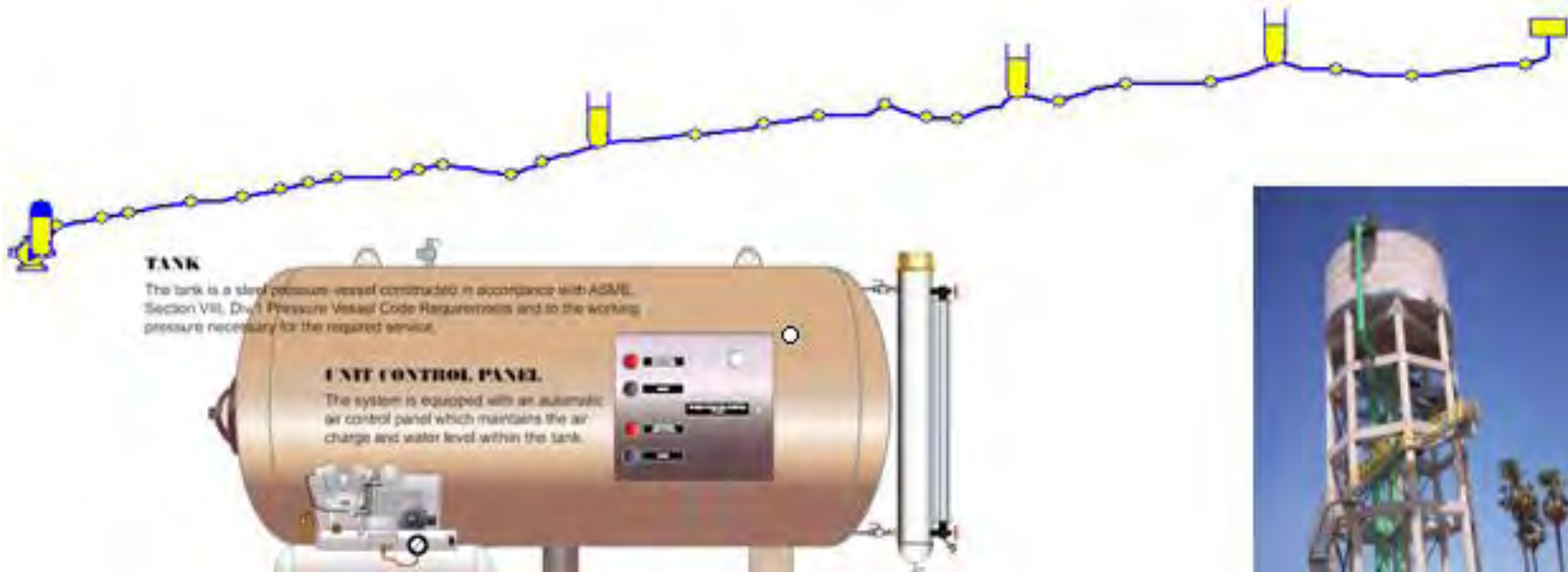


CASOS DE ESTUDIO

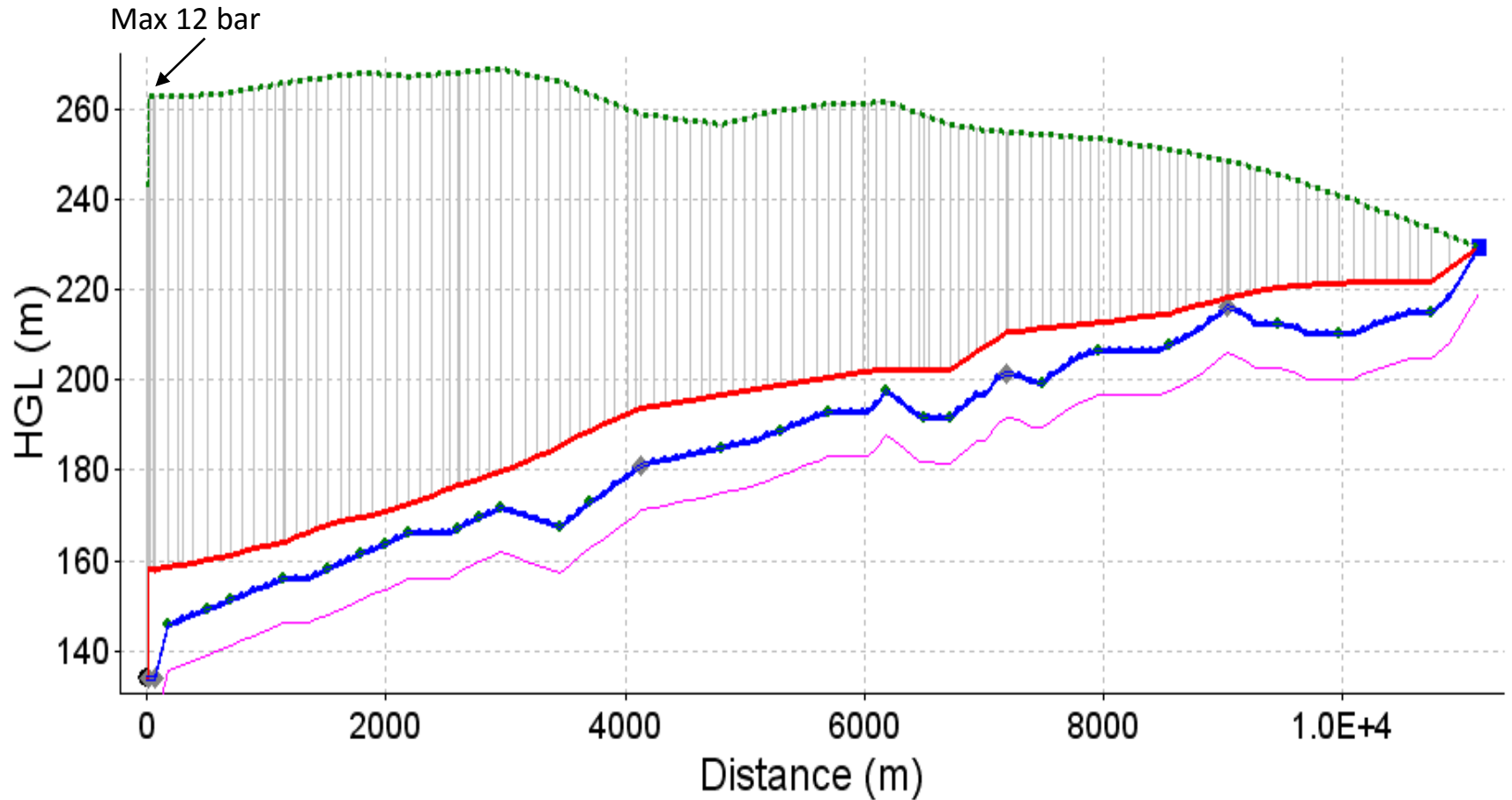
CASO REAL. ANÁLISIS PARA LA TOMA DE DECISIONES



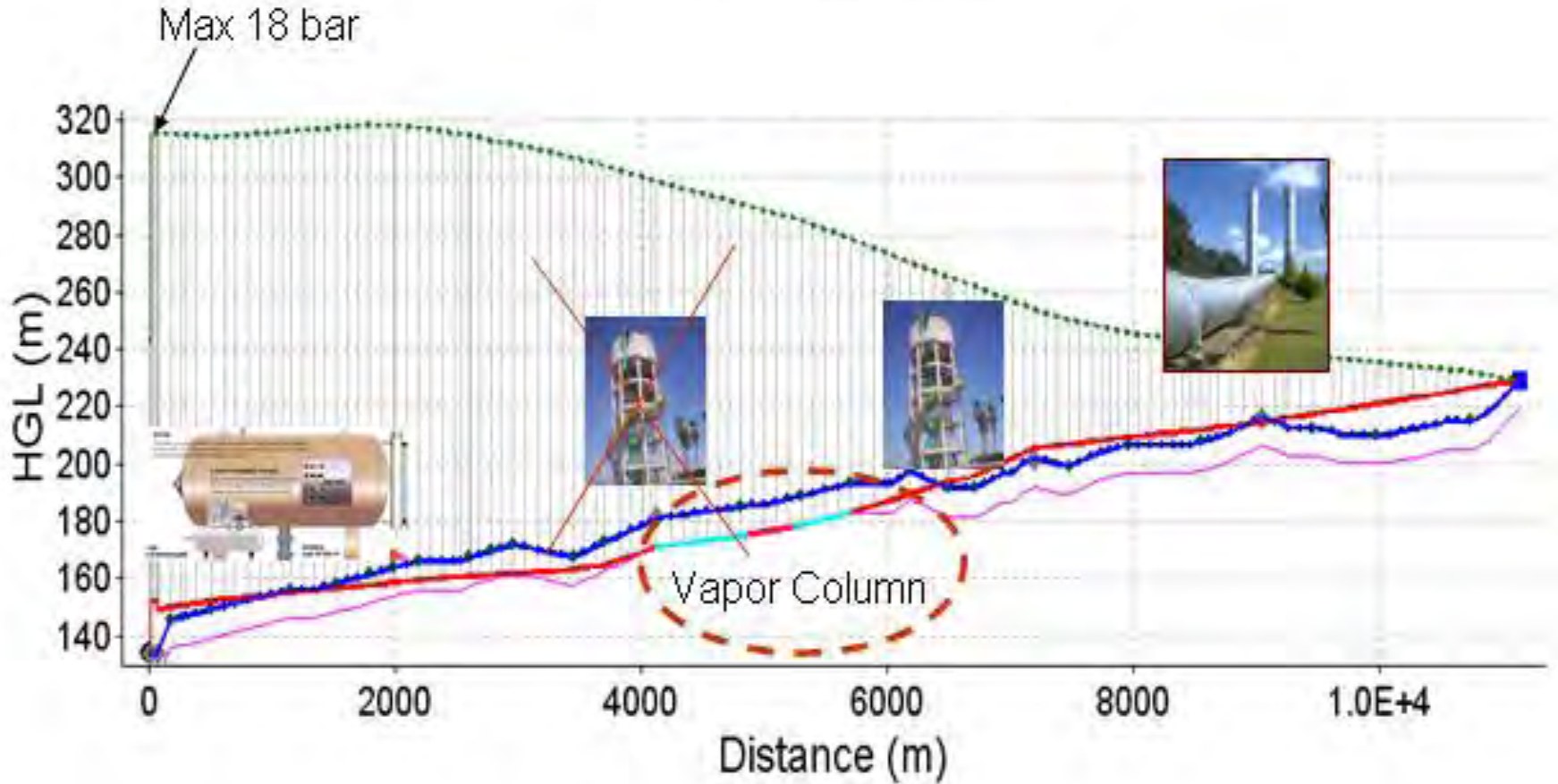
ALTERNATIVA N°1. CALDERINES DE COMPRESOR Y TANQUES UNIDIRECCIONALES



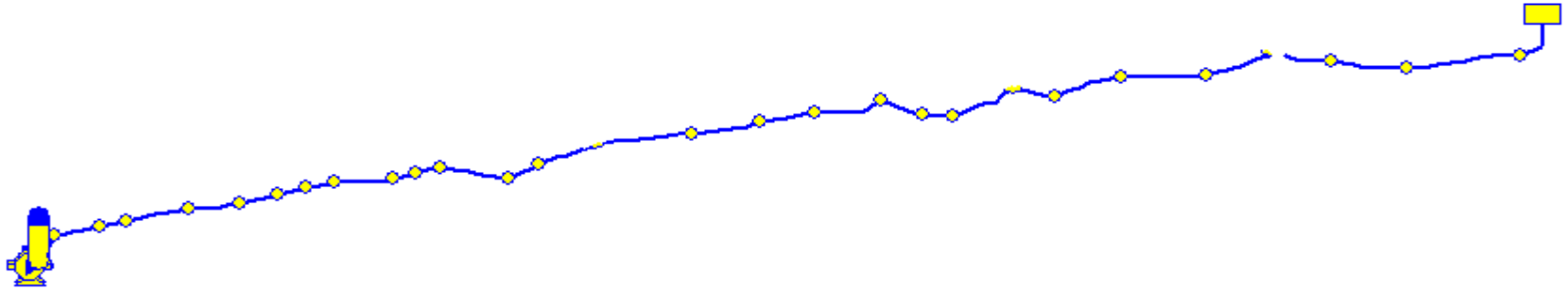
ALTERNATIVA N°1. CALDERINES DE COMPRESOR Y TANQUES UNIDIRECCIONALES



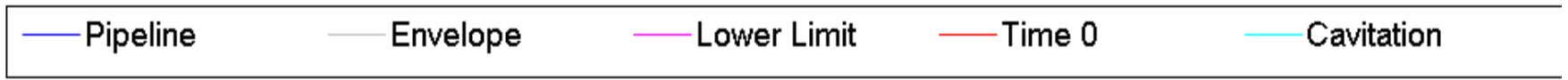
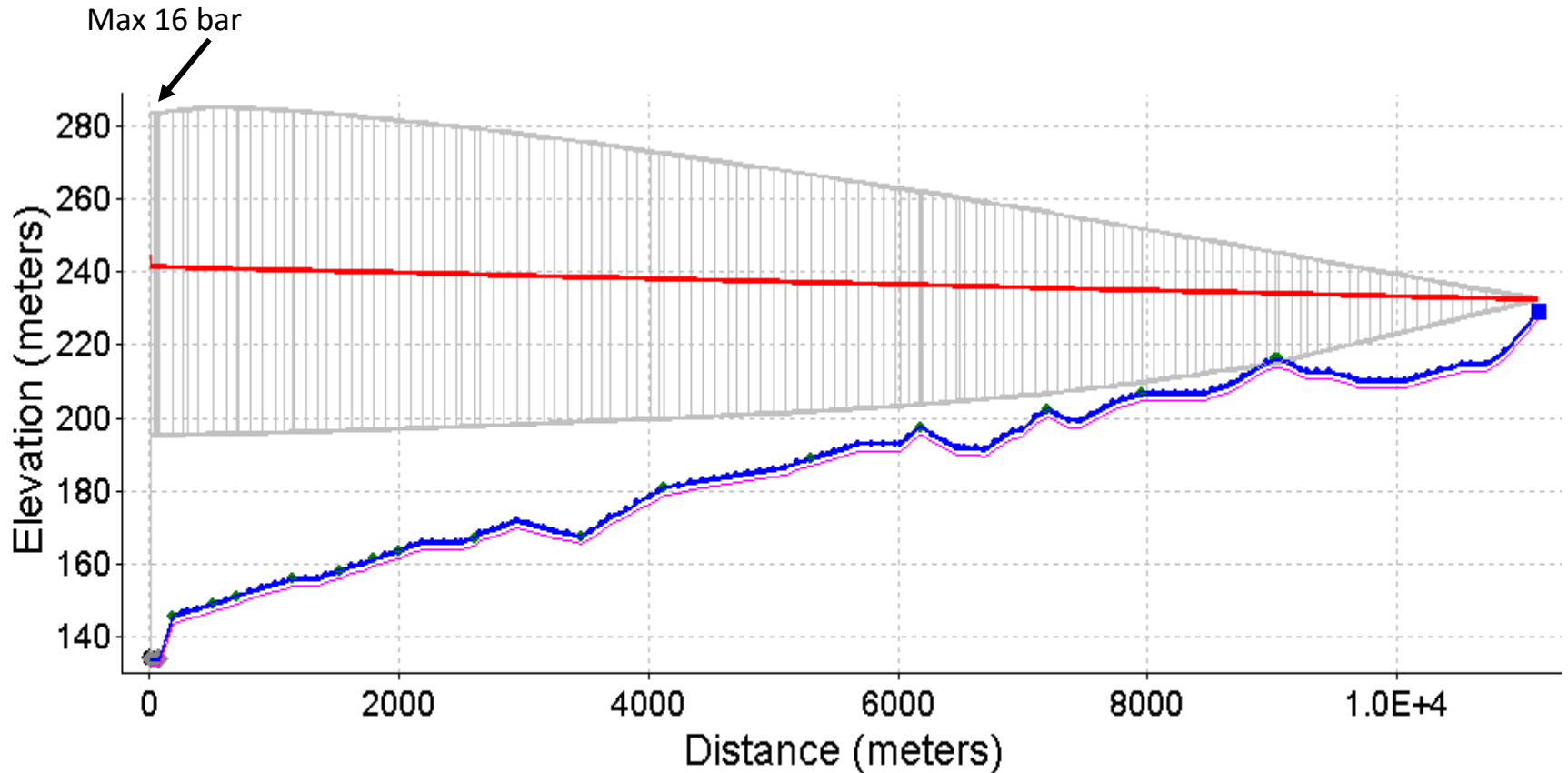
ALTERNATIVA N°1. CALDERINES DE COMPRESOR Y TANQUES UNIDIRECCIONALES



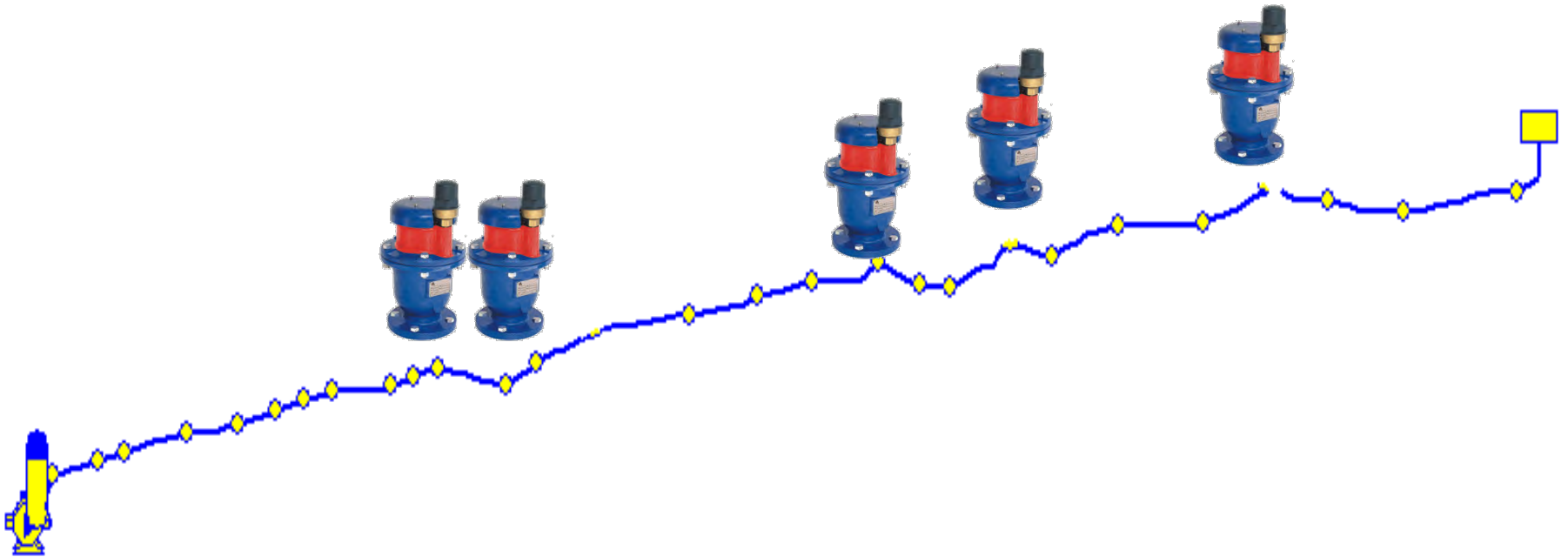
ALTERNATIVA Nº2. CALDERINES DE VEJIGA (3 x 75 m³)



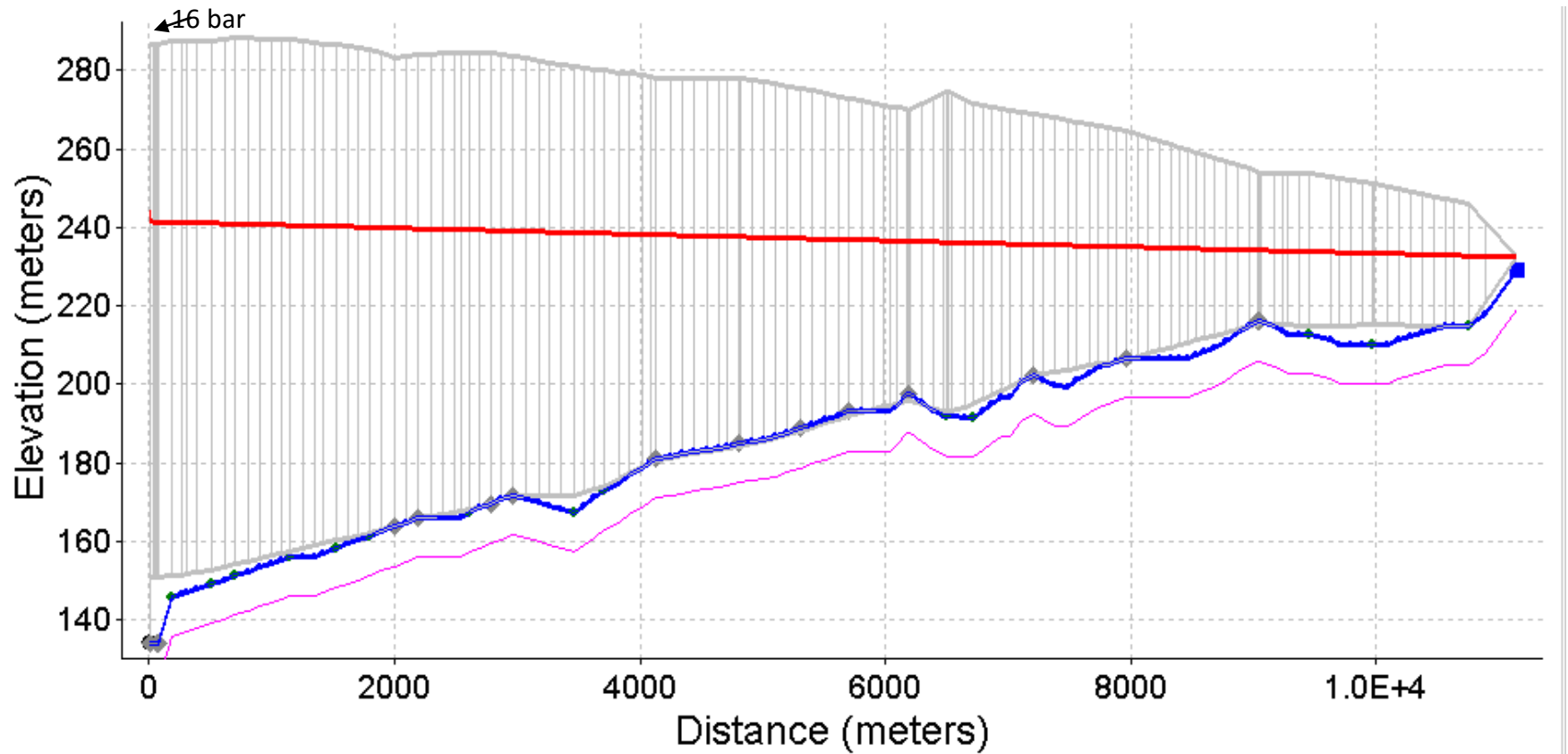
ALTERNATIVA Nº2. CALDERINES DE VEJIGA (3 x 75 m³)



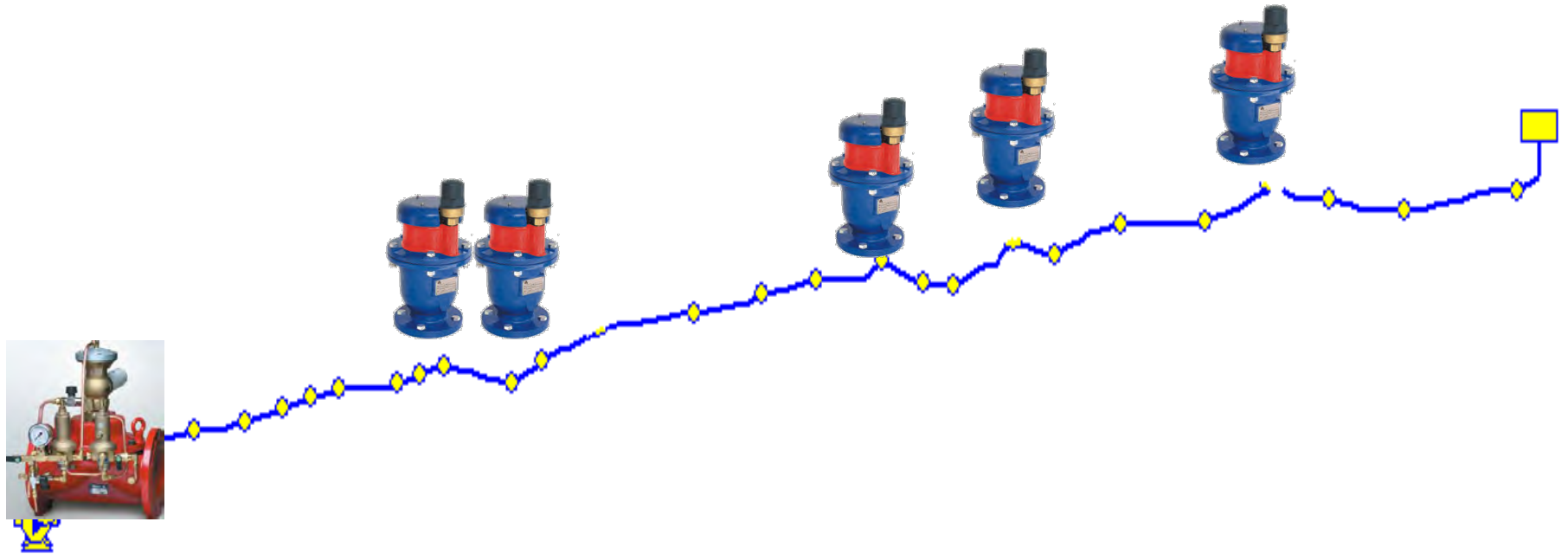
ALTERNATIVA Nº3. CALDERINES DE VEJIGA (3 x 50 m³) + VENTOSAS DE CIERRE LENTO DN250



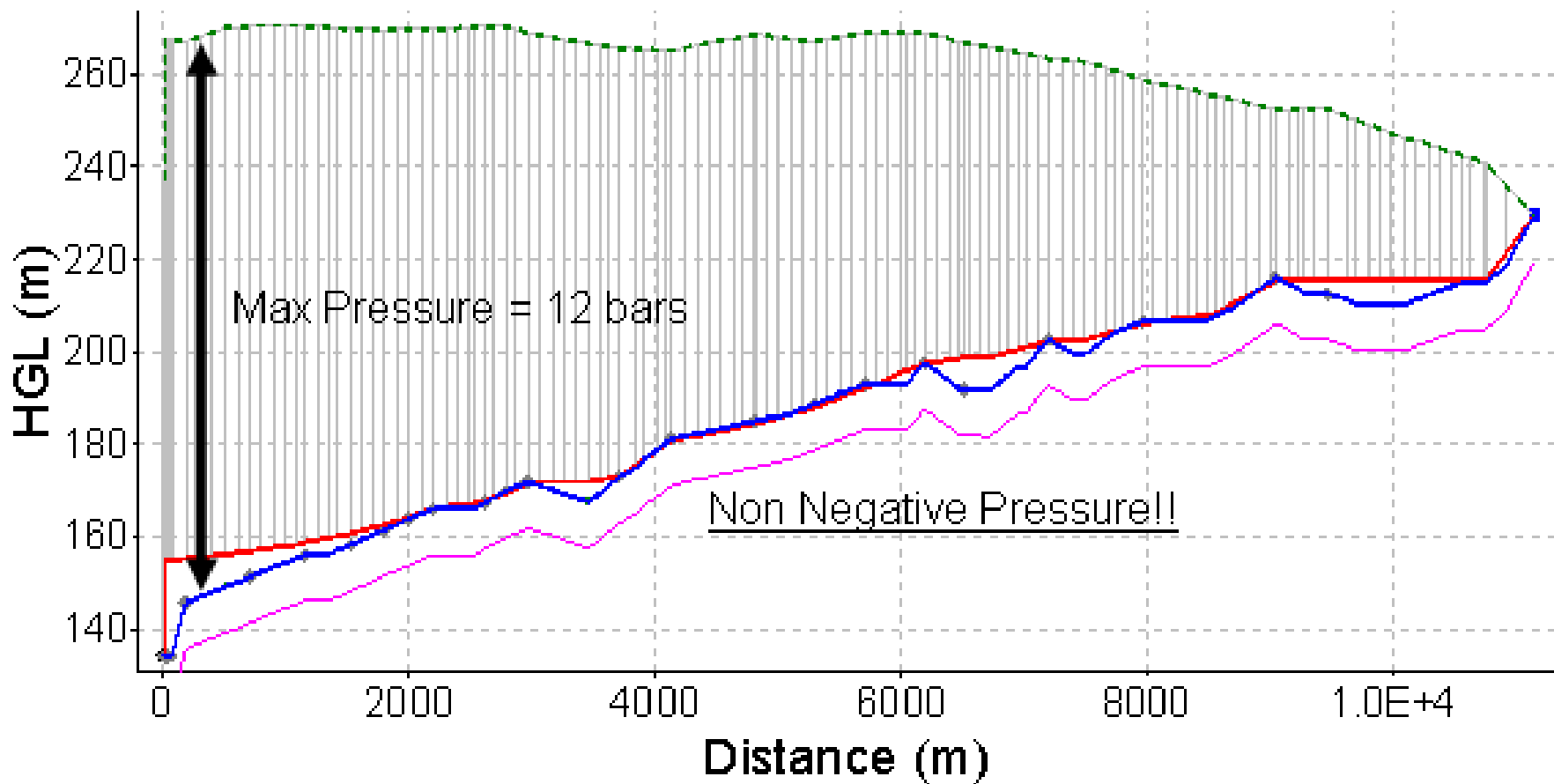
ALTERNATIVA Nº3. CALDERINES DE VEJIGA (3 x 50 m³) + VENTOSAS DE CIERRE LENTO DN250



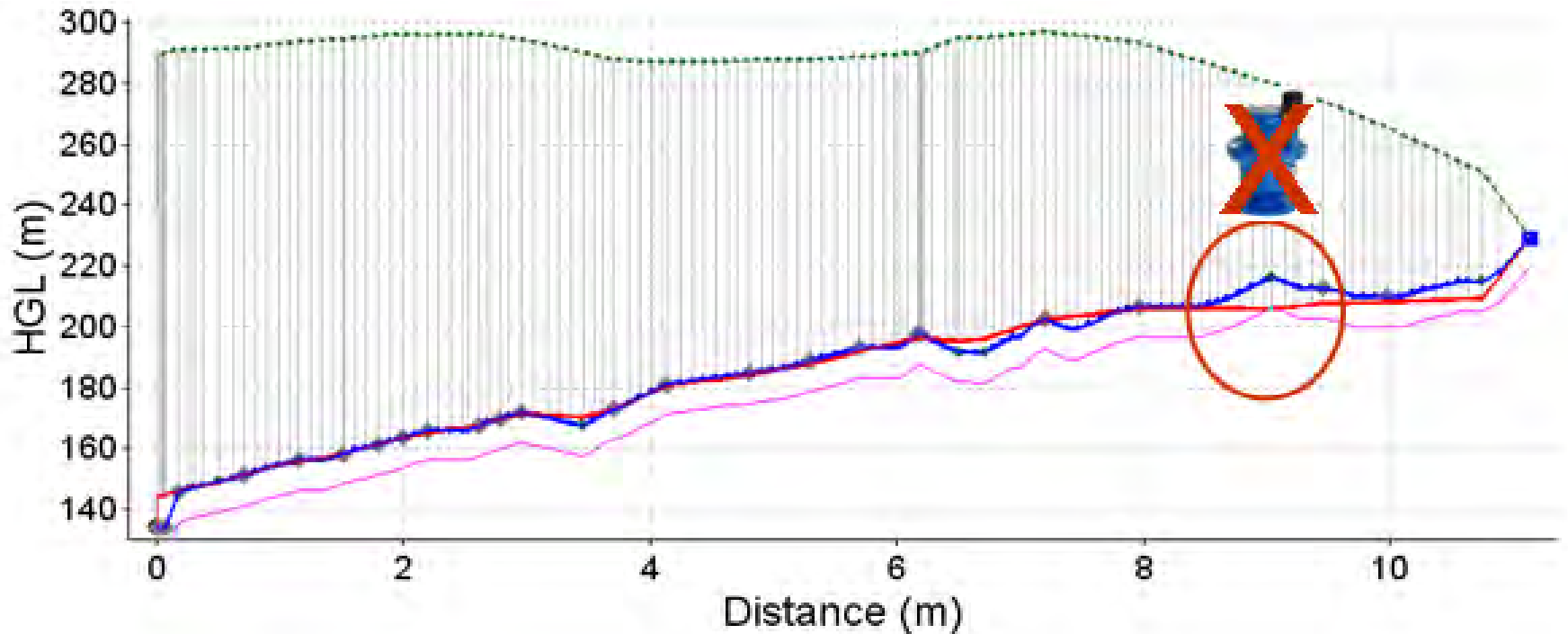
ALTERNATIVA N°4. ANTICIPADORAS DE ONDA (4 x 16") + VENTOSAS DE CIERRE LENTO DN250



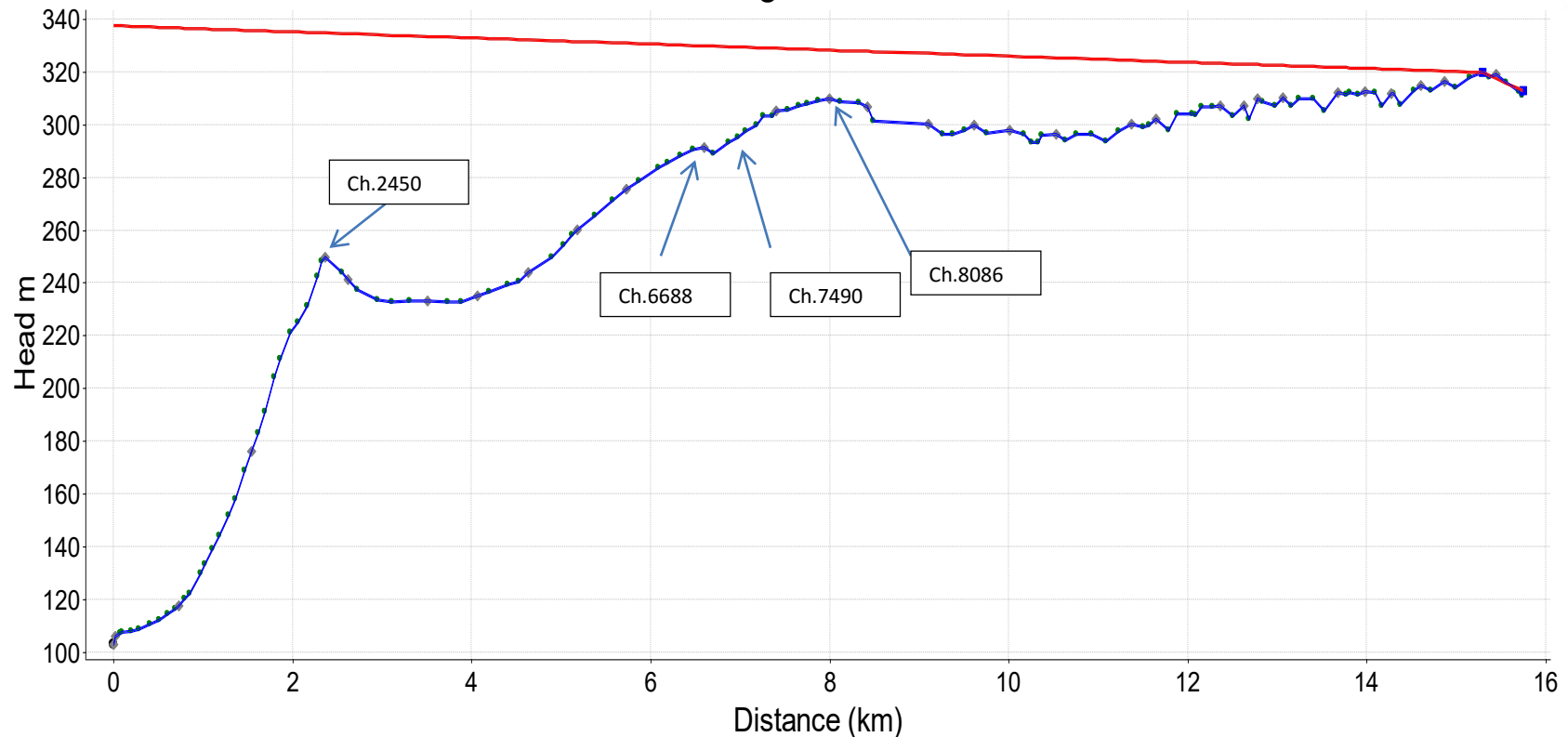
ALTERNATIVA N°4. ANTICIPADORAS DE ONDA (4 x 16") + VENTOSAS DE CIERRE LENTO DN250



ALTERNATIVA N°4. ANTICIPADORAS DE ONDA (4 x 16") + VENTOSAS DE CIERRE LENTO DN250

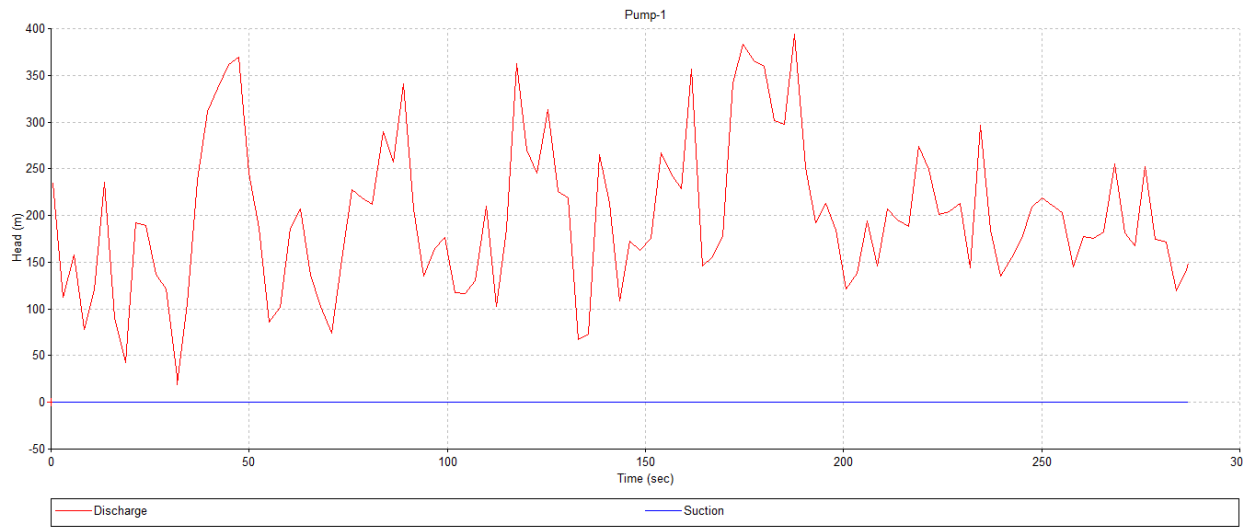
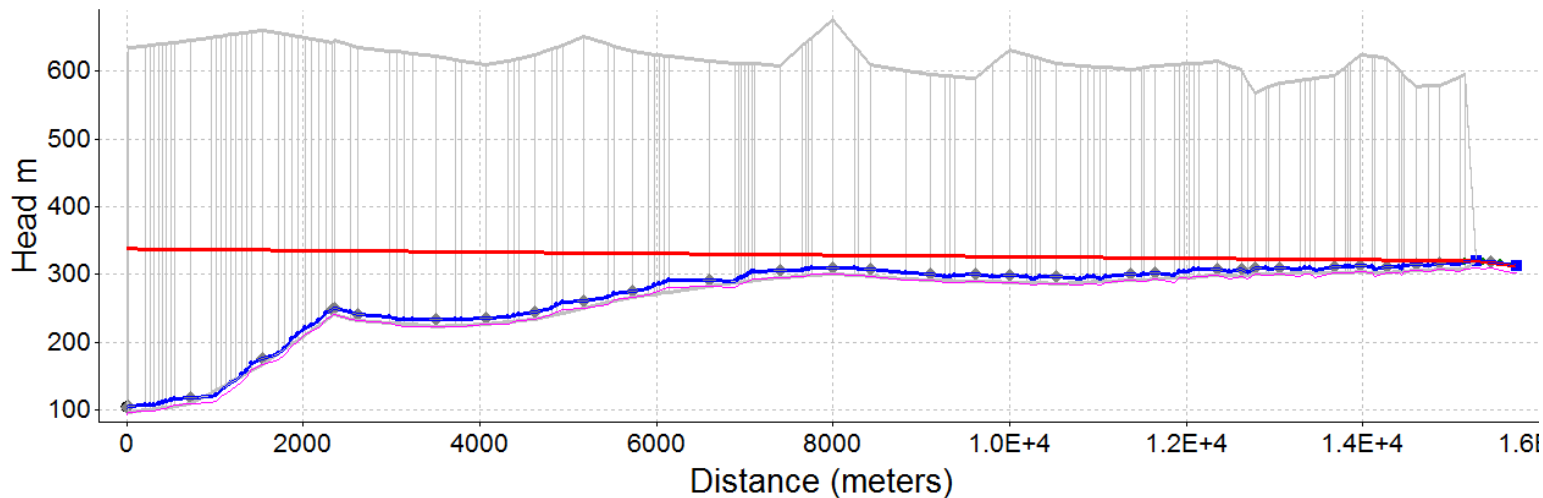


Original Data

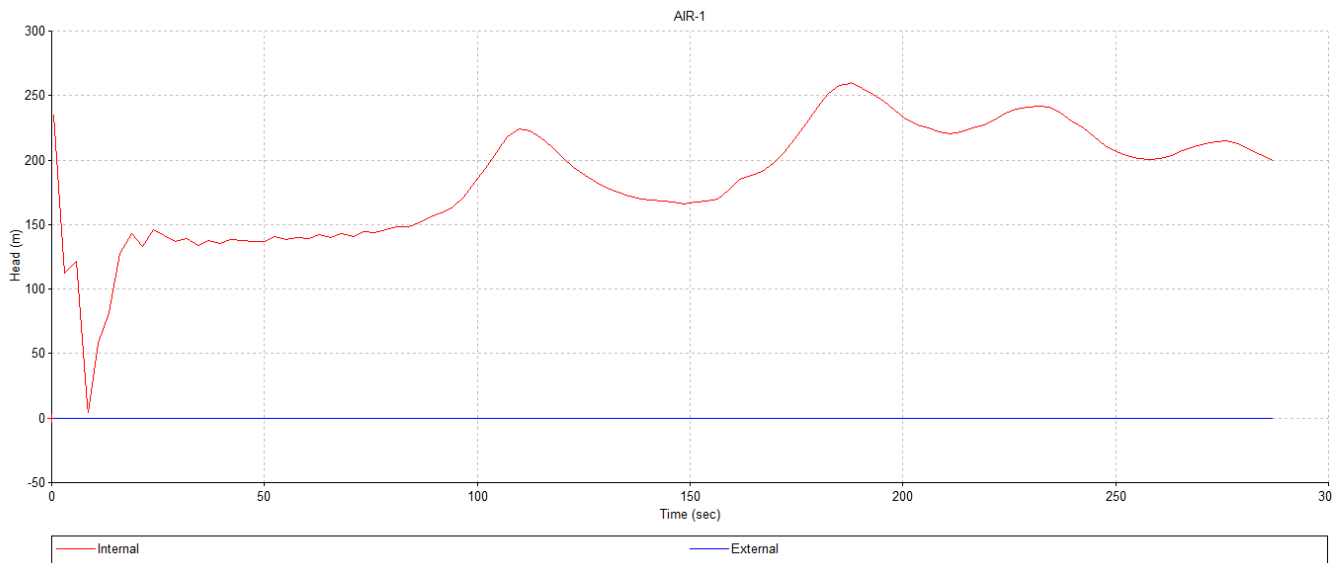
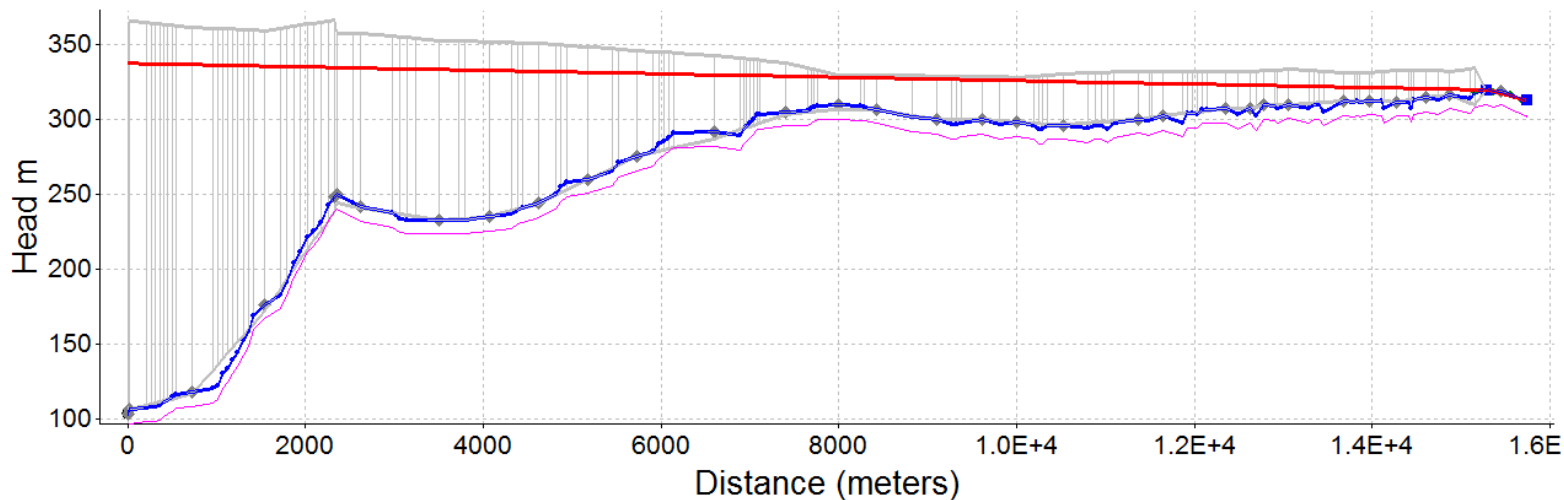


- Pipe diameter: 1700 mm
- Material: Steel
- Friction factor $Ch_w=150$
- Collapse pressure (applying x3 safet factor) calculated to be 0.55m
- Calculated Celerity (pressure wave speed) 963m/s.
- Pumps head was assumed 233m, to enable the specified flow rate 15600m³/h

Time 0



Time 0



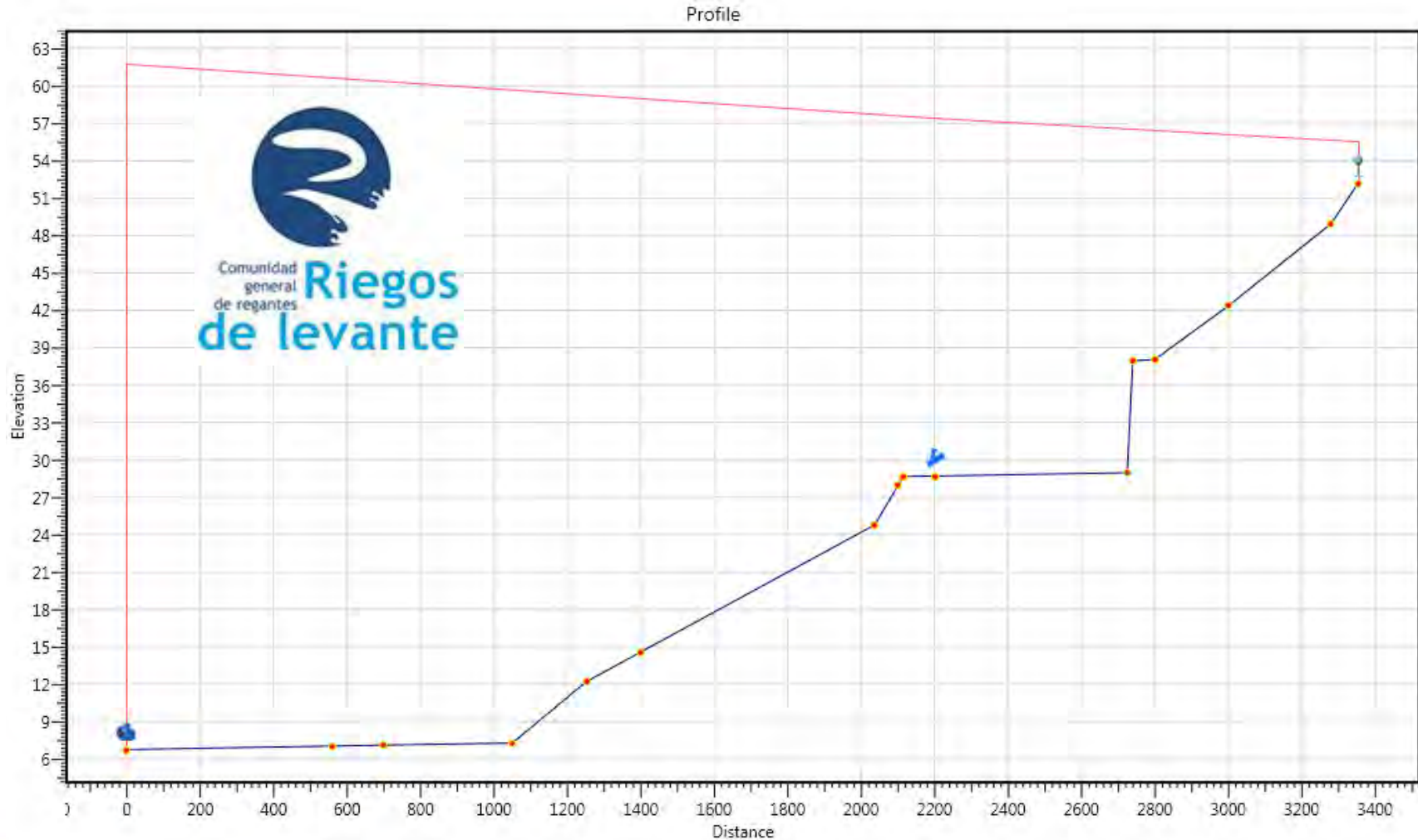




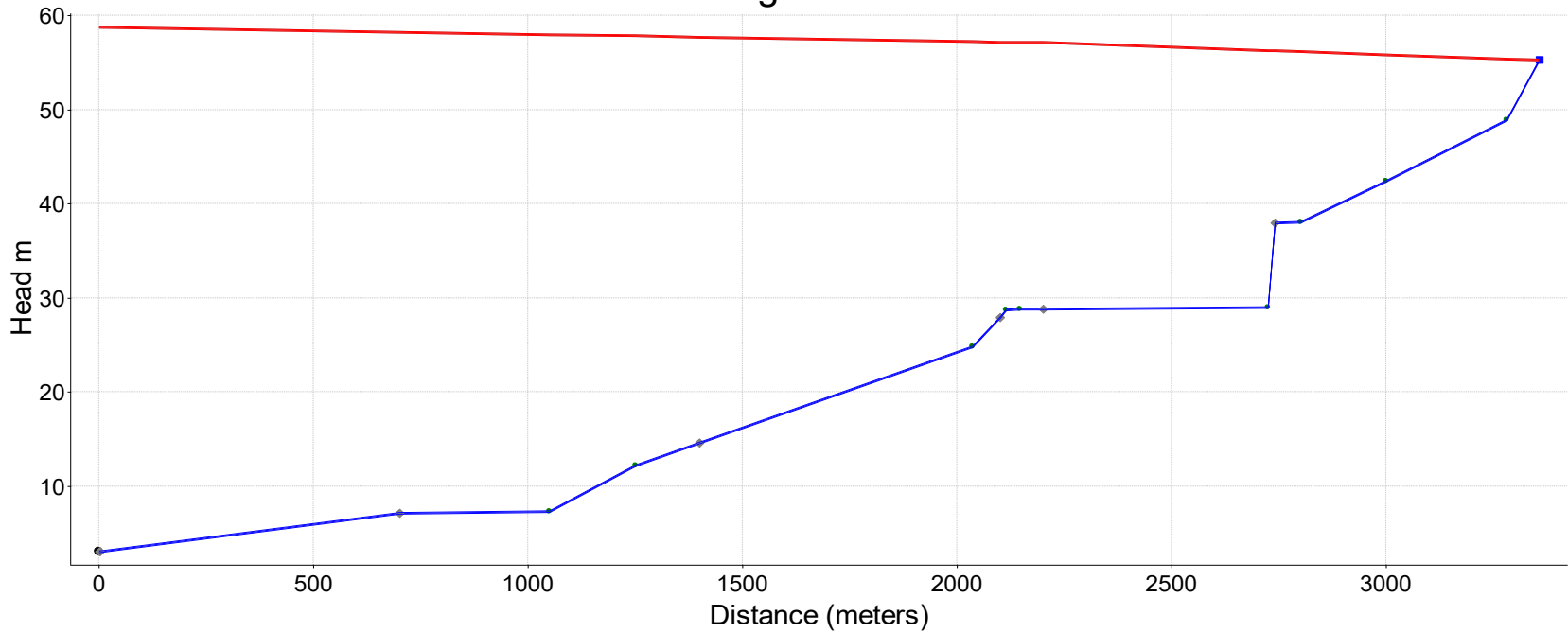




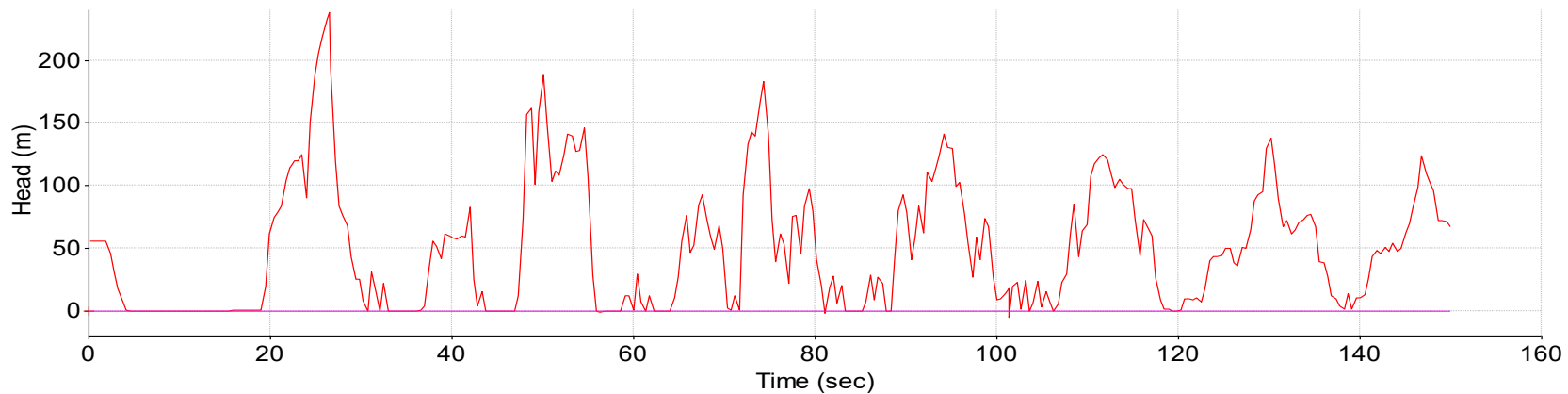
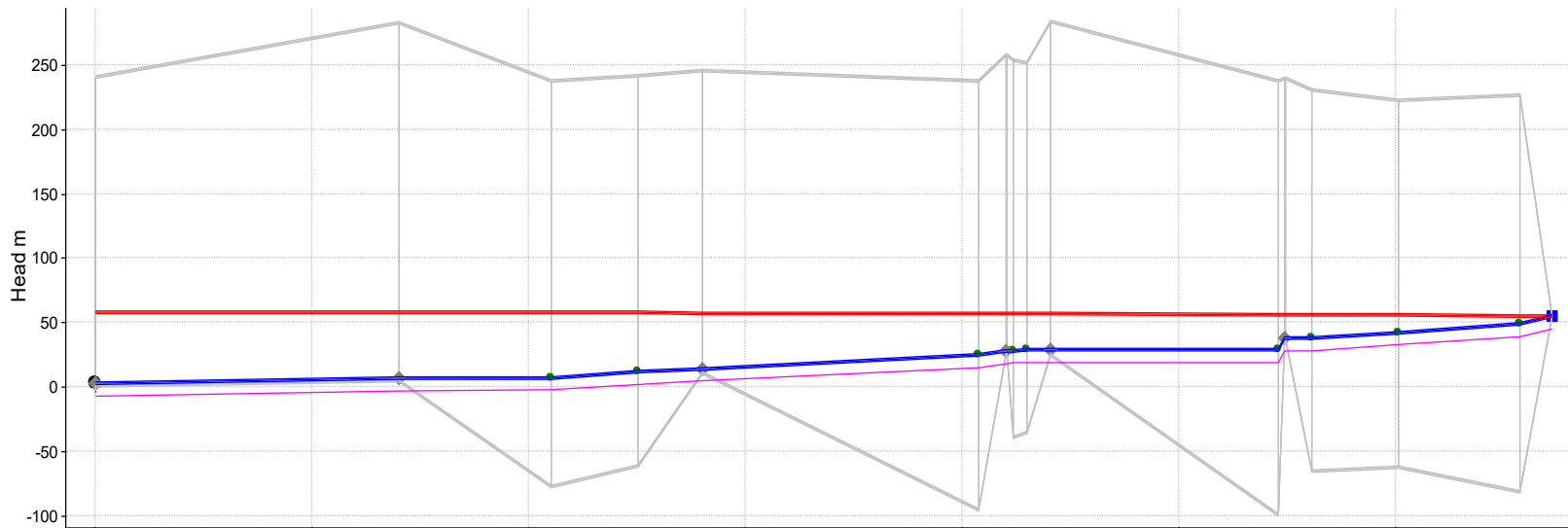
Estudio golpe de Ariete en impulsiones (Impulsión a las elevaciones tercera y cuarta)

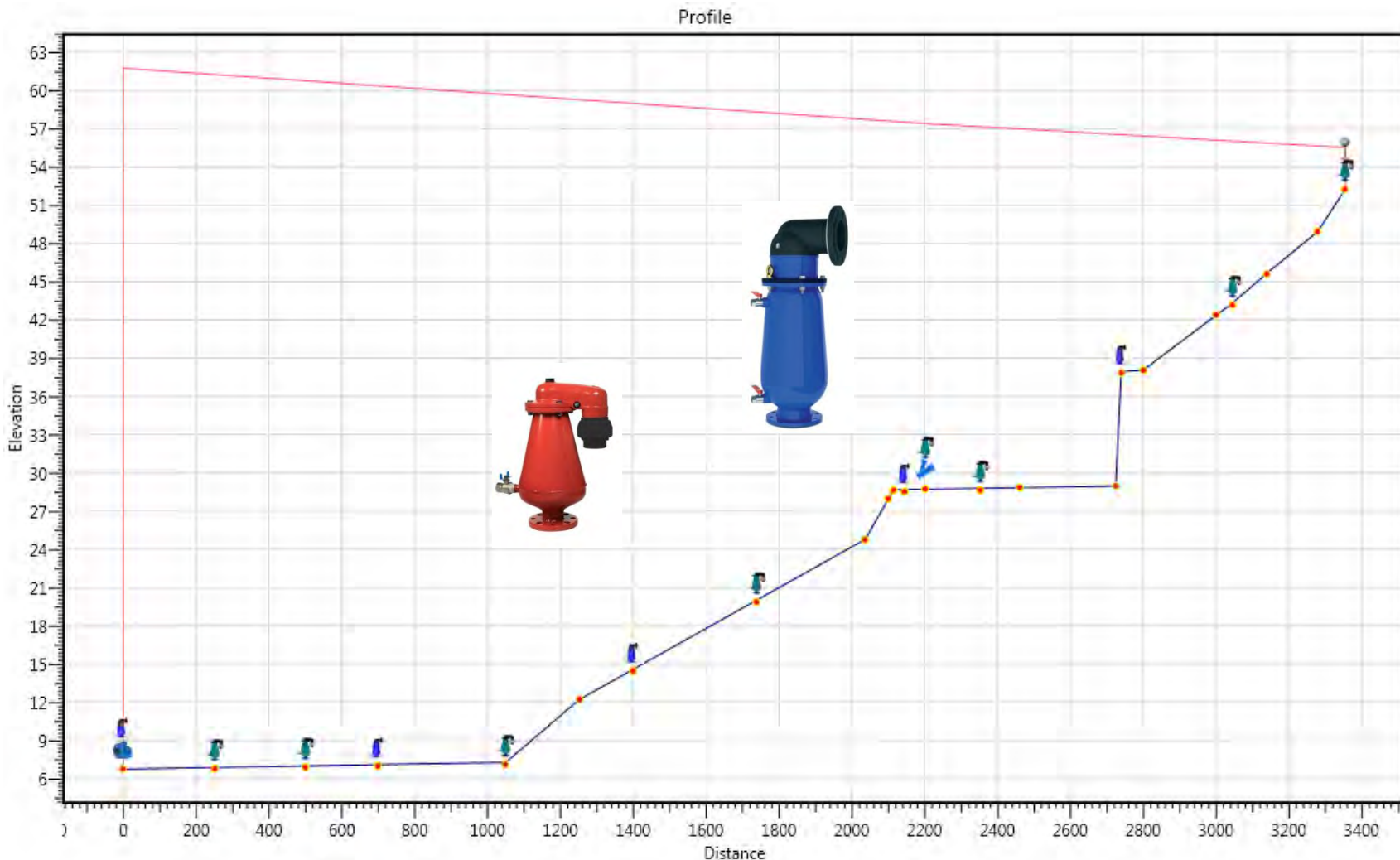


Original Data



SIN PROTECCIÓN

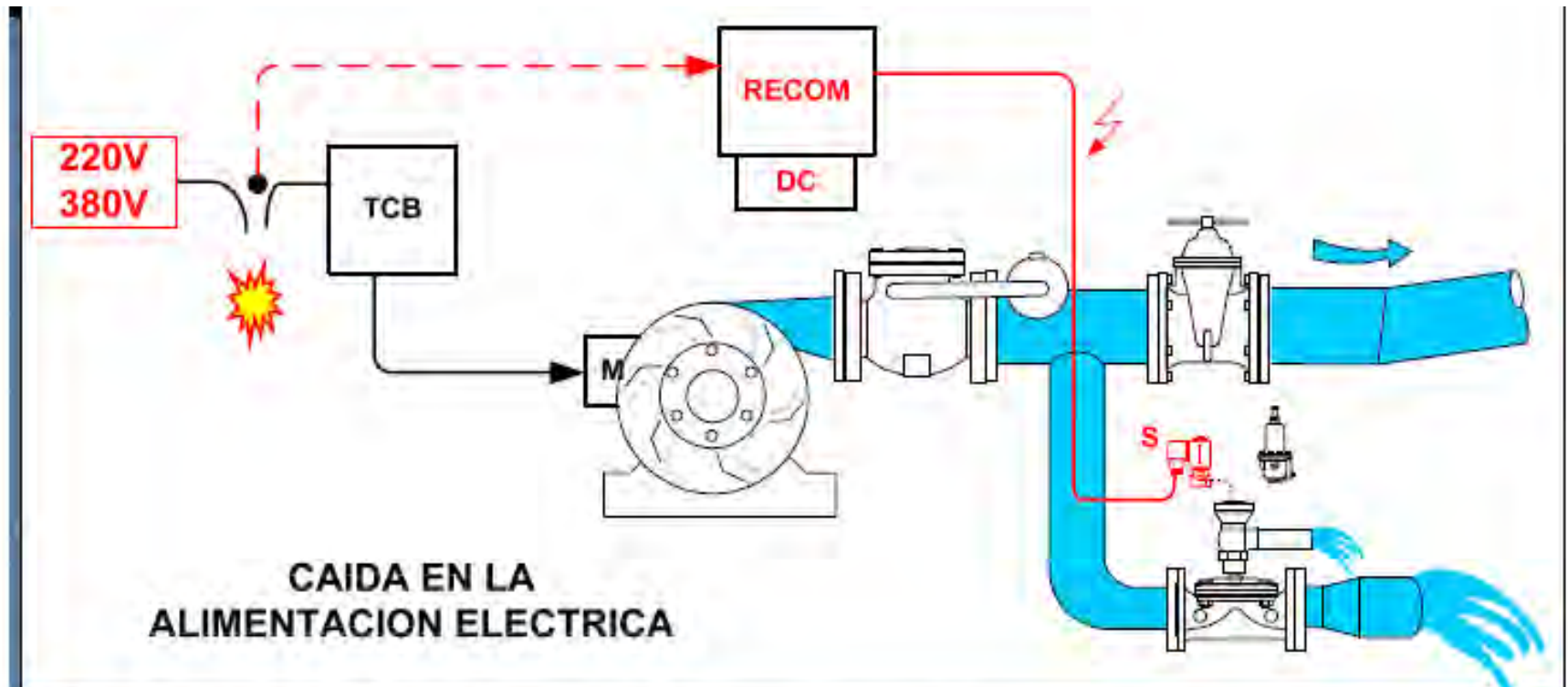






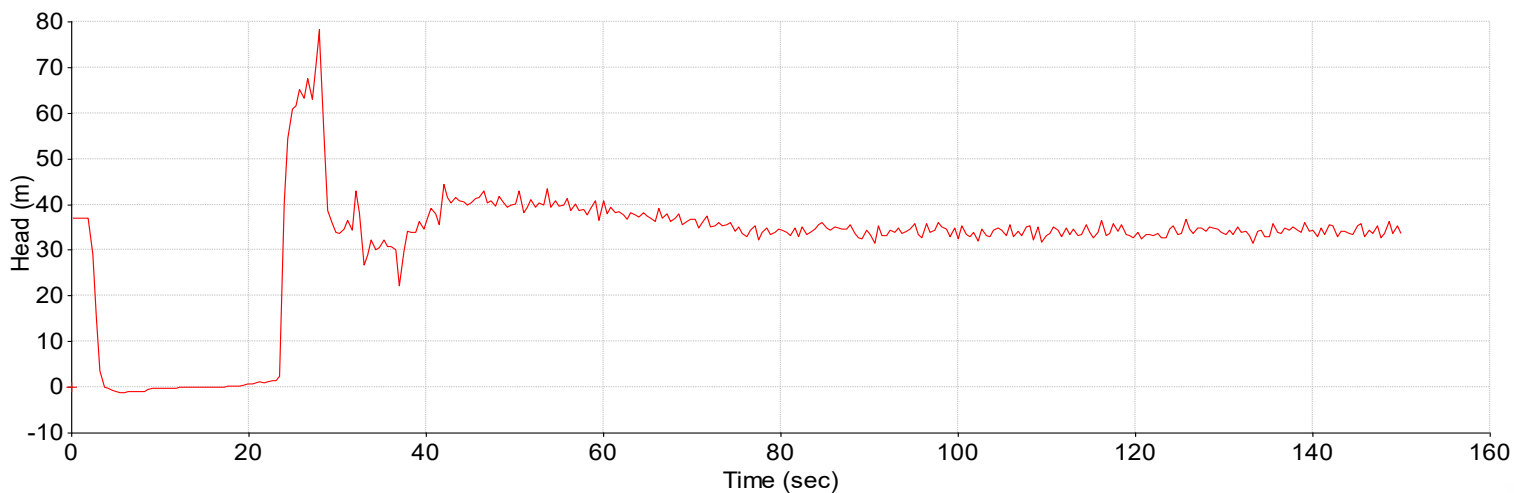
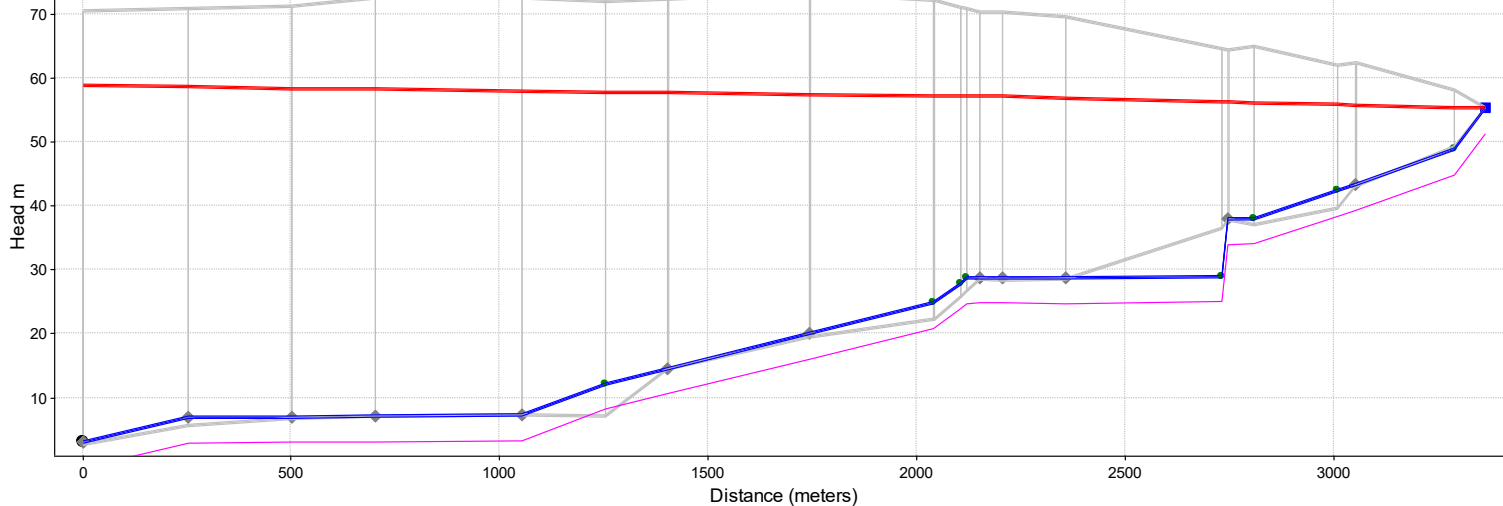


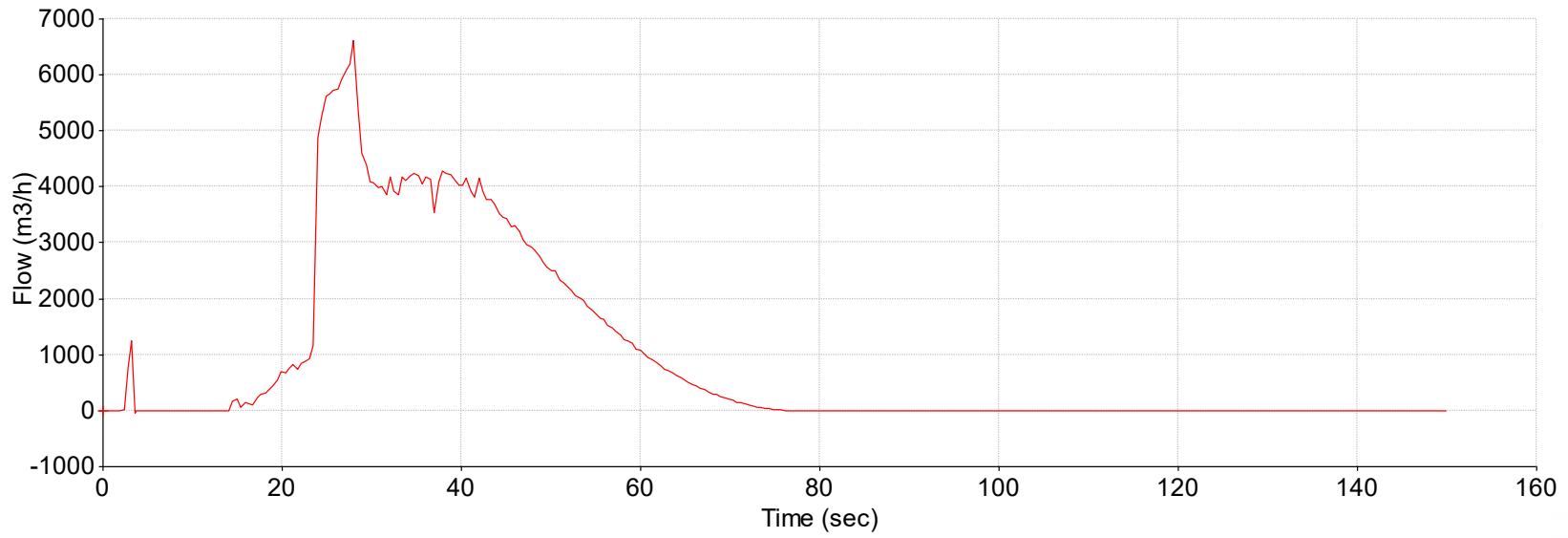
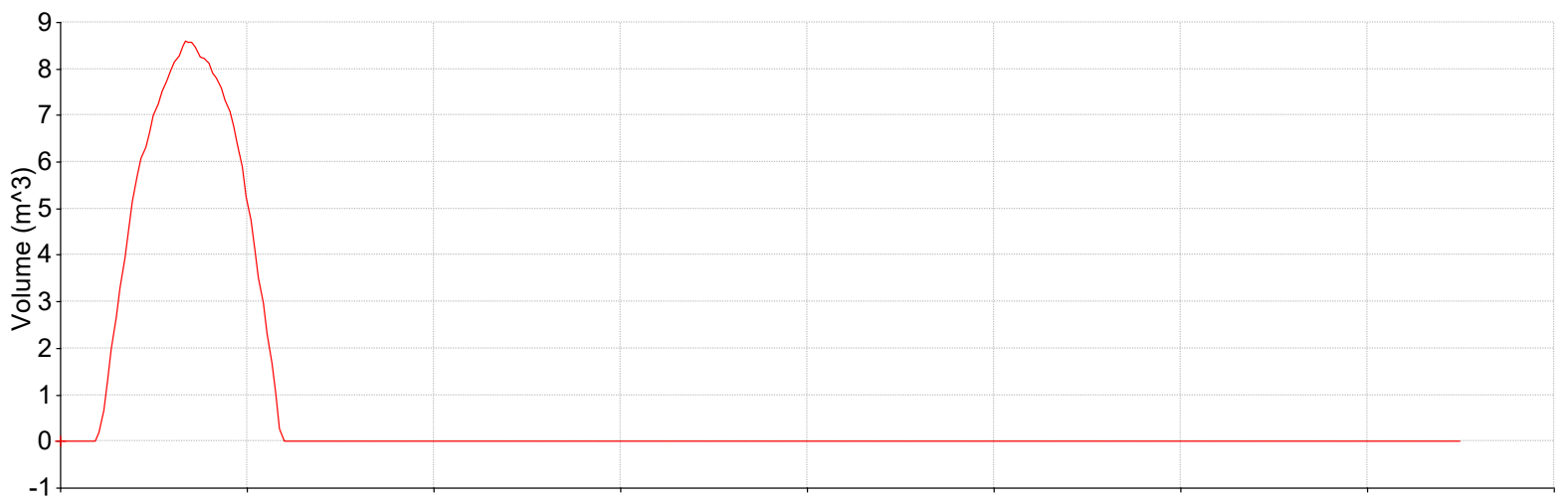




- hay un corte en el suministro eléctrico
- la bomba comienza a detenerse y el flujo impulsado va a disminuir
- el tablero Recom detecta el corte en el suministro y energiza el solenoide
- la válvula se abre
- la válvula permanecerá abierta según el tiempo programado

CON PROTECCIÓN: 3 X ANTICIPADORAS 10" + 5 VENTOSAS D-026 NS DN150 + 8 VENTOSAS D-023NS DN100





anticipadoras2



Regaber


 **hidro global**

 ***Dorot***