TUBERÍA PLEGABLE PARA ENTUBACIÓN DE TUBERÍA EXISTENTE PARA AGUA POTABLE

Se comenzó a instalar en el año 2001

Se enmarca en el conjunto de tecnologías sin zanja por sistemas de entubación (aprovechamiento de la tubería existente a rehabilitar para introducir por su interior la nueva tubería o camisa con resina que pasará a constituirse en la nueva tubería de servicio, pasando la existente a servir únicamente como soporte de cargas –aunque la nueva pudiera ser autoportante-). Tiene, en general, un amplio recorrido de instalación, tanto por años como por kilómetros ejecutados.

Tecnología de tubería flexible (con conectores de unión específicos) usada para la rehabilitación de tuberías de presión de distintos fluidos (agua potable, agua residual, agua salada, fluidos químicos, gas, petróleo...).

Se fabrica en el rango de 150 a 500mm (actualmente, según me indican, se está trabajando para sacar al mercado el DN600mm). Se suministra en la longitud deseada (*), totalmente plegada y arrollada a tambores.

(*)el límite de suministro de tubería continua dependerá de la capacidad del tambor.

Al instalarse plegada, se reducen ostensiblemente las fuerzas necesarias para la instalación, reduciendo el equipo de tiro.

La tubería plegada viene sujeta por flejes o revestimiento de tipo plástico que van quebrándose en el momento en que se va presurizando la tubería –una vez insertada- para conformarla a su diámetro.

Se constituye con tres capas diferentes:

a. **Capa interior** seleccionada según el fluido a transportar. Para agua potable se utiliza un **material con base polietileno (PE).**
b. **Su capa intermedia** es una **malla tejida de aramida (*) sin costuras**; es la que resiste las presiones y los esfuerzos axiales en el proceso de instalación. Según las presiones a soportar, se puede añadir una segunda capa de tejido.

   (*)Aramida es la designación de una fibra sintética (abreviación del término aromatic polyamide: poliamida aromática). De color amarillo, es robusta (buena resistencia a choques) y resistente al calor, a la abrasión y a los disolventes orgánicos. Sensible a los rayos ultravioletas y a la humedad. Se utiliza para fines militares (compuestos balísticos o protecciones personales: por ejemplo el Kevlar es una para-amida, compuesto que proporciona excelentes propiedades de resistencia-peso, altos módulos de Young y tenacidad, baja fluencia y bajo alargamiento a la rotura...) y para aplicaciones en el campo aeroespacial. Las cadenas moleculares de estas fibras están altamente orientadas en el eje longitudinal, lo que permite aprovechar la fuerza de sus uniones químicas para usos industriales.

c. **capa exterior compuesta por polietileno** resistente a la abrasión, para protección de la capa intermedia durante la instalación.

COMPOSICIÓN DE LA TUBERÍA FLEXIBLE PRIMUS LINE

Esta disposición y materiales constituyentes, le da características de:

- **Alta resistencia a la presión** (resistencias similares al acero). Se indican, en la bibliografía, resistencias de hasta 55 bar (en obra se nos indica que para los diámetros más pequeños, para servicio de gas, se han llegado a fabricar hasta presiones de 71 bar), en función de diámetros y capas intermedias de fibras de Aramida (se fabrican, *normalmente*, con una o dos capas, en función de las necesidades).

- **Total protección anticorrosión** dados sus materiales constituyentes. Además, como en todos los sistemas de rehabilitación por entubación, protege a la tubería original de cualquier posible corrosión interior, según el fluido, al evitar el contacto entre este y aquella. Aunque la tubería NO se adhiere ni fija a la tubería original, y siempre existirá un espacio anular permanente entre ambas, el aire queda contenido permanentemente por el cierre de los conectores.
- **Rugosidad mínima**, en base al material constituyente de la capa interior (basado en PE)
- **Flexibilidad.** Según indican, puede adaptarse, por si misma, a codos de hasta 45º (aunque conviene entender que siempre se producirá una flexión y pérdida circunferencial en ese punto).
  Esta característica permite el enrollado de tubería plegada en continuo con la única limitación de las dimensiones de los tambores para su traslado efectivo, lo que lleva a posibles inserciones en una sola tirada de hasta 2.400 metros. Por supuesto, este dato comercial debe ser tenido en cuenta bajo la premisa del diámetro de tubería (la empresa que tiene la concesión para su instalación indica haber ejecutado tiradas de 900 metros. conocimiento de ejecuciones realizadas máximas cercanas a los 3 km para diámetro pequeño y de hasta 2 kilómetros en diámetros grande)

- **reducido espesor** (la tubería de 500mm observada en la obra tenía un espesor total de unos 6mm) lleva a un bajo peso y fácil traslado

Desde un punto de vista práctico, **se puede utilizar** –al igual que cualquier sistema de entubación o encamisado- **con independencia del material de la tubería original.**

Al margen del propósito de renovación, también **puede ser usada para incrementar la presión de trabajo de una tubería existente, por cualquier causa/necesidad.**

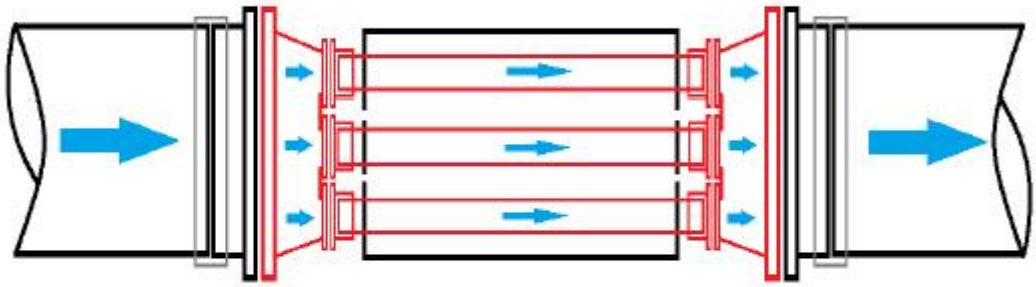
Puede utilizarse como tubería de bypass por sí misma, en determinadas actuaciones puntuales. Por ejemplo, respecto a las posibilidades de su rápida ejecución, por tiempo necesario (maquinaria, excavaciones....) y siempre dependiendo del lugar para el traslado de los materiales.
Con este tipo de material/tubería parece obvio que las posibilidades en tiempo se verían reducidas ostensiblemente

Debe ser considerada como una **buena solución para tuberías en lugares de difícil acceso por orografía y situación** (sifones por ejemplo), zonas restringidas/protegidas o con poco espacio para trabajar.

Lo más práctico es ejecutar con las tiradas más largas posibles, y tratar las derivaciones y nudos que puedan existir entre los extremos a renovar de modo posterior, ejecutando puntual y específicamente sobre cada una/o de ellas/os, con la correspondiente excavación (como en todos los sistemas TSZ), instalando los conectores de bridas específicos, a los cuales se acoplarán.

Una vez instalada, se corta la tubería, se retira el piecerío existente de derivación (tés en este caso) y se colocan las piezas especiales existentes para este tipo de sistemas, para dejar las derivaciones nuevas y totalmente solventes

Su mayor inconveniente reside en la limitación de su rango de fabricación, ya que se queda corto para la mejor de las aplicaciones, como puede ser las aducciones/tuberías de transporte de gran diámetro que normalmente no tienen derivaciones y son las que discurren por la orografía más crítica en todos los sentidos, como la accesibilidad y problemas de traslado de pesos, etc. Si bien, en determinados casos, y según las posibilidades respecto a reducción de capacidad hidráulica (solución para casos estrictos de necesidad, pudiendo perder caudal disponible), se podría llegar a la introducción de varias tuberías simultáneas, ejecutar con conectores independientes, y realizar la conexión a la tubería existente a través de piezas específicas de calderería construidas a medida..

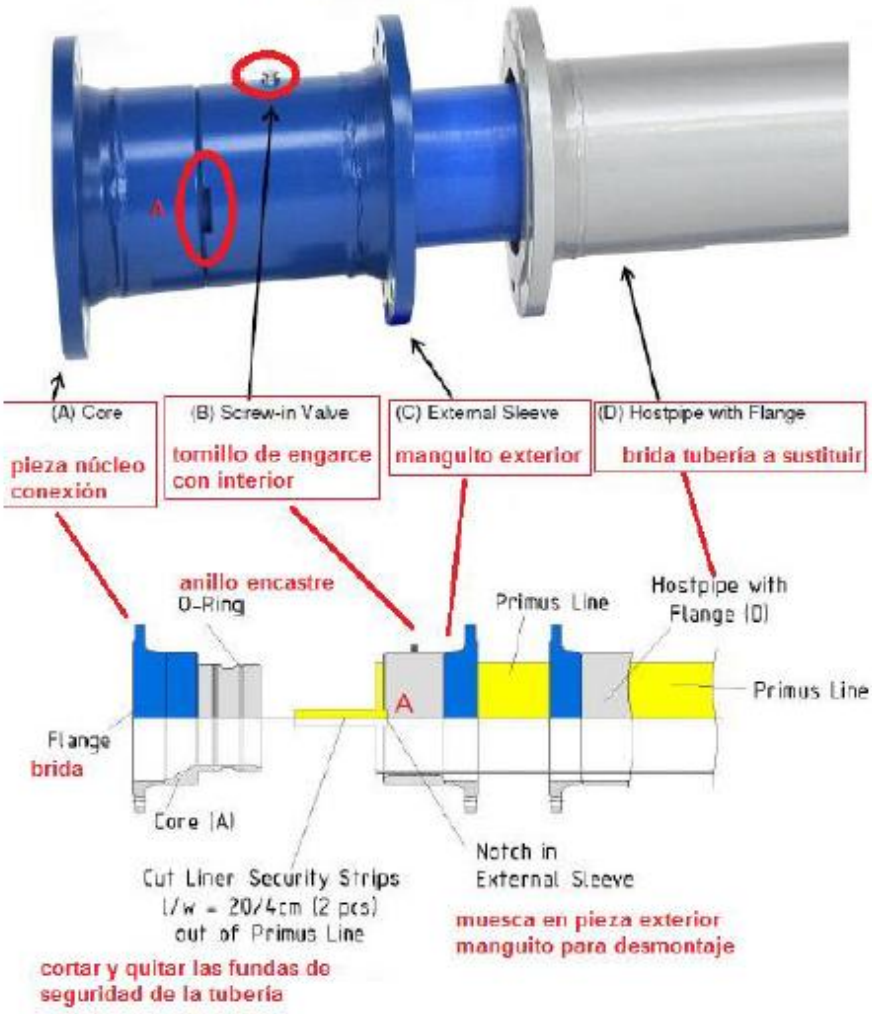


(*) tubería DN600FG "sustituida" por la máxima tubería disponible (DN500), por lo que para la implantación de los conectores correspondientes, se instalaron, previamente, reducciones de bridas de 600 a 500.

Los conectores son piezas específicas para este tipo de tubería de cara a su interconexión con la existente con garantías de estanquidad y sujeción, tanto en los extremos de las implantaciones, como en las conexiones a cualquier derivación de ramales y/o elementos de purga de aire, vaciados, etc. Asimismo, de las válvulas en línea.
Se denominan **para baja y alta presión**, pero también son usados en función de diámetros para asegurar las conexiones

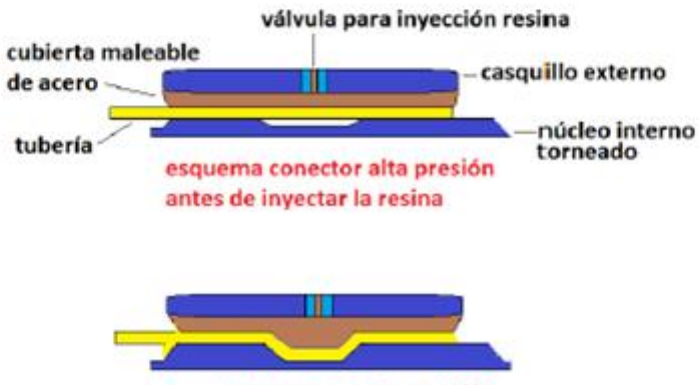
El de **alta presión** es una pieza interior torneada (que incluye también el alojamiento para una junta de estanquidad circular) y un casquillo exterior que dispone internamente una camisa maleable, de acero, y una válvula para inyección de la resina.

CONECTORES EN ALTA PRESIÓN



Se inyecta la resina bicomponente al interior del conector a través de su espita, a una presión de unos 150 bares (visto en obra), que fuerza la camisa maleable de acero y la propia pared de la tubería "Primus Line" contra la pieza interior, obteniendo la unión estanca y resistente a la tracción. Una vez inyectada, se mantiene a esa presión durante un mínimo de 15 minutos

(*)El curado mínimo de la resina es de 12 horas (en función de temperaturas podría ser menor o mayor; en función de necesidades se puede forzar el curado a través de calefactores).

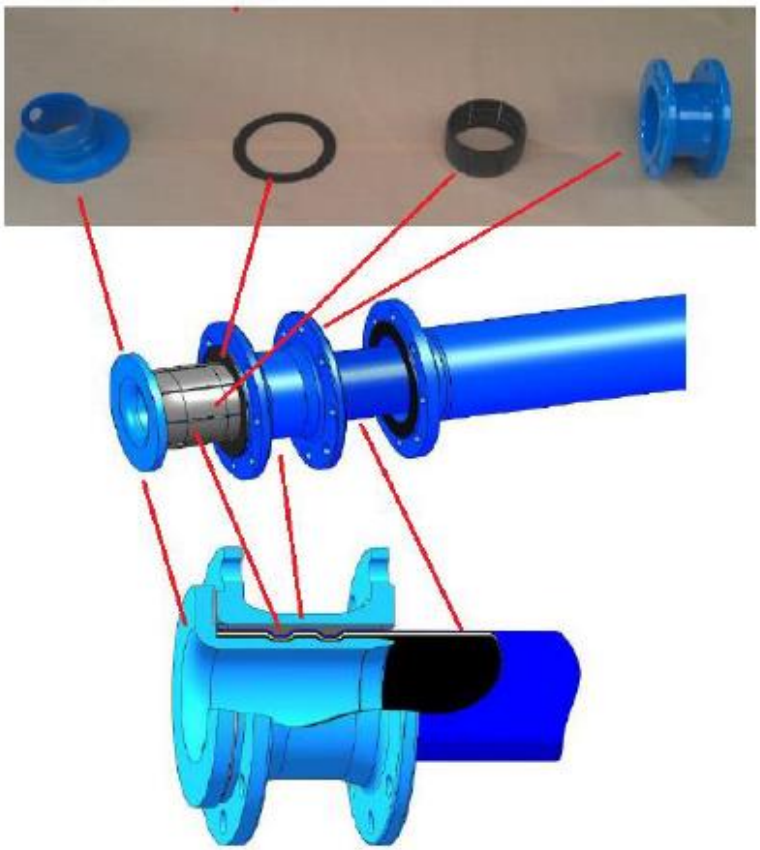


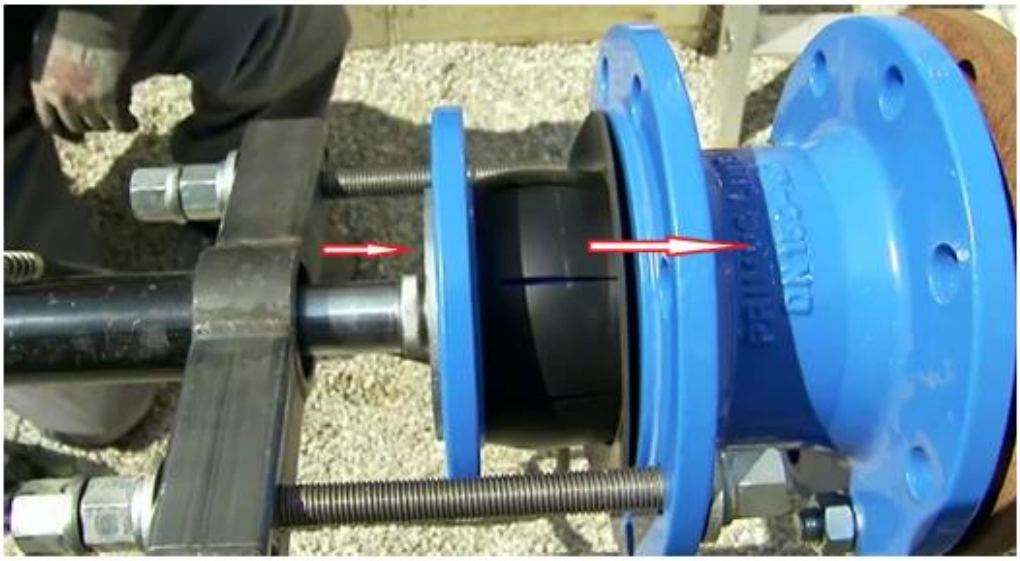
esquema conector alta presión
antes de inyectar la resina

esquema conector alta presión
después de inyectar la resina

El de **baja presión** se dispone para rangos de tubería de 150 a 300 mm, para presiones de diseño hasta 12 bares. Trabajan de manera similar que los de alta presión, pero utilizan una camisa intermedia plástica en lugar de resina, por lo que son instalados con refuerzos mecánicos para garantizar la unión en durabilidad y resistencia a la tracción. La instalación es mucho más rápida, al no ser necesario ningún tiempo de curado.

CONECTORES EN BAJA PRESIÓN





PROCESO DE INSTALACIÓN

Previamente a la ejecución, se habrán realizado las fases de definición del tramo, accesos para limpiezas y escariados, e inspección con CCTV, para evitar imprevistos.

1. Situación de equipos

2. "Enmandrilar" (Vocablo no existente en el diccionario, que usan para definir la introducción de una guía –sirga o similar- por el interior de la tubería a rehabilitar, para engancharla a la sirga de tiro del equipo situado en el extremo opuesto, y trasladarla hasta el punto de ataque o introducción de la tubería de entubado. Suelen ejecutarlo fijando la guía a la lanza de un equipo convencional de limpieza de saneamiento a presión, de modo que a la vez que la pasan se realiza una limpieza inicial de la tubería a rehabilitar).

3. Verificación estado tubería, limpiezas y escariados, inspecciones CCTV
    a. Amarre e introducción de escariador metálico para la limpieza mecánica más drástica de las incrustaciones (en las tuberías observadas, la incrustación y reducción de secciones es, como puede verse, muy importante). Mediante las pasadas que puedan ser necesarias.

4. Amarre e introducción de escariadores "blandos" para la limpieza final interior, con el fin de evitar cualquier arista cortante que pueda llegar a quedar. La tubería queda en un perfecto estado, como puede verse.

5. Introducción de cámara de inspección (equipo CCTV) para la comprobación del estado de modo previo a introducir tubería. Pueden ser necesarias nuevas limpiezas, y nuevas inspecciones, hasta verificar el estado interior idóneo.

6. Acople de protecciones duras de tipo plástico en el perímetro de la tubería correspondiente a la boca de entrada para evitar roces en el proceso de inserción de la nueva tubería. En la boca de salida, en la zona anexa al grupo de tracción, se sitúa un rodillo en la parte superior de la boca (que es donde va a dirigirse la tubería con la fuerza del tiro), para evitar roces y reducir esfuerzos.

7. Situación de la bobina sobre los pies con rodillos para la operación de desenrollado, en el punto más adecuado para favorecer la inserción.

8. Perforaciones en el extremo de la tubería plegada a introducir, para amarrar el enganche del grupo de tracción. Ese extremo se le recorta conformando una especie de punta de lanza para mejorar las condiciones de inserción por la tubería existente.

9. Fase inserción de la tubería plegada a través de la tracción/tiro desde el extremo opuesto, a la vez que se va desenrollando la bobina y se apoya la inserción conformando la curva adecuada para evitar puntos de flexión o cierre contra la tubería existente.

En estas ejecuciones, las inserciones de los 110 metros no tardaron más de 5 minutos en hacerlas (bastante menos tiempo que la fase siguiente de corte de la tubería con cúter, que les llevó más de un cuarto de hora)

10. En ambos extremos, corte de la tubería plegada, a la longitud necesaria, e instalación de la pieza de amarre a la tubería existente (brida universal en este caso), la pieza de reducción si es el caso (en esta obra, en la tubería de 600 para pasar a 500) y la pieza externa del conector. Se ejecuta con carácter previo a cualquier inflado, para facilitar la introducción de las piezas a través de la tubería todavía plegada.

En el extremo inicial (punto de introducción), ejecución de perforaciones –al igual que ya se ha ejecutado en el otro extremo- para el amarre del balón obturador.

11. Inserción inicial de balones obturadores, inflado para desplegar las bocas de los extremos de la tubería entubada y retirada tras despresurizarlos, de cara a poder inspeccionar donde puede quedar el reborde interior que se forma entre las fases de parada y arranque de fabricación. No representa ningún punto débil, ni afecta al comportamiento del sistema. Se hace para evitar que ese reborde quede en la zona donde va a ir alojada la pieza interna del conector, para evitar problemas en su introducción, dada su tolerancia de ajuste.

12. Nueva introducción de los balones obturadores en ambos extremos, e inflado de ajuste a la nueva tubería, procediendo a su amarre a ella, a través de las perforaciones practicadas previamente.

13. Presurización de la tubería a través de uno de los balones obturadores situados en los extremos, para que la tubería vaya desplegándose (la protección plástica que la mantiene plegada se va rompiendo paulatinamente –se escucha cómo va colapsando y se observan los movimientos de ondulación originados por la expansión al romper la protección plástica-) y conformándose a su diámetro. Una vez expandida completamente, se mantiene presurizada a 0,2 bares, durante 5 minutos, para eliminar efectos memoria en ella (tendencia a replegar).

La protección plástica que recubre la tubería en posición plegada, rompe permitiendo la expansión, pero no se suelta totalmente de la tubería ya que siempre queda adherida en distintos puntos según rompe. En cualquier caso nunca podrá ningún posible trozo de este material desplazarse hacia zonas con agua de servicio, ya que siempre quedará en la parte anular entre ambas tuberías, confinada entre los conectores.

14. Marcado y recorte de la tubería entubada a la línea de la pieza exterior del conector. Se marcan y recortan dos aletas coincidentes en anchura con las muescas diametralmente opuestas que presenta la pieza, las cuales se doblan sobre ella y se sujetan para evitar movimientos de desplazamiento, hacia el interior, de la tubería entubada en el momento de insertar la pieza interna del conector. De este modo, se asegura que la tubería mantenga su posición y que la resina a inyectar en la fase posterior, la recoja en todo su perímetro sin problemas posteriores (que se observarían en la prueba de presión, arruinando la obra).

15. Introducción de la pieza interna del conector, que ajusta al interior de la tubería nueva, quedando esta entre ambas piezas del conector. Su introducción completa se asegura con varillas roscadas, siendo su función principal evitar la expulsión de la pieza con la presión de inyección de la resina

16. Preparación de la resina bicomponente. Cada conector viene con las cajas específicas para él. Esta resina viene preparada con sus dos componentes aislados en la misma bolsa contenida en cada caja. Rota la separación interna, los dos componentes se mezclan y amasan en la propia bolsa sin tocar el producto. Una vez amasada siguiendo las instrucciones que lleva la propia bolsa, se vacían los contenidos en la cápsula de presurización y se cierra esta.

17. La cápsula de presurización es conectada al émbolo hidráulico por un lado, y a la espita de inserción situada en la parte exterior del conector, una vez quitada la protección que lleva (previamente a esta conexión, se habrá comprobado que la resina fluye adecuadamente), y se realiza la inserción del producto empujado por el émbolo hidráulico, a 150 bares, para que la resina se expanda por todo el perímetro de la zona interior y obligue a la camisa maleable de acero y a la propia tubería entubada y sujetada, a conformarse perimetralmente y con un perfecto ajuste en los huecos que contempla la pieza interior del conector.

Introducida la resina bicomponente, se mantiene la presión de 150 bares durante 15 minutos. Pasado el tiempo, puede retirarse el émbolo y cápsula, para proceder a su limpieza.

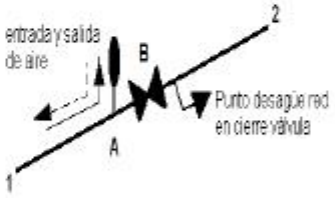
18. Sin retirar las varillas roscadas instaladas para la sujeción del sistema, se procede al tapado firme de las bocas para evitar la entrada de elementos extraños u otras afecciones, y se deja reposar un mínimo de 12 horas (en función de temperatura externa habrá que estar más tiempo o apoyar con elementos auxiliares) para el secado de la resina.

19. Tras el período de secado nueva inspección CCTV para observar que no se hayan producido afecciones (es mejor asegurarse, antes de cerrar el tramo, que nadie haya podido introducir nada en el interior y haya vuelto a cerrar las bocas)

20. Prueba de presión de la tubería instalada, a la presión requerida según la norma UNE-EN 805 para tuberías de tipo plástico.

21. Unión de tuberías y puesta en servicio.

Nota: aprovechar las excavaciones y cortes de las tuberías para proceder a la instalación de sistemas de purga (pendientes continuas y posibles puntos reales y/o ficticios sin esas protecciones, pudiendo ser ese el origen de alguna de las roturas que se hayan padecido), y valvulería de seccionamiento (que llevará a necesitar puntos de vaciado y/o purga también) que permita poder ejecutar cortes en tramos menores, evitando pérdidas de agua e importantes tiempos en las operaciones de mantenimientos.



(1-2): pendiente continua conduccion agua

(A): punto alto real en el momento de cierre de la válvula de seccionamiento (B)

Javier M. Elizondo Osés

jmelizondo@telefonica.net
www.elizondoasesordeagua.com