INFORME DE VISTA
***Obra**: Acueducto Esquel*
***Ubicación:** Esquel, Chubut*
Longitud: 1866 metros
Diámetro: 450 mm.
PN: 6 y 10 bar.
SN: 2500 N/m2
Uso: Agua

Producto de los reiterados inconvenientes que ha presentado en su operación, el acueducto de agua cruda en la ciudad de Esquel, se realizó una visita a la zona, el pasado viernes 7 de Noviembre de 2013, en compañía del Ing. Mauricio Mateos, Jefe de Servicios Sanitarios de la Cooperativa 16 de Octubre.
En dicha visita, se recopiló información sobre las distintas fallas que ha presentado el acueducto, desde su construcción en el año 2005, hasta la fecha.

En primer lugar, cabe señalar que el acueducto en cuestión, está construido con 2 materiales distintos (PRFV y acero) y presenta zonas de instalaciones aéreas y zonas de instalaciones enterradas.
Las fallas recopiladas, corresponden a las zonas en donde se ha instalado PRFV, y producto de la naturaleza de las mismas, es conveniente analizarlas dependiendo si la instalación es aérea o enterrada.

01 - Fallas en zonas con instalación enterrada

A continuación se presentan algunas imágenes en donde se pueden ver las fallas producidas en las zonas con instalaciones enterradas:

Se puede observar claramente, cómo es el suelo que rodea a la tubería. El mismo presenta tamaños máximos ***superiores*** al permitido. Tal como se especifica en nuestra Guía de Instalación de Tuberías enterradas, el Tamaño máximo para esta tubería (DN 450) es de 13 mm.

DN	Tamaño máximo (mm)
≥ 450	13
500 - 600	19
700 - 900	25
1000 - 1200	32
≥ 1300	40

Tabla 3-2 Máximo tamaño de las partículas

En la pared izquierda del tubo, se observa que el mismo está ***delaminado***. Esta situación es fácilmente solucionable, durante la etapa de instalación. Nunca se debe colocar un tubo que presente una espiga delaminada, producto de que se pone en riesgo la integridad de todo el tubo.

Esta falla está ubicada en la transición entre materiales, pasando de una instalación aérea en acero, a una instalación enterrada en PRFV. La falla presumiblemente se produjo por un hecho vandálico, ya que el tubo de PRFV presenta un fuerte golpe, localizado en la parte superior.
Más allá de esto, la instalación no fue realizada de manera adecuada, ya la transición debería haberse realizado con un tramo corto de PRFV (un tubo de entre uno a dos metros de largo), para independizar ambas instalación y para que el tramo corto actúe de biela, en el caso de asentamientos diferenciales entre ambos sectores.

Al excavar la zona en donde estaba la falla, se observa que la misma se correspondía con un tubo de PRFV "abrazado" por otro tubo de PRFV y atado con alambre.
Es decir, en la misma zona se realizó con anterioridad una muy precaria (y completamente fuera de procedimiento) reparación. Por la información que se pudo recabar, esta reparación (fuera de procedimiento) la realizó la empresa que colocó los tubos.
También se puede observar el suelo circundante, que presenta tamaños máximos fuera de lo permitido.

Falla del 19-11-12. También se puede observar el suelo circundante, que presenta tamaños máximos fuera de lo permitido.

Falla del 21-01-13. También se puede observar el suelo circundante, que presenta tamaños máximos fuera de lo permitido.

Se puede observar claramente, cómo es el suelo que rodea a la tubería. El mismo presenta tamaños máximos superiores al permitido.

Se puede observar claramente, cómo es el suelo que rodea a la tubería. El mismo presenta tamaños máximos superiores al permitido.

A poca distancia de la rotura anterior, en el momento que estaban trabajando para la reparación del sector, se pudo observar, como el tubo estaba deformado en su parte inferior por el punzonado de piedras. Este sector también fue retirado.
Esto da como indicio que no se ejecutó cama de asiento con el material de relleno adecuado.

Conclusiones para las zonas con instalación enterrada

Tal como se pudo observar en todas las imágenes anteriores, no se ha instalado adecuadamente la tubería, producto que se la ha rellenado con un material no adecuado y fuera de estándar.
Queda en evidencia que el relleno no ha sido controlado adecuadamente. Del mismo modo, la cama de asiento no se realizó dentro de los parámetros aceptables.

Para aportar aún más en esta dirección, se pudo acceder a imágenes correspondientes a los trabajos de instalación en 2005. A continuación se presentan dichas imagen:

En las imágenes precedentes, se observa lo siguiente:

- Presencia de Agua en zanja. Esto está contraindicado en nuestra Guía de Instalación de Tuberías Enterradas (punto 7.4)
- Inexistencia de cama de asiento. Esto está contraindicado en nuestra Guía de Instalación de Tuberías Enterradas (punto 3.2)
- Se está enchufando empujando al tubo con el balde de la retro (atado con una faja telada). Esto está contraindicado en nuestra Guía de Instalación de Tuberías Enterradas (punto 4.1)

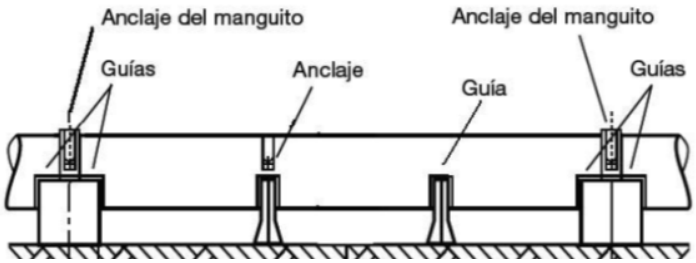
Por otro parte, en correspondencia con todas las conexiones rígidas (llegadas a cámaras de hormigón, bloques de anclaje, etc.), no se han colocado los tramos cortos correspondientes.
La necesidad de la colocación de los tramos cortos, se encuentra especificada en nuestra Guía de Instalación de Tuberías Enterradas, punto 5.2.

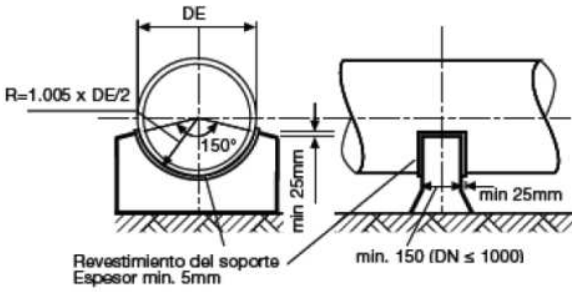
02 - Fallas en zonas con instalación aérea

A continuación se presentan algunas imágenes en donde se pueden ver las fallas producidas en las zonas con instalaciones aéreas:

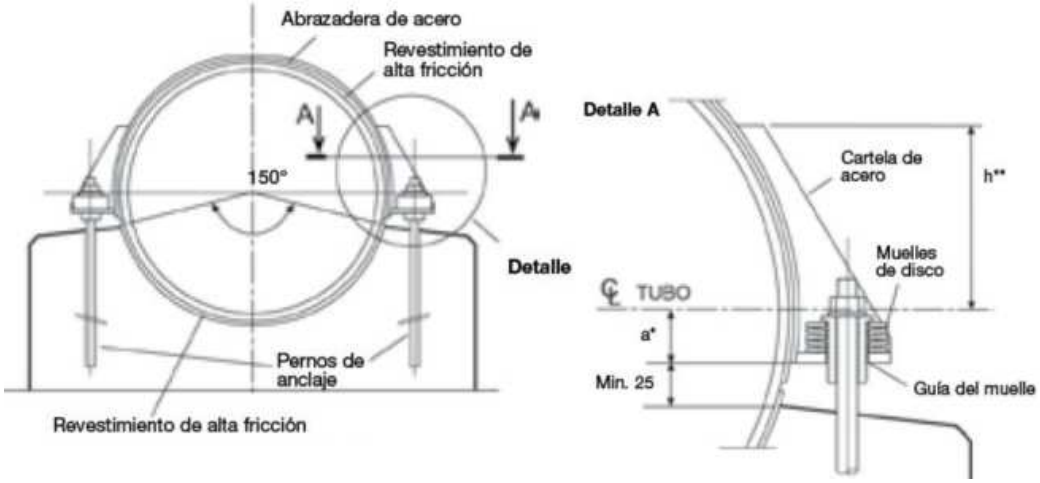
Tal como se puede observar en las imágenes superiores, la tubería se encuentra simplemente apoyada sobre caños metálicos, donde en cada apoyo se ha colocado un tramo de tubo para hacer las veces de abrazadera, y todo se encuentra atado con alambre.
La precariedad de la instalación reviste de cualquier comentario adicional. La misma no se encuadra dentro de ningún tipo de procedimiento para una instalación aérea de tuberías.
Cuando se realiza una instalación aérea, algunos de los requisitos que se deben cumplir son los siguientes:

- Tipos de apoyo, y separación de los mismos: La separación entre apoyos no podrá ser mayor a los 4,8 metros. Existen 2 tipos de apoyos distintos. Los fijos (restringen el movimiento longitudinal y transversal) y los móviles (solo impiden el movimiento transversal).
- Cada apoyo deberá tener un acunamiento de 150º y un ancho de 15 cm, como mínimo.
- Entre el apoyo y la tubería se deberá colocar un revestimiento que dependerá de si el apoyo es fijo o móvil. Para los apoyos fijos se debe colocar Poliuretano termoplástico de uretano TPV ó similar (Shore A60-70) de 5mm de espesor, el cual genera un alto coeficiente de rozamiento de al menos 0,7. Para los apoyos móviles Polietileno de alto peso molecular UHM, politetrafluoretileno o teflón o grilón de 5mm de espesor, el cual genera un bajo coeficiente de rozamiento inferior al 0,3.
- Cada uno de ellos tiene su diseño y requisitos. Tal como se puede observar en las siguientes imágenes:





- Los apoyos fijos deben sujetar a la tubería con una abrazadera. Dicha abrazadera debe cumplir pautas de diseño, para que pueda tomar todas las solicitaciones de servicio. Además la sujeción de de dicha abrazadera al apoyo, debe realizarse con arandelas cónicas, las cuales deberán calcularse para que actúen en un régimen elástico que permita observar deformaciones de la instalación durante su vida útil.



Por otro lado, se pudo constatar que para toda la instalación realizada en túnel, se ha utilizado tubería de PRFV de rigidez SN 2500 N/m2, cuando la rigidez mínima para dicha instalación es de SN 5000 N/m2.

Conclusiones para las zonas con instalación aérea.

Tal como se pudo observar en las imágenes del túnel realizado con tubería de PRFV, el mismo no cumple ningún requisito mínimo de instalación. Dicha instalación está realizada en condiciones extremadamente precarias, y con una tubería de rigidez menor a la necesaria.
Es por todo esto, que se recomienda intervenir en este sector, de manera de corregir la instalación y llevar la conducción a parámetros normales de funcionamiento.

Conclusiones finales

Tanto en los sectores con tuberías enterradas, como en los sectores con tuberías aéreas, se han observado muy grandes desviaciones de los parámetros normales de instalación. Estas desviaciones han afectado enormemente el desempeño de la tubería, produciendo que la misma salga de servicio en reiteradas oportunidades.
Pudo verse claramente en las imágenes precedentes, como se colocó a la tubería en contacto directo con bolones (incluso superiores a los 150 mm.), siendo que el tamaño máximo para el material de relleno de la tubería, es de 13mm.
Cabe señalar en este punto, y que gracias a las condiciones naturales del suelo nativo en la zona, lograr un material de relleno con tamaños máximos de hasta 13 mm, es muy fácilmente lograble. Solo hace falta cribar el material de excavación, para realizar un tamizado y separar los tamaños máximo no deseados. En el mismo sentido, a pocos metros de la traza de la tubería existe una cantera con una criba que hubiese

permitido realizar estas tareas sin inconvenientes. (Dicha cantera, ya existía en la época de la colocación de los tubos).

Incluso han existido desvíos en la etapa de proyecto. Esto es fácilmente comprobable al revisar los planos conforme a obra, en donde no se han especificado los tramos cortos para las conexiones rígidas, y en el caso de la instalación aérea, la misma se encuentra estipulada en otro material (acero), cuando realmente se realizó en PRFV, y además, en dichos planos ya se especificaba cómo se iba a llevar a cabo esta precaria instalación.
Por otro lado, a lo largo de todo el acueducto solo hay colocada una sola Válvula de Aire. Normalmente las VA se colocan espaciadas a no más de 1000 metros y en los puntos altos. A lo largo de este acueducto solo hay una VA colocada al inicio de la traza. Es por ello, que se recomienda analizar con un especialista la colocación de una VA adicional, de acuerdo a lo que surja de un estudio hidráulico más detallado.

En las condiciones actuales, se recomienda que se realice una rápida intervención en el sector con instalación aérea, dada las condiciones que presenta la misma.

En cuanto a los sectores con instalación enterrada, y por su condición, es difícil establecer con claridad el estado de la línea.
Se puede pensar en realizar una inspección interna de la tubería, con sistemas de video inspección. Se debe tener en cuenta, que con este sistema solo se podrá detectar si hay daños severos que ameriten una rápida intervención, pero no se podrá asegurar completamente el estado de la instalación, ya que estos trabajos solo relevan el estado visual interno de la tubería.

A futuro, e independientemente de que material se utilice para las tuberías, recomendamos se refuercen los trabajos de inspección durante la instalación, incluso que se proponga una asistencia técnica en obra del fabricante de la tubería, y que el proyecto ejecutivo de la conducción se realice de acuerdo a la normativa internacional y a las reglas del buen arte.

Buenos Aires, 20 de Noviembre de 2014.

Ing. Sergio D. Buosi
Coordinador Técnico
O-Tek Argentina S.A