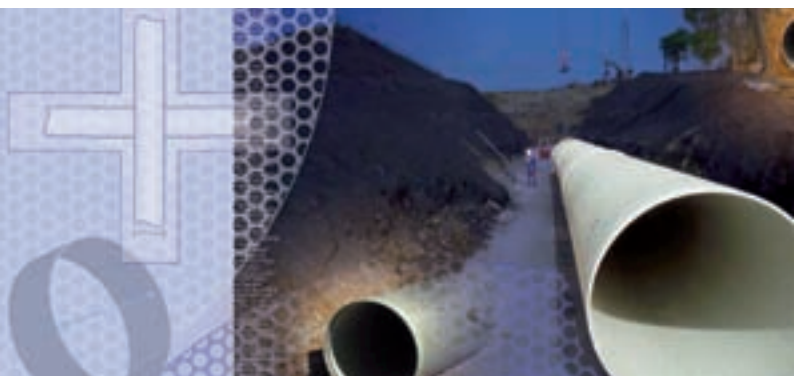




FLOWTITE

Guía de instalación de tuberías enterradas
– AWWA – versión abreviada –



AMIANANTIT PIPE SYSTEMS

1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

Esta guía forma parte de la documentación elaborada por Flowtite para los usuarios de los productos Flowtite. Diseñada para ser utilizada con la “Guía de instalación de tuberías enterradas Flowtite”, el objetivo de esta versión abreviada es facilitar una serie de consultas rápidas en obra. Si tiene cualquier duda o precisa mayor información, consulte con su asesor local o con el departamento de servicios técnicos del fabricante.

2. DESCARGA, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Asegúrese de no utilizar cables de acero o cadenas para descargar el material. Los tubos se pueden levantar usando un solo punto de fijación, si bien el uso de dos puntos de sujeción es preferible por razones de seguridad. No se debe izar el material colocando ganchos en sus extremos o pasando una cuerda, cadena o cable por el interior de los tubos de extremo a extremo (**Figura 1** →).

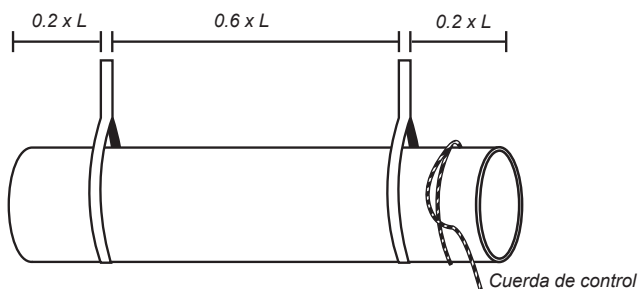


Figura 1 – Izado de tubos con dos puntos de fijación.

Las cargas unificadas se pueden manipular con un par de eslingas, como muestra la **Figura 1**. Se recomienda utilizar una carretilla elevadora para desanidar los tubos. Los brazos de izado de la carretilla deben ir forrados con protectores de canto (**Figura 2** →).

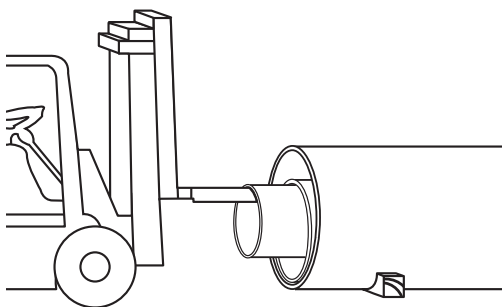


Figura 2 – Desembalaje de tubos anidados con el brazo de izado protegido de una carretilla elevadora

Por lo general se recomienda almacenar los tubos sobre soportes planos de madera (de 75 mm de ancho como mínimo) y sujetarlos con calzos (**Figura 3** →).

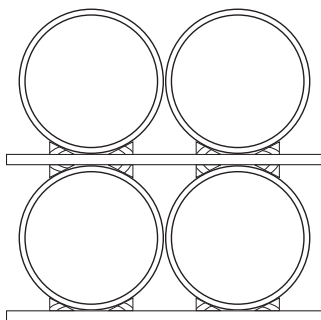


Figura 3 – Almacenaje de tubos

La altura máxima de apilamiento recomendable es de 3 metros.

3. INSTALACIÓN

3.1 Zanjas

Con objeto de garantizar la correcta colocación de la tubería así como la seguridad de los operarios, las zanjas deben tener un valor típico de $0,4 A * DN$ (**Figura 4** →).

En el caso de tubos de mayor diámetro, se puede asignar un valor menor a “A” en función del suelo natural, el material de relleno y la técnica de compactación.

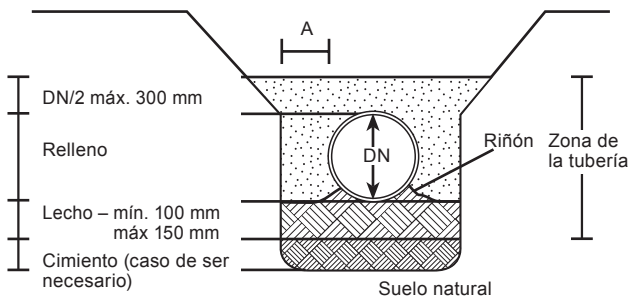


Figura 4 – Nomenclatura del relleno de una zanja

3.2 Lecho y zona de relleno

El material del lecho se debe colocar sobre un fondo firme y estable con objeto de proporcionar a la tubería un apoyo adecuado (**Figuras 5 y 6** →). Por lo general se requiere un lecho de 100-150 mm por debajo del cuerpo del tubo y de 75 mm por debajo de las uniones. En los suelos sueltos o inestables, puede llegar a ser necesaria una cimentación adicional.

Se debe rebajar el lecho en la posición correspondiente a cada manguito para garantizar que la tubería tenga un soporte continuo y no descansa sobre los manguitos.

Los materiales más adecuados para el lecho y la zona de la tubería hasta 300 mm sobre la clave del tubo pertenecen a las categorías SC1 y SC2. El grado de compactación debe reflejar los requisitos estáticos. Asegúrese de no dejar caer piedras de diámetro superior a 200 mm sobre la capa de relleno de 300 mm que cubre el tubo desde una altura de más de 2 metros.

El material de relleno sobre la zona de cobertura de la tubería puede estar formado por materiales procedentes de la excavación cuyas partículas tengan un tamaño máximo de 300 mm. Cuando el nivel de las aguas freáticas esté por encima del fondo de la zanja, este nivel se debe bajar como mínimo hasta el fondo de la zanja antes de proceder a preparar el lecho. Si no se consigue mantener el agua por debajo del lecho, se debe proceder a utilizar una tela filtrante para rodear el lecho y la zona de la tubería con objeto de impedir que estas zonas se contaminen con el material del suelo natural. En este caso se debe utilizar grava o piedra triturada para el lecho y el relleno.

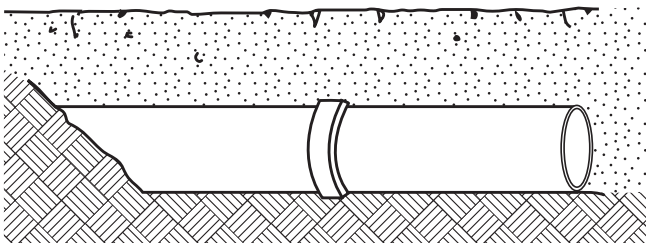


Figura 5 – Soporte del lecho correcto

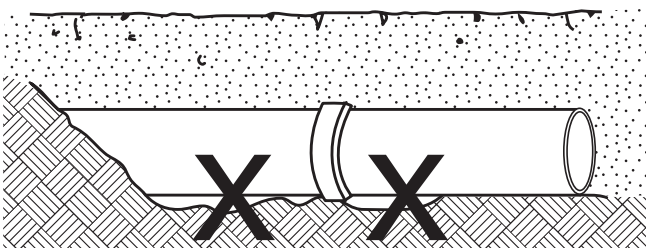



Figura 6 – Soporte del lecho incorrecto

3.3 Relleno y compactación

Es muy importante hacer una adecuada colocación y compactación del material de relleno.

Se debe empujar y compactar el material del riñón entre el lecho y la parte inferior del tubo antes de colocar el resto del material de relleno (**Figura 7** ).

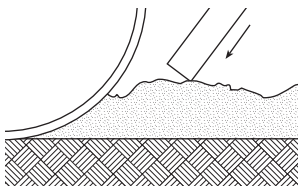


Figura 7 – Enriñonado adecuado

El relleno se suele realizar en capas de 200-300 mm de espesor con materiales tipo SC1 y SC2 y en capas de 100-200 mm de espesor con materiales tipo SC3 (**Tabla 1** →).

Tipo de material de relleno	Apisonadora de impacto manual	Bandeja vibrante manual	Recomendaciones
Tipo SC1		300 mm	Dos pasadas bastan para conseguir una buena compactación.
Tipo SC2		200 - 250 mm	De dos a cuatro pasadas, dependiendo de la altura y la densidad requerida.
Tipo SC3	100 - 200 mm		La altura de la capa y el número de pasadas depende de la densidad requerida. Utilícese cuando el material está o se encuentra próximo a su punto óptimo de humedad. Verifique la compactación.
Tipo SC4	100 - 150 mm		Puede requerir un importante esfuerzo de compactación. Controle que el material está en su punto óptimo de humedad. Verifique la compactación.

Tabla 1 – La compactación por encima del tubo se debe llevar a cabo conforme a las indicaciones de esta tabla

Peso del equipo kg	Cobertura mínima* (mm)	
	Tamped	Vibrated
< 50	-	-
50 - 100	250	150
100 - 200	350	200
200 - 500	450	300
500 - 1000	700	450
1000 - 2000	900	600
2000 - 4000	1200	800
4000 - 8000	1500	1000
8000 - 12000	1800	1200
12000 - 18000	2200	1500

*Es posible que se tenga que comenzar con una capa más alta para que, una vez que se realice la compactación, la capa no sea más baja que el mínimo establecido.

Tabla 2 – Cobertura mínima de compactación sobre la tubería

En zanjas tabliestacas, se deben retirar las tablestacas utilizadas para apuntalar la zanja por etapas y compactar el material de relleno de la zona de la tubería contra la pared natural de la zanja para garantizar el soporte de la misma. Asimismo, se debe comprobar que no haya huecos u holguras de material de relleno entre la parte exterior de las pantallas y el suelo natural hasta una altura de un metro por encima de la clave del tubo.

Use solo materiales de relleno tipo SC1 o SC2 entre el apuntalamiento provisional y el suelo natural, llevado a un nivel de compactación de 90% PN.

3.4 Hormigonado y flotación

El hormigonado se debe realizar por etapas, dejando tiempo suficiente entre ellas para que el cemento pueda fraguar y no ejerza fuerzas ascensionales. La altura máxima de la capa aparece en la tabla que sigue.

SN	Capa máxima
250	El mayor de los siguientes valores: 0,3 m o DN/4
5000	El mayor de los siguientes valores: 0,45 m o DN/3
10000	El mayor de los siguientes: valores 0,6 m o DN/2

Tabla 3 – Capa máxima de hormigonado

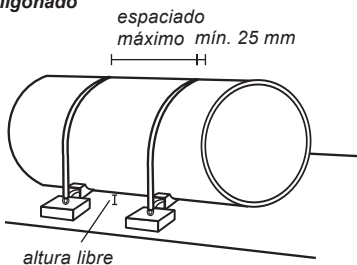


Figura 8 – Anclaje de tubos

Durante el hormigonado, se debe restringir cualquier movimiento sobre la tubería que puedan ejercer las fuerzas ascensionales, con objeto de evitar la flotación. Por lo general, esto se logra sujetando la tubería con flejes a una losa de base u otro tipo de anclaje. Los flejes deben ser de un material plano de 25 mm de ancho y lo bastante fuertes como para resistir las fuerzas ascensionales.

El espaciado máximo entre flejes aparece en la **Tabla 4**.

DN	Espaciado máximo (m)
< 200	1.5
200 – 400	2.5
500 – 600	4.0
700 – 900	5.0
≥ 1000	6.0

Tabla 4 – Espaciado máximo entre flejes

Se debe revisar la flotabilidad en los casos en que el nivel de la cubierta de relleno sea bajo y el nivel de las aguas subterráneas sea alto, así como en las tierras que quedan inundadas durante las crecidas de un río.

DN	h min [m]
100	0.075
300	0.225
600	0.45
1000	0.75
2000	1.50
2400	1.80

Tabla 5 – Cobertura mínima de tubos vacíos con nivel de agua hasta la superficie

3.5 Macizos de contención y conexiones rígidas

Cuando una línea trabaja bajo presión, se producen desequilibrios debido a las fuerzas de empuje que actúan sobre los cambios de dirección. Estas fuerzas se suelen restringir con macizos de contención. Cuando la presión de la línea es superior a 1 bar (100 kPa), se requiere el uso de macizos de anclaje para los accesorios. No es necesario revestir con hormigón las conexiones con toberas. Las toberas son conexiones en T que cumplen las siguientes condiciones:

1. Diámetro de la tobera ≤ 300 mm
2. Diámetro de la tubería principal ≥ 3 veces el diámetro de la tobera.

Cuando se trabaja con conexiones rígidas, se debe tomar las precauciones necesarias para minimizar la aparición de altas tensiones discontinuas a lo largo de la tubería. Se deben evitar deflexiones angulares y asentamientos diferenciales o defectos de alineación en las uniones cercanas a los macizos de anclaje en el momento de la instalación. Existen dos posibilidades:

1 Conexión estándar

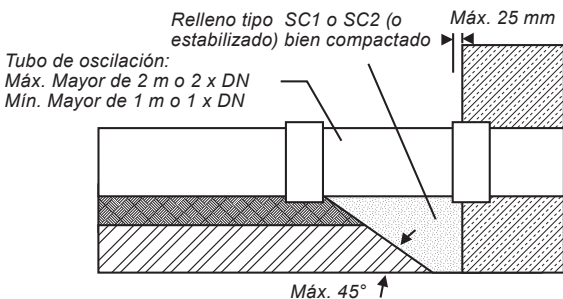


Figura 9 – Conexión estándar – Junta hormigonada

2 Conexión alternativa

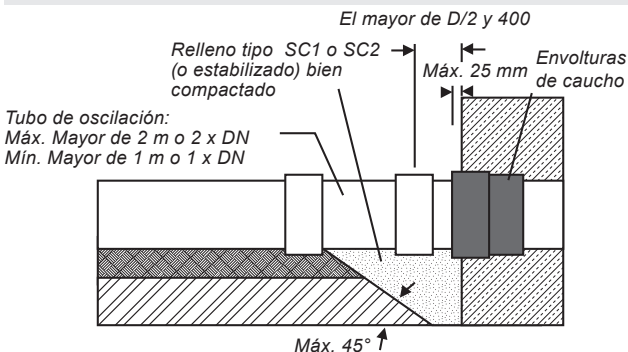


Figura 10 – Conexión alternativa – Revestimiento de caucho hormigonado

3.6 Montaje, corte y laminación de tubos

En líneas de diámetro pequeño hasta DN 300, los tubos se pueden ensamblar utilizando una palanca de pata de cabra y un calzo protector de madera, como muestra la **Figura 11** →. En instalaciones de diámetros más grandes, la unión se puede llevar a cabo utilizando tensores de tracción y abrazaderas, como muestran las **Figuras 12 y 13** →.

Se debe aplicar una fina capa de lubricante sobre la espiga del tubo y la junta de goma usando un pincel o un paño limpio. Asegúrese de que los extremos de los tubos con las espigas solo se inserten hasta la línea de base y evite dañar cualquier parte del tubo o de la junta.

Los ajustes en obra se realizan con tubos marcados "Adjustment Pipe". Tras cortarlos con una sierra circular con disco diamantado, se debe limpiar la superficie en la zona de unión A, lijar suavemente las zonas rugosas y biselar el extremo del tubo con un disco abrasivo. No se requiere ningún otro tipo de rectificad. El borde interior de los tubos de ajuste se pule tras realizar el corte en obra.

Para hacer una unión laminada, es necesario que la superficie del tubo esté seca y libre de polvo y de grasa. La unión se fabrica con refuerzos de fibra de vidrio impregnados con resinas. La temperatura exterior debe ser de al menos 15°C y el trabajo se debe llevar a cabo por personal cualificado.

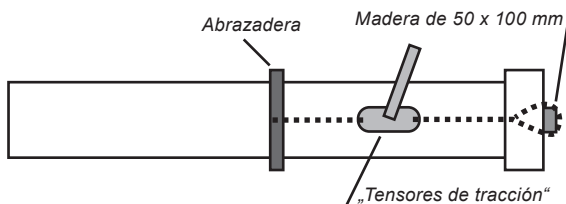


Figura 11 – Montaje del manguito en el tubo

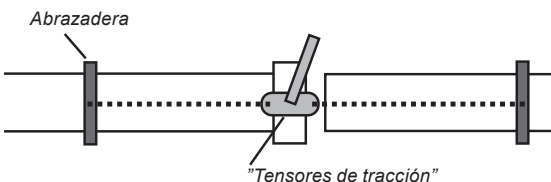


Figura 12 – Unión de tubos con abrazaderas



Figura 13 – Montaje con pala excavadora o palanca con pata de cabra
Fuerza aproximada de ensamblaje en toneladas = (DN en mm/1000) x 2

3.7 Deflexión angular de manguitos Flowtite

La deflexión angular máxima en cada manguito (teniendo en cuenta la combinación de la desviación vertical y la horizontal) no debe exceder los valores que figuran en las **Tablas 6 y 7**.

Diámetro nominal del tubo (mm)	Presión (PN) en bar			
	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	NA	NA	NA

Tabla 6 – Deflexión angular en grados por manguito

Angulo de Deflection (deg)	Desviación máxima (mm)			Radio de curvatura (m)		
	Longitud del tubo			Longitud del tubo		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3.0	157	314	628	57	115	229
2.5	136	261	523	69	137	275
2.0	105	209	419	86	172	344
1.5	78	157	313	114	228	456
1.3	65	120	240	132	265	529
1.0	52	105	209	172	344	688
0.8	39	78	156	215	430	860
0.5	26	52	104	344	688	1376

Tabla 7 – Desviación y radio de curvatura

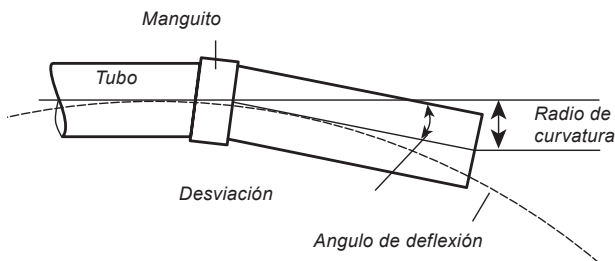


Figura 14 – Manguito Flowtite, deflexión angular de la junta

3.8 Limpieza de tuberías de saneamiento de gravedad y presión (FS y FPS)

Al realizar una limpieza con agua a alta presión se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 1 La presión máxima de entrada del agua debe ser de 120 bar. Debido al acabado liso interior de las tuberías de PRFV, se suele poder eliminar cualquier obstrucción y realizar una limpieza adecuada con esta presión.
- 2 Es preferible utilizar limpiadores que incorporen varias salidas alrededor de la circunferencia de la tobera. Se debe evitar el uso de limpiadores con cadenas o alambres, así como toberas rotativas o agresivas que puedan dañar la tubería.
- 3 El ángulo de salida del agua de la tobera debe ser inferior a 30°. Un ángulo de 20° suele ser suficiente para los tubos y accesorios de PRFV.
- 4 La tobera debe incorporar entre 6 y 8 agujeros con un diámetro de 2,4 mm como mínimo.
- 5 La superficie exterior de la tobera debe ser lisa y su peso no debe exceder 4,5 kg. La longitud de tobera que corresponde a este peso es de al menos 17 cm. En diámetros nominales pequeños y medianos (DN 100 - DN 800) se deben utilizar toberas más ligeras (de aproximadamente 2,5 kg).
- 6 El movimiento de avance y retroceso de la tobera debe limitarse a una velocidad de > 30 m/min.
- 7 El uso de deslizadores hace posible una limpieza menos agresiva.
- 8 La delaminación local de la capa protectora contra la abrasión no afecta las condiciones de funcionamiento de la tubería y por tanto no se considera un cambio material.

Para mayor información, consulte con el fabricante de los tubos.



4. POST-INSTALACIÓN

Se recomienda medir la deflexión en cada tubo para comprobar la calidad de la instalación de la tubería. Los tubos cuya deflexión inicial supere los valores admisibles se deben volver a instalar (**Tabla 8** →).

	Deflection % of Diameter
Diámetros grandes (DN ≥ 300)	3.0
Diámetros pequeños (DN ≤ 250)	2.5

Tabla 8 – Deflexión vertical admisible

El % de deflexión se calcula de la forma que sigue:

$$\% \text{ deflexión} = \frac{\text{DI Actual} - \text{DI Vertical Instalado} \times 100}{\text{DI Actual}} \times 100$$

La DI Actual se puede determinar o comprobar midiendo los diámetros de un tubo sin instalar (y sin tener tubos apilados sobre él) depositado sobre un suelo razonablemente plano.

Se calcula como sigue:

$$\text{DI Actual} = \frac{\text{DI vertical} + \text{DI horizontal}}{2}$$

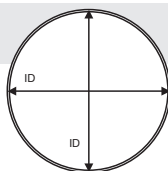


Figura 15

5. ENSAYO HIDRÁULICO

Se considera buena práctica realizar un ensayo hidrostático de la instalación aproximadamente cada 1000 metros.

- 1 Con anterioridad al ensayo, se debe comprobar que:
 - La deflexión inicial del tubo esté dentro de los límites aceptables
 - Los manguitos estén montados correctamente
 - Los sistemas de sujeción de la tubería estén colocados y fraguados
 - Las bridas estén apretadas al par indicado en las instrucciones
 - El rellenado haya finalizado
 - Las válvulas y bombas estén ancladas
 - El rellenado y la compactación del material de relleno próximo a las estructuras y los tubos de cierre se haya llevado a cabo adecuadamente
- 2 Llenar la línea con agua – Abrir las válvulas y ventosas para dejar salir todo el aire durante el llenado de la tubería y evitar sobrepresiones.

- 3 Presurizar la línea lentamente. Cuando una línea está bajo presión, almacena gran cantidad de energía que debe ser tomada en consideración.
- 4 Comprobar que la posición del manómetro indica la presión más alta de la línea, o ajustarlo adecuadamente. Las posiciones más bajas de la línea tendrán presiones más altas debido a la carga estática adicional.
- 5 Asegurar que la presión máxima de ensayo no exceda 1,5 x PN. Normalmente, la presión de ensayo de campo es o bien un múltiplo de la presión de funcionamiento o la presión de funcionamiento más un cierto incremento de presión. No obstante, la presión de ensayo de campo no debe exceder el límite de 1,5 x PN bajo ninguna circunstancia.
- 6 Si después de un breve período de estabilización de la línea ésta no mantiene una presión constante, se debe comprobar que ello no se deba al efecto térmico (un cambio de temperatura), a la expansión del sistema o a la presencia de aire atrapado en la tubería. Si se detecta que la tubería tiene una fuga difícil de localizar, los siguientes métodos pueden contribuir a detectar el origen del problema:
 - Verificar las zonas donde hay bridas y válvulas.
 - Verificar los puntos de derivación de la tubería.
 - Usar un equipo de detección por sonido.
 - Realizar ensayos en tramos más cortos para aislar la fuga.

Para los sistemas de tubería por gravedad (PN 1 bar) existe un ensayo alternativo de verificación de fugas que usa aire en lugar de agua. Además de los cuidados rutinarios, las precauciones normales y los procedimientos típicos adoptados durante este ensayo, se debe tener en cuenta las siguientes sugerencias:

- 1 Al igual que con el ensayo hidráulico, se debe ensayar la tubería en tramos cortos, tomándose por lo general el tramo de tubería comprendido entre dos pozos de inspección.
- 2 Comprobar que la tubería y todos los materiales, carretes, accesos, etc., estén convenientemente taponados o conectados y fijados para soportar la presión interna.
- 3 Presurizar lentamente el sistema a 0,24 bar. Se debe regular la presión para evitar una sobrepresión (máximo 0,35 bar).
- 4 Dejar que la temperatura del aire se estabilice durante algunos minutos mientras se mantiene la presión a 0,24 bar.
- 5 Durante el periodo de estabilización se recomienda verificar todos los puntos taponados y conectados con una solución jabonosa para detectar cualquier fuga. Si se encuentra una fuga, se debe desconectar el sistema de presión y proceder

a su reparación, volviendo a empezar a continuación desde el punto 3.

6 Después del período de estabilización, ajustar la presión de aire a 0,24 bar y cortar o desconectar el suministro de aire.

7 La tubería pasa el ensayo si la caída de presión es de 0,035 bar o menos durante los períodos indicados en la **Tabla 9**.

8 Si la tubería no cumple los requisitos de aprobación del ensayo, se pueden acoplar las conexiones neumáticas de forma muy próxima la una de la otra y desplazar en ambas direcciones a lo largo de la línea, lo que permite repetir el ensayo en cada punto hasta detectar la fuga. Este método es muy preciso y permite localizar fugas en una distancia de entre uno y dos metros. Con ello se minimiza el área a excavar y se reducen los costes de reparación.

! **Precaución! DURANTE LA PRESURIZACIÓN SE ALMACENA GRAN CANTIDAD DE ENERGÍA EN LA TUBERÍA. ESTO ES ESPECIALMENTE CIERTO CUANDO EL MEDIO DE ENSAYO ES AIRE (INCLUSO A PRESIONES BAJAS). DE AHÍ QUE SE DEBA COMPROBAR QUE LA TUBERÍA ESTÁ BIEN ANCLADA EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN Y SEGUIR LAS PRECAUCIONES DE SEGURIDAD DEL FABRICANTE EN DISPOSITIVOS TALES COMO LAS CONEXIONES NEUMÁTICAS.**

! **Nota:** Este ensayo determina la rapidez a la cual el aire a presión se escapa de un tramo aislado de tubería. Este tipo de ensayo se utiliza para determinar la presencia o ausencia de daños en la tubería y/o para determinar si los manguitos han sido montados correctamente.

Diámetro (mm)	Tiempo (min.)	Diámetro (mm)	Tiempo (min.)
100	2.50	1000	25.00
150	3.75	1100	27.50
200	5.00	1200	30.00
250	6.25	1300	32.50
300	7.75	1400	35.00
350	8.75	1500	37.50
400	10.00	1600	40.00
500	12.50	1800	45.00
600	15.00	2000	50.00
700	17.50	2200	55.00
800	20.00	2400	60.00
900	22.50		

Tabla 9 – Tiempo de ensayo – Ensayo con aire

6. INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE DE POZOS DE PRFV

Los pozos de PRFV para los sistemas de evacuación de aguas residuales y las redes de distribución de agua potable se distinguen por su facilidad de montaje e instalación libre de problemas, características que representan una ventaja significativa.

Debido a la ligereza de sus materiales constructivos, no se suelen necesitar grúas ni equipos elevadores pesados (grúa montada sobre camión) para pozos de diámetros inferiores a DN 2000.

De ahí que en la mayoría de los casos se pueda instalar todas las partes del pozo con el equipo utilizado para excavar la zanja. Para efectuar la instalación, se precisa tan solo de un dispositivo —cables de uso común en el mercado— y ciertos artículos de instalación, como son las anillas de carga y enganches de conexión rápida (**Figuras 16 y 17** →), que se suministran conjuntamente con los pozos.

En cuanto a los cimientos o lecho del pozo, por definición se debe soterrar el pozo de la misma forma que los tubos a los que se va a unir para evitar diferencias de asentamiento en estos elementos.

No se debe fijar directamente al pozo ningún accesorio destinado a absorber las sobrepresiones o fuerzas que actúan sobre la tubería. Los accesorios de hormigón necesarios deben instalarse fuera del pozo en los sitios indicados.



Figura 16 – Anilla de carga



Figura 17 – Enganche de conexión rápida

6.1 Instrucciones de instalación para pozos de PRFV verticales



Figura 18 – Pozo para alcantarillado, suspendido

Si el subsuelo puede soportar carga, se requiere una capa de solera limpia del mismo material que el lecho de la tubería. Los subsuelos que no soportan carga, por contra, necesitan una cimentación de hormigón de al menos 15 cm. Los pozos de hasta 3,5 t precisan 3 anillas de carga M 24 para poder ser izados con los cables adecuados (**Figuras 18 y 19** →).

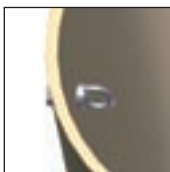


Figura 19 – Instalación de anilla de carga

El ángulo de inclinación no debe ser inferior a 60°. Los pozos de más de 3,5 t utilizan anillas de carga ring eyes M 30.

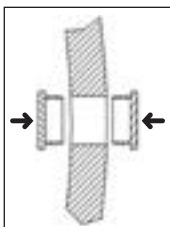


Figura 20 – Obturación de los orificios de montaje

Una vez que se ha colocado el pozo, se deben retirar las anillas de carga y cerrar los orificios de montaje, primero desde dentro con un martillo y luego desde fuera utilizando los taponeros de plástico suministrados a este efecto (**Figura 20** →).



Figura 21 – Tapa de hormigón reforzado

La tapa de hormigón reforzado del pozo viene equipada con un enganche que permite suspenderla y se entrega con ganchos de conexión rápida (**Figura 21** →).

6.2 Instrucciones de instalación para pozos de PRFV horizontales

La colocación de los pozos requiere el uso de eslingas textiles de suficiente tamaño y resistencia. Si el nivel de la capa freática y los cálculos estáticos apuntan a la necesidad de adoptar medidas contra la flotación, el pozo se puede entregar de fábrica equipado con anclajes de acero inoxidable, asegurándose la no flotación mediante el uso de mortero preparado en obra.

El objetivo de esta versión abreviada de la Guía de instalación de tuberías enterradas es servir de referencia. Todos los valores que aparecen en las especificaciones de producto son nominales. Se pueden obtener resultados insatisfactorios en el uso de los productos debido a las fluctuaciones ambientales, las variaciones en los procedimientos de funcionamiento o la interpolación de datos. Ante todo, recomendamos que las personas que utilicen estos datos tengan una formación especializada y experiencia suficiente en la aplicación de estos productos, su instalación normal y sus condiciones de funcionamiento. Siempre se ha de consultar con el personal de ingeniería antes de proceder a instalar cualquiera de estos productos con el fin de comprobar la idoneidad de los mismos para los propósitos y aplicaciones en cuestión. Por el presente escrito hacemos constar que no aceptamos ninguna responsabilidad y que no seremos declarados responsables por ninguna pérdida o daño que pueda resultar de la instalación o del uso de cualquiera de los productos listados en este folleto en vista de que no hemos determinado el nivel de cuidado requerido para la instalación o servicio de estos productos. Nos reservamos el derecho a revisar estos datos, en caso que sea necesario, sin notificación alguna. Agradecemos cualquier comentario sobre esta versión condensada.



Flowtite Technology AS

P.O. Box 2059

3202 Sandefjord

Noruega

Phone: + 47 33 44 92 80

Fax: + 47 33 46 26 17

info@amiantit.com

www.flowtite.com

www.amiantit.com