

## **RECREACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA COMPRESIÓN DE AIRE EN EL INTERIOR DE UNA TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A PRESIÓN**

Los vídeos que se adjuntan corresponden a una demostración práctica que realicé en presencia del personal responsable de equipos bajo mi cargo (encargados y jefes de equipo de mantenimiento), junto con el responsable de seguridad de la empresa para lo relacionado con el área de Mantenimiento (en aquél momento), cuando ejercía mi función de Jefe de Mantenimiento de Redes e Instalaciones en la empresa SCPSA (Servicios de la Comarca de Pamplona, gestora de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona -MCP-). El objeto de la demostración era que viesen de primera mano lo que podía originar un aire ocluido, comprimido en el interior de una tubería de abastecimiento de agua a presión, para su toma de conciencia real de sus riesgos, ya que en las explicaciones teóricas que les había trasladado en el tiempo (y que volvía a trasladarles en base al accidente que se comentará después), no percibía que entendiesen esos riesgos reales y, por tanto, pudiesen darse incidentes/accidentes no deseables.

Todo sobrevino a raíz de ser informado de un accidente sufrido por un operario de una contrata externa en la consecución de la fase final de obra de una nueva urbanización (Mugartea) en la preparación de la conexión de su suministro a tubería de DN250FN existente en rotonda de separación de una urbanización anexa ya consolidada (Soto de Lezkairu). Esta tubería (construida en su momento y dejada a la espera del nuevo desarrollo) se disponía en fondo de saco, taponada con brida enchufe-brida ciega, con el correspondiente contrarresto de hormigón. Al parecer, cuando la contrata fue a ejecutar la conexión, se verificó que la válvula en su arranque estuviese cerrada, pero no se llevó a cabo ninguna despresurización de la tubería. Ésta se encontraba en pendiente, por lo que en su punto alto (punto final comentado) existía aire comprimido (la presión en la tubería era de 6kg/cm<sup>2</sup>). Cuando los operarios picaron el contrarresto sin despresurizar previamente, el tapón (brida enchufe/brida ciega) salió despedido alcanzando de gravedad a uno de los operarios (al parecer, según se comentó, debió rebotar y pegarle finalmente en el hombro/brazo, provocándole lesiones importantes).

Comoquiera que tuve conocimiento de que se iban a dar pasos para involucrar a un compañero de la empresa (funciones de responsabilidad en Urbanismo y, por tanto, con el que se mantenía el contacto de la contrata externa para esa ejecución), elevé una explicación escrita, tanto a él como a su jefe directo (responsable de lo que venía a ser el departamento de Proyectos y Obras) para que comprendiesen el porqué se había producido el accidente y tomasen conciencia de ello respecto a cualquier necesidad de defensa ante una reclamación jurídica, así como para dar los pasos pertinentes para establecer el protocolo correspondiente que evitase nuevos accidentes/incidentes.

Al no obtener ningún tipo de respuesta por parte de ninguno de ellos, ni tener conocimiento de haberse explicitado las causas y tomado cartas en el asunto para establecer el protocolo y su información/formación debida, y observar que mis explicaciones teóricas podían no producir el efecto preventivo deseado en el personal bajo mi mando (con lo cual podían darse situaciones similares en su operación con tuberías en distintas casuísticas) es cuando opté por recrear un montaje que simulase las mismas condiciones en que se encontraba la tubería en el momento del accidente. Y llamé a ver la demostración (y acudió) al responsable de Prevención y Seguridad de la empresa para lo correspondiente al Área de Mantenimiento, de modo que pudiese observarlo en vivo y en directo e informar a su superior, para lo que debiera corresponder hacer

(no tuvo tampoco conocimiento de que hubiese trasladado nada y, en cualquier caso, no se observó posteriormente ninguna actuación preventiva)

Así, como puede verse en los vídeos que se suben junto a este documento a mi página web, en enlaces anexos, se dispuso el siguiente montaje:

- Tubería DN250FN cerrada en su extremo con un brida enchufe y brida ciega
- Pendiente, por calzos, de la situación original
- Contrarresto mediante un sistema móvil (carretilla) para poder salir rápidamente de la zona de trayectoria
- Presión mantenida a 6kgs/cm<sup>2</sup> como en la condición original, mediante sistema de presurización utilizado en las pruebas de obras
- Vallado frente a la línea de trayectoria para que nadie pudiese entrar en la zona

La prueba consistió:

- a. Montaje y llenado de la tubería por el propio personal, a la presión existente en las instalaciones (4kg/cm<sup>2</sup>, inferior a los 6kg/cm<sup>2</sup> y de ahí el optar a la sobrepresión manual para mantener ese valor).
- b. Sin extracción de aire de la parte final (al llenar la tubería, como sucedería en el momento constructivo de esa tubería, se genera la bolsa de aire comprimido), se coloca el contrarresto (carretilla móvil), se abre la válvula y se sube la presión a 6kg/cm<sup>2</sup>, indicando al carretillero que se desplace a un lateral de modo inmediato, a la vez que se bombea para mantener la presión (en el momento que existe el mínimo desplazamiento, la presión caería y las condiciones de la prueba hubiesen sido a la presión de la instalación, más baja, y no a la que se quería recrear).
- c. Realizar la misma prueba pero, mediante una toma realizada en la parte alta de la tubería (anexa al sistema de cierre BE/BC), extraer el aire previamente.

**Resultado** (que puede verse, realmente, en los vídeos anexos -se les ha quitado el sonido por cuestiones inherentes a evitar comentarios y/o “exabruptos”):

1. En el **caso de tubería sin extraer el aire**, una vez se quita el “contrarresto”, el sistema brida enchufe (no olvidemos que se ajusta al tubo mediante una junta con función exclusiva de estanquidad, sin ninguna condición de acerrojamiento/enclavamiento que pueda condicionar el movimiento) sale desplazado de inmediato, de modo explosivo, con su correspondiente alcance, debido a que **la bolsa de aire, aún sometida a la misma presión que el agua, dispone en su interior de una energía suplementaria correspondiente a su compresión (reducción de volumen) que se libera en el momento de generarse su expansión. Energía que es la que hace salir la pieza final (con un peso de unos 15kg) como si fuese un proyectil. Fenómeno que es el que produjo el accidente.**
2. En el caso de la **misma disposición, pero extrayendo previamente el aire** del extremo de la tubería, se sigue verificando el **lógico desplazamiento del tapón final (sistema BE/BC) al quitar el “contrarresto” y manteniendo la presión**, pero en condiciones ralentizadas (la junta del BE siempre ejerce una oposición al

movimiento) y, sobre todo, **sin ningún tipo de alcance de desplazamiento**, ya que, en el momento que la pieza cae, paramos de presurizar (misma situación que tener el agua cortada -válvula cerrada- en la situación real).

**Conclusión** formativa, real, que se les queda de modo nítido a todos los asistentes y que deben transmitir a sus subordinados:

- 1) **Nunca se debe operar una tubería sin asegurarse de sus verdaderas condiciones de despresurización.** La situación de una válvula cerrada, aún en condiciones de estanquidad total, no presupone las condiciones reales existentes en el interior.
- 2) **El aire es un condicionante más que importante**, no solo para el funcionamiento sin anomalías (de variados tipos) en las conducciones a presión, sino **para la posible incidencia de sus efectos sobre los operadores**, en un momento dado.

Por tanto, no solo se deben estudiar adecuadamente los puntos adecuados para lograr su expulsión/purga (\*) en puntos altos reales (P.A.R.) y ficticios(P.A.F.) en las fases de redacción de proyectos y su construcción, sino **preservar las comprobaciones asegurándolas en cada momento previo a la intervención correspondiente.** Seguridad que puede constatarse a través de una simple toma en carga o perforación simple de pequeñísimo diámetro, sin mayor problema para la tubería en sí.

(\*)estamos hablando de accidentes humanos por sobrepresión derivada de expansiones, pero también se da por supuesto que debe tenerse en cuenta la aducción/entrada de aire, al interior, ante vaciados y depresiones en general, pues las “succiones” pueden generar serios problemas en lo relativo a tubería/elementos, así como generación de “columna líquida suspendida” que puede moverse en cualquier momento por entrada de aire, pudiendo provocar también daños humanos, al margen de materiales.

Sirva el presente documento, junto con sus vídeos de las pruebas reales, para intentar que quien acceda a él pueda tomar también conciencia (en el caso de no tenerla previamente) y preservar, a su vez, por información/formación, a cuanto personal subordinado pueda tener. Ese es el objetivo principal y, de cumplirse, me daré por totalmente satisfecho.

Javier M. Elizondo Osés  
Asesor y formador en el ámbito del Agua  
([www.elizondoasesordeagua.com](http://www.elizondoasesordeagua.com))  
[jmelizondo@telefonica.net](mailto:jmelizondo@telefonica.net)  
638 299 629



Pamplona a 30 de septiembre de 2023