



Manual de Mantenimiento y reparación de Tuberías GRP/PRFV



Versión en Español

CONTENIDO

01	Introducción	2
02	Reparaciones en tuberías GRP/PRFV	3
	2.1 Cortes en la tubería	3
	2.2 Unión mecánica flexible	4
	2.3 Unión mecánica rígida	5
	2.4 Unión mecánica para reparación interna	6
	2.5 Laminados	7
	2.6 Devolución de acoples	8
03	Recomendaciones de inventarios mínimos en campo	9
04	Criterios para inspección en línea	10
05	Limpieza y mantenimiento	11

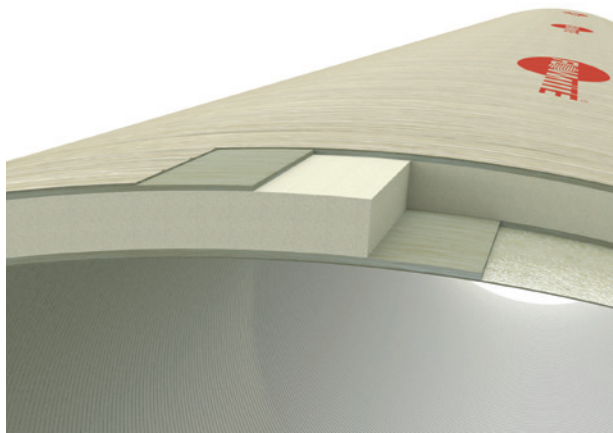
INTRODUCCIÓN

SISTEMAS DE TUBERÍAS GRP/PRFV

01

El GRP (Glass Reinforced Plastic), también conocido como Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), ha desempeñado un papel fundamental en diversas industrias desde sus primeros días en la década de 1930. Este material compuesto ha evolucionado continuamente, pasando de ser una innovación en la búsqueda de piezas más ligeras y resistentes para aviones durante la Segunda Guerra Mundial, a convertirse en un componente esencial en la fabricación de barcos, aviones, automóviles, muebles y estructuras arquitectónicas.

La combinación de fibra de vidrio y resinas de poliéster en la década de 1950 marcó un hito, creando un compuesto más duradero que se extendió a la fabricación de piezas automotrices y, posteriormente, a la construcción de edificios en la década de 1960. Su durabilidad, resistencia a la corrosión y capacidad para soportar cargas pesadas lo convirtieron en una elección popular para aplicaciones estructurales.



A lo largo de los años, el GRP/PRFV ha experimentado mejoras significativas mediante nuevos procesos de fabricación y la combinación de materiales, resultando en compuestos aún más fuertes y livianos. Su versatilidad ha mantenido su relevancia en diversas industrias, donde su aplicación abarca desde estructuras aeroespaciales hasta la fabricación de tuberías.

En la actualidad, el proceso de fabricación de tuberías GRP/PRFV se divide en dos métodos: el continuo de filamentos y el centrífugo. Ambos procesos buscan maximizar la resistencia y rigidez de las tuberías, garantizando la calidad del producto final. La tubería GRP/PRFV Flowtite, diseñada conforme a los estándares más altos, cumple con normas nacionales e internacionales para ofrecer productos seguros y funcionales en condiciones normales.

Los manuales y guías de O-tek, como fabricante líder, proporcionan recomendaciones generales para el manejo, almacenamiento e instalación de tuberías GRP/PRFV. Además, el cuerpo técnico de soporte en obra respalda los proyectos suministrados, brindando asistencia experta cuando se necesite.

A pesar de estas precauciones, el maltrato de las tuberías o circunstancias específicas pueden ocasionar daños, lo cual requiere reparación. Este documento presenta pautas detalladas para la reparación de tuberías GRP/PRFV, ofreciendo varios métodos para que el instalador elija el más adecuado según las condiciones de instalación. Para agilizar los procedimientos de reparación, se recomienda tener repuestos en almacén, minimizando así el tiempo de cierre de servicio.

Cabe destacar que, para llevar a cabo los procesos descritos en este manual, se recomienda el uso de herramientas de protección personal, asegurando la seguridad de quienes participan en estas actividades.



REPARACIONES EN TUBERÍAS GRP/PRFV

2.1 CORTES EN LA TUBERÍA

Para el corte se utilizarán herramientas manuales con discos diamantados.

Cortar la tubería a la longitud mínima requerida.

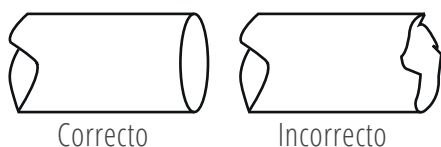


Figura 1. corte de tubería correcto e incorrecto.

Para el corte de la tubería se recomienda una pulidora con un disco de corte y para el desbaste del espigo utilizar un disco abrasivo.

Procedimiento:

1. Determine la longitud requerida, marque una línea perpendicular en la tubería seleccionada, corte la tubería en el sitio apropiado usando una pulidora con disco diamantado.



Figura 2. Corte de tubería.

2. Si el tubo es de ajuste (cumple con las tolerancias mínima y máxima del Diámetro Externo -OD-) Lijar los extremos (espigos) para eliminar cualquier protuberancia. Si el OD está por fuera de la tolerancia use una pulidora para maquinar la superficie del espigo hasta alcanzar las diámetros y tolerancias indicadas en la tabla del manual de instalación enterrada.



Figura 3. Pulido.

Herramientas para preparación de la tubería:

- Pulidora eléctrica de trabajo pesado. (tipo Dewalt, Hilti, Bosh)
- Extensión eléctrica de longitud suficiente entre suministro de energía y zona de trabajo.
- Fibrodiscos de grano de piedra #24 o similar.

Para estos trabajos se recomiendan los siguientes elementos de protección personal:

- Traje protector tipo Tyvek.
- Gafas para protección visual.
- Guantes de Cuero o de carnaza para manipulación de tubería.
- Botas con platina de seguridad para protección contra elementos pesados.
- Tapabocas y respirador para evitar las inhalaciones de polvo.
- Otras medidas que el equipo de HSE de la obra considere necesarias.

REPARACIONES EN TUBERÍAS GRP/PRFV

2.2 UNIÓN MECÁNICA FLEXIBLE

GENERALIDADES

Las uniones mecánicas flexibles se utilizan para la unión entre dos tuberías, ya sean del mismo diámetro y diferente material o viceversa; este tipo de uniones permite el movimiento relativo entre ambas piezas, permitiendo deformaciones diferentes en una o en ambas piezas unidas debida a la deformación de los elementos de unión entre las piezas (tornillos, chapas, etc).

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las uniones flexibles constan de una carcasa de acero, un sello de caucho en su interior y un sistema de cierre mediante tornillos. El propósito de la carcasa es contener el sello y presionarlo contra la superficie externa de la tubería cuando se aprieta el sistema de cierre. El sistema de cierre está diseñado para presionar ambos extremos del acoplamiento simultáneamente en todo su perímetro; con el fin de conseguir el sello adecuado, el acoplamiento lleva indicado el par de apriete que asegura que el sello está suficientemente comprimido contra la superficie externa de la tubería.



Figura 4. Proyecto en GRP/PRFV con unión flexible.

El sello se presiona contra la pared externa de la tubería, y debe estar diseñado para resistir las presiones internas en la línea. A medida que la presión interna aumenta, esta hace que el sello se ajuste más contra la superficie externa del tubo.

La figura 5 muestra la disposición general de una unión mecánica flexible mientras que en las figuras 6 y 7 se muestra el principio de funcionamiento tanto para las uniones rectas como para las uniones escalonadas respectivamente.

Este tipo uniones se recomiendan para hacer reparaciones en líneas que estén operando ya que su instalación es sencilla.



Figura 5. Esquema general unión flexible.



Figura 6. Sistema de uniones flexibles.



Figura 7. Sistema de sellado uniones flexibles.

REPARACIONES EN TUBERÍAS GRP/PRFV

2.3 UNIÓN MECÁNICA RÍGIDA

GENERALIDADES

Las uniones mecánicas rígidas se utilizan para la unión entre dos tuberías, ya sean del mismo o diferente diámetro y con posibilidad de diferentes materiales de tuberías.

Las uniones mecánicas rígidas están compuestas de un manguito central ubicado entre dos anillos extremos y mediante unas juntas elastoméricas en forma de cuña se separa el manguito de los anillos extremos.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las uniones mecánicas rígidas funcionan bajo un principio de compresión básico, el cual consiste en que a medida que los pernos se van apretando, los anillos extremos se van juntando, comprimiendo los sellos entre los anillos extremos y el manguito central sobre la superficie de la tubería para formar un sello efectivo y hermético.



Figura 8. Unión mecánica rígida.

Al apretar los pernos se comprime el sello entre el extremo del anillo y el manguito central, este sello es el que sirve para sellar la superficie de la tubería.

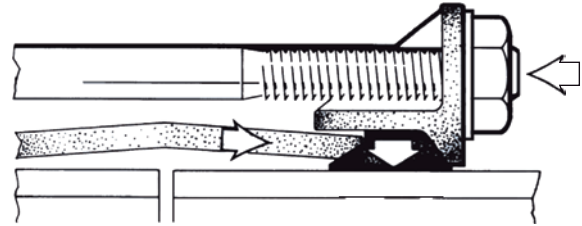


Figura 9. Esquema general unión rígida según Datos del Diseño para la gama de productos Viking Johnson.

Las juntas o sellos se deforman para compensar la expansión y la contracción de la tubería.

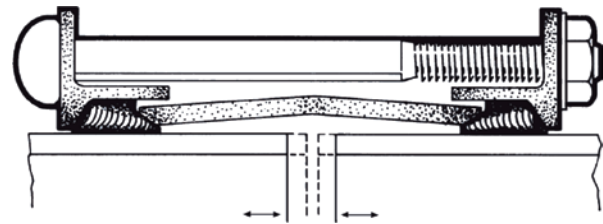


Figura 10. Sistema de sellado uniones rectas según Datos del Diseño para la gama de productos Viking Johnson.

La junta o sello flexible y el manguito central permiten el movimiento angular de la tubería.

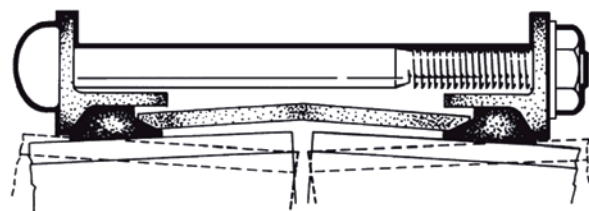


Figura 11. Sistema de sellado según Datos del Diseño para la gama de productos Viking Johnson.

En el caso de unir GRP/PRFV con otros materiales, se recomienda que para presiones mayores a 10 bar se usen uniones de doble apriete ya que ambos materiales pueden soportar un torque diferente. Para el apriete de los pernos se debe hacer uso de un torquímetro con el fin de garantizar un mismo torque. No se debe exceder el apriete recomendado por el fabricante de la unión ya que puede generar fracturas sobre las tuberías.

REPARACIONES EN TUBERÍAS GRP/PRFV

02

2.4 UNIÓN MECÁNICA PARA REPARACIÓN INTERNA

El sistema de sellado interno K-Prema está diseñado para la rehabilitación y reparación de tuberías que tienen un amplio rango de diámetros.

El sello extremo del revestimiento K-Prema evita que los residuos entren en el espacio entre el revestimiento y la tubería principal.

Fabricada para adaptarse a una amplia gama de aplicaciones y se puede utilizar en una gran variedad de materiales para tuberías que incluyen concreto, acero, hierro fundido, PE, GRP/PRFV y otros materiales. K-Prema se fabrica a partir de un material aprobado por WRAS y resistirá una presión interna de hasta 20 bar.

PROCESO DE INSTALACIÓN

1. Coloque el sello en la parte inferior de la tubería y colóquelo simétricamente en el punto de reparación, con el lado perfilado hacia adentro. Coloque las bandas de retención en las ranuras de ubicación de goma en la mitad inferior del acoplamiento. Ver en www.k-prema-internal-seal.com
2. En cada extremo de estas bandas de retención, coloque una cuña de acero inoxidable entre el caucho y la banda de acero inoxidable, con la mitad de la longitud proyectada más allá del extremo de la banda. Estas calzas se deben usar para evitar que los extremos de las bandas de retención presionen el caucho.
3. Ubique las mitades superiores de las bandas de retención en las ranuras del sello de goma en la parte superior de las bandas inferiores. Esto mantendrá los aros en posición antes de la expansión de las juntas.

4. Coloque el pistón hidráulico entre los soportes que están soldadas en los extremos de las bandas de retención. Los extremos del ariete se pueden girar para proporcionar la dimensión correcta para el ajuste entre los soportes. El ariete hidráulico se presuriza ligeramente para forzar los dos extremos.

5. Se debe colocar una cuña espaciadora de una dimensión adecuada en el espacio creado por esta expansión. Se libera la presión y se saca el ariete. Esto debe repetirse en todas las uniones en las bandas de retención.

6. Ahora se debe volver a tensar cada unión con una mayor presión del pistón. Reemplace el espaciador original con un espaciador más grande. Seleccione un espaciador que tenga un ligero ajuste de interferencia y colóquelo en posición. Asegúrese de que se haya superado cualquier fricción entre el caucho y la banda de retención y que la banda se asiente completamente contra el sello, golpeando con un martillo. El fabricante recomendará la presión del apriete que se deberá ejercer.

7. Repita este proceso hasta que todas las uniones tengan espaciadores de tamaño máximo instalados y el sello esté completamente ubicado.



Figura 12. Unión mecánica para reparación interna.

REPARACIONES EN TUBERÍAS GRP/PRFV

2.5 LAMINADOS

Se debe tener en cuenta que para realizar un laminado no debe haber presencia de agua ni humedad en la superficie de la tubería, esto afectará el trabajo y la calidad del mismo. Está la posibilidad de hacer laminados internos, externos o balanceados (interno y externo), por lo tanto se deberá validar cual de estas opciones se ejecutará y si hay disponibilidad de especificaciones.

PREPARACIÓN DEL LAMINADO

Preparación de mantas de fibra de vidrio: Las mantas no deben estar expuestas a la humedad y deben mantenerse limpias antes del laminado. Estas deben tener las dimensiones de acuerdo a las especificaciones de diseño.

Preparación de la resina: Se debe utilizar el tipo de resina especificada. Utilice las cantidades apropiadas para evitar desperdicios.

Preparación de herramientas: cuando se lamina es muy importante que todas las herramientas estén limpias y sin contaminación, no debe haber resina curada en las superficies de los rodillos. Esto reducirá el efecto de la herramienta y también la cantidad que se aplique, dando como resultado resistencias reducidas y posibles entrapamientos de aire.

Tiempo de gel: el tiempo de gel es una medida que se debe tener como patrón en el cual la tela con resina es manejable, el técnico debe determinarlo antes de empezar los trabajos.

• Pasos para el Laminado

Preparación de Superficie: se debe marcar sobre la superficie del tubo a intervenir los límites del laminado para generar un pulido el cual ayudará a eliminar posibles alteraciones superficiales e impurezas.

Luego limpiar con el producto adecuado y que sea compatible con la resina.

Humectación de tela: Las mantas del laminado pueden ser colocados directamente en la superficie antes de la aplicación de la resina ó humectados en una mesa aparte antes de proceder a laminar. La “humectación fuera de línea” de las mantas puede reducir el riesgo del entrapamiento de aire en el laminado y simplificar los procesos de laminar y rolar.

Rolado: consiste en sacar el aire de la tela humedecida con resina por medio de rodillos para tal fin.



Figura 13. Humectación de tela.

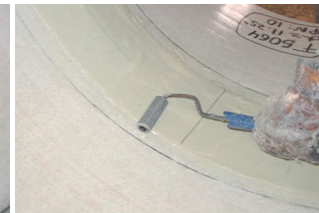


Figura 14. Rolado.

Número de capas del laminado: el número de capas que pueden ser aplicadas antes de que el laminado se cure variará con las características de la superficie y el tipo de resina a usar.



Figura 15. Primera capa.

Se recomienda en este método consultar al personal capacitado para realizar este tipo de reparaciones, pues la formulación y método de laminación corresponden a las exigencias propias de la aplicación de la tubería. Para mayor información contacte a su asesor técnico.

REPARACIONES EN TUBERÍAS GRP/PRFV

02

2.6 DEVOLUCIÓN DE ACOPLÉS

Para reparar la tubería en obra, se puede cortar la sección del tubo garantizando que contenga la zona afectada, se reemplaza el tramo por uno que se ajuste la longitud de cierre por medio del procedimiento de devolución de acoples de GRP/PRFV.

Procedimiento:

- 1) Seleccione dos acoples, quite los topes centrales de montaje y posicione los empaques en el lugar que les corresponde. Limpie muy bien los acoples, los empaques ya instalados y los espigos de la tubería utilizada para realizar el cierre.
- 2) Lubrique cuidadosamente, los acoples y los espigos del tramo que va a ser utilizado para el cierre.
- 3) Coloque un acople en perfecta alineación e introdúzcalo completo en el espigo (pasando los dos empaques de sello y sin empaque de tope o centro).
- 4) Marque las líneas de enchufado para el montaje.
- 5) Coloque el tubo de cierre en la zanja alineado con los tubos adyacentes y con igual espacio libre en ambos extremos.
- 6) Limpie los extremos de los espigos de los tubos adyacentes y lubrique con una capa pareja y delgada.
- 7) Instale herramientas especiales para colocar el acople nuevamente en posición de cierre, tirando del mismo (tiracables, eslingas y uñas para halar).

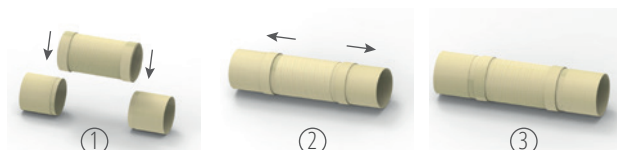


Figura 16. Esquema de devolución de acoples.

8) Se recomienda que ubique los acoples simultáneamente en ambos lados, mantenga el tubo de cierre bien centrado y minimice el contacto con el extremo del tubo.

9) Detenga la operación cuando el extremo del acople toque la línea de ayuda para el montaje.



Figura 17. Devolución de acoples (Instalación con diferenciales).

RECOMENDACIONES DE INVENTARIOS MÍNIMOS EN CAMPO

GENERALIDADES

En general, los inventarios mínimos en campo se deben analizar según la magnitud del proyecto y sus necesidades. Son diferentes los inventarios que deben haber en el proceso de instalación y después de la instalación. Lo que se recomienda es tener un tubo de cada diámetro que es instalado y por lo menos dos acoples de la mayor presión utilizados en el proyecto. En campo no se recomienda tener materias primas como fibra de vidrio o resina, ya que estas materias primas requieren condiciones especiales de ambiente, tienen un tiempo de caducidad y además, deben ser utilizadas por personas expertas.

Si se desea tener respuestas rápidas en daños se recomienda tener en inventario uniones mecánicas flexibles ya que su instalación es rápida y no se requiere un conocimiento técnico especializado.

ALMACENAJE DE TUBOS EN OBRA

Como regla general, se recomienda almacenar los tubos sobre maderas planas que faciliten la colocación y posterior retiro de las fajas teladas de alrededor del tubo.

Cuando los tubos se depositen directamente sobre el suelo, se deberá inspeccionar la zona para asegurarse que ésta es relativamente plana y que está exenta de piedras y otros escombros que puedan dañar el tubo. Otro modo eficaz de almacenar los tubos en obra consiste en colocarlos sobre montículos de material de relleno. Los tubos también deberán ser calzados para evitar que puedan rodar con vientos fuertes.

En el caso que sea necesario apilar los tubos, se recomienda hacerlo sobre soportes planos de madera (de 75 mm de ancho como mínimo) ubicados a cada cuarto y con cuñas. Así mismo, se recomienda utilizar el material de estiba original del envío.

Es importante asegurar la estabilidad de los tubos apilados en condiciones de viento fuerte, en áreas de almacenaje irregular o en situaciones en que estén sometidos a otro tipo de cargas horizontales. Si se anticipan condiciones de vientos fuertes, considere utilizar cuerdas o eslingas para atar los tubos. La altura máxima de apilado recomendable es de 3 metros aproximadamente.

No se permiten los bultos, achatamientos u otros cambios abruptos en la curvatura del tubo. El almacenaje de los tubos que no respete estas indicaciones puede causar daños a los mismos.

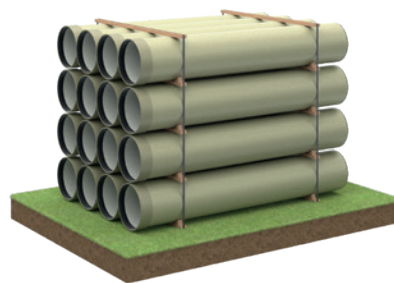


Figura 18. Almacenaje de tubos.



Figura 19. Almacenamiento en obra de tuberías GRP/PRFV.

CRITERIOS PARA INSPECCIÓN EN LÍNEA

CONDICIONES DE SEGURIDAD

Validar con el personal de seguridad de la obra sobre los posibles riesgos a tener en cuenta, donde se incluyan acciones de mitigación ya que se es posible que se tengan espacios confinados, presencia de gases, caídas, atrapamiento, etc. Se deberán establecer los Elementos de Protección para realizar la actividad y se determinarán el mínimo de personas que deban ingresar (al menos dos).

ELEMENTOS PARA INSPECCIÓN

Adicional a los EPP establecidos en el numeral anterior, se debe contar con diferentes recursos para poder realizar la inspección visual:

- Elementos para lavar la tubería internamente donde se presente suciedad con el fin de observar la superficie interna de la tubería (balde, agua y cepillo de mano).
- Elementos de medición como flexómetros y decímetros (de ser el caso).
- Lámparas para iluminar al interior.
- Libreta para apuntar las novedades encontradas.
- Cámara fotográfica y de video para registrar la inspección y cualquier novedad encontrada.

CONDICIONES A INSPECCIONAR

A continuación se lista una serie de aspectos a inspeccionar dentro de la tubería:

- Desgaste de la tubería: Se puede presentar en la parte inferior de los tubos y puede ser más evidente en los espigos. En caso de presentarse medir con un pie de rey el desgaste.
- Deflexión vertical: Se debe medir verticalmente en la mitad de la longitud de cada tubo y esta deflexión no debe ser mayor al 5% del diámetro de la tubería.

- Deflexión angular: La máxima deflexión angular en cada junta no debe exceder los valores indicados en la Tabla 4-1 del manual de instalación de tuberías.

Diámetro nominal del tubo (mm)	Presión (PN) en bares			
	Hasta 16	20	25	32
DN ≤ 500	3,0	2,5	2,0	1,5
500 < DN ≤ 900	2,0	1,5	1,3	1,0
900 < DN ≤ 1800	1,0	0,8	0,5	0,5
DN > 1800	0,5	0,4	0,3	NA

Figura 20. Deflexión angular en el acople con doble empaque de sello.

- Estado de espigos: Los espigos no deben estar remontados (uno sobre el otro), con abultamientos o fisuras.
- Integridad del tubo: Los tubos no deben tener golpes, abultamientos o fisuras.
- Estado de tope central: Verificar que el tope o registro central esté en su posición original. Es posible que estos se desprendan lo cual no genera un problema para el sistema.
- Posición del empaque: Inspeccionar que los empaques no sean visibles al interior de las juntas.
- Control de desacoplamiento: Verificar que la separación entre espigo y tope central sea menor a 20 mm.

REGISTRO DE INFORMACIÓN:

Toda la información observada durante la inspección visual debe ser registrada, preferiblemente con fotos y videos. En las anotaciones se deberá registrar cada tubo y junta a los cuales se les dará una numeración a partir del punto de ingreso a la tubería. En caso de reportar alguna novedad, se deberá referencia usando el sentido horario ubicándose en el sentido del flujo del agua. Por ej. Junta 4: golpe en espigo a las 3, longitud de daño 5cm y ancho 3cm, o también, tubo 10: abultamiento a las 12 con un radio de 15 cm, tubo tiene 6m de longitud y la novedad está a 2m del espigo aguas abajo.

LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

LIMPIEZA DE TUBERÍAS

Limpieza de tuberías con cabezales de chorros a presión:

1. La presión máxima de entrada de agua debe de ser 120 bar. Dada la baja rugosidad del acabado interior de los tubos de GRP/PRFV se puede realizar una limpieza adecuada y la remoción de las obstrucciones por debajo de esta presión.

2. Son preferidos los cabezales con agujeros para chorro de agua en su circunferencia. Mangueras con cadenas o alambres, así como sistemas giratorios, deben ser evitados.

3. El ángulo de salida del agua no debe ser mayor a 30° . Un ángulo menor a 20° es normalmente suficiente para tuberías de GRP/PRFV, dado que la superficie es de baja rugosidad e inhibe la adherencia y solamente el lavado de la superficie interior es lo necesario.

4. El número de los agujeros para los chorros de agua debe ser de 6 a 8 y su tamaño debe ser como mínimo de 2,4 mm.

5. La superficie externa del cabezal debe ser liso y el peso mínimo de 4.5 Kg. El largo del cabezal debe ser mínimo de 17 cm. Para el rango de diámetros entre DN 300 mm a DN 800 mm, se debe utilizar cabezales mas livianos (aprox. 2.5 Kg).

6. La velocidad de movimiento hacia delante y hacia atrás del cabezal debe ser limitado a 30 m/min. Cuando inserte el cabezal dentro del tubo debe ser cuidadosamente para que el mismo no golpee el tubo.

7. Deslizadores con varios patines tendrán una mayor distancia entre el cabezal y la pared de la tubería, logrando una limpieza menos "agresiva".

8. El uso de equipos o presiones que no respondan a los criterios arriba indicados podrán causar daños a la tubería instalada.

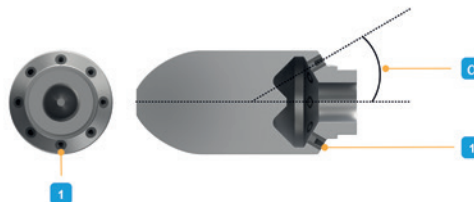


Figura 21. Cabezal con agujeros para chorro de agua en su circunferencia 2.5 KG

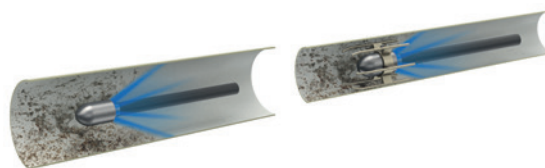


Figura 22. Diagrama limpieza con chorro de agua.

La limpieza esta solamente permitida para ser realizada con un jet energía densidad de 600 W/mm. La experiencia ha demostrado que el uso de una determinada tobera y agujeros para chorro de agua y un caudal de 300 L/min, generan una presión de 120 bares.

LIMPIEZA CON BALDE

La superficie interna del tubo GRP / PRFV puede ser sometida a la limpieza por medio de un sistema mediante "baldes" o "cangliones" metálicos con cables en ambos extremos jalados por malacates, que permiten hacer varias pasadas por el interior del tubo hasta retirar el sedimento. El sistema se arma entre dos cámaras de inspección consecutivas, de manera que sea posible introducir los elementos del mismo y evacuar el material removido.



CONTACTOS



O-TEK INTERNACIONAL

+57 (604) 444 42 42
info@o-tek.com
www.o-tek.com
Calle 19 A # 43B - 41.
Medellín, Colombia.



O-TEK ARGENTINA

+54 (351) 5689770 / +54 (11) 39860620
info.argentina@o-tek.com.ar
www.o-tek.com
Av. La Donosa esq. Aviador Pettirossi
Bo. Estación Flores – Córdoba, Argentina.



O-TEK MÉXICO

+52 (449) 1393960 Ext. 2162
info.mexico@o-tek.com
www.o-tek.com
Carretera Ags - Zac Km 17.5 Int 2,
Parque Industrial San Francisco.
Aguascalientes, México.

O-tek opera bajo un acuerdo de licencia con Flowtite Technology en Noruega.
Las imágenes en este documento son propiedad exclusiva de O-tek / Flowtite®