

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 1 / 10
		Cap. 7



GAMA	GAMA	NORMAS
ø mm	ø mm	ASTM D4161
300	1600	ASTM D3517
350	1800	ASTM D 3754
400	2000	ASTM D 3262
500	2200	AWWA M-45
600	2400	AWWA C950
700	2600	NTC 3871
800	2800	NTC 3870
900	3000	ISO 10467
1000	3200	ISO 10639
1200	3400	NTC 3877
1400	3600	

Adicionalmente, las tuberías deben cumplir con la Resolución No.1166 de 2006 y sus resoluciones modificatorias (Resolución No. 1127 de 2007) del ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

#### Aplicación

Se utiliza tubería de GRP en instalaciones de acueducto y alcantarillado en diámetros desde Ø300 mm hasta Ø3600 mm.

#### Tipo de Unión

La unión al resto de piezas se realizará mediante uniones automáticas que permiten realizar uniones entre dos espigos con un sistema automático con sello elastomérico.



## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 2 / 10
		Cap. 7

### Material de Fabricación

Las tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio tienen como principales componentes fibra de vidrio, arena y resinas curadas. Su estructura y combinación de ingredientes puede ser variada de acuerdo con las características que de ella se requieran para el proyecto.

### Rotulado

La tubería de polietileno usada en Triple A deberá cumplir con el artículo 10 de la Resolución No. 1166 de 2006, el cual debe contener la siguiente información:

- La destinación o uso del tubo
- Nombre del fabricante o marca registrada de fábrica
- País de origen
- Diámetro Nominal
- Presión de trabajo
- Fecha de fabricación (año-mes-día) e identificación del lote de fabricación
- Cumplir con el Sistema Internacional de unidades, sin perjuicio de que se incluya su equivalencia en otros sistemas
- Reglamento técnico, norma técnica colombiana o internacional o cualquier otro tipo de norma o referente técnico utilizado para la fabricación del producto, si fuere el caso.

### Almacenamiento

Los tubos deben ser inspeccionados en el lugar de descarga para asegurarse que no hayan sufrido daño alguno durante el transporte. Es recomendable volver a inspeccionar cada tubo inmediatamente antes de proceder a su instalación, según el tiempo que lleve almacenado, la manipulación a la que haya sido sometido en el lugar de trabajo y otros factores que pueden influir en la integridad del tubo.

Generalmente, los tubos dañados pueden ser fácilmente reparados en el lugar de trabajo por personal calificado. Si existen dudas sobre el estado de los tubos no deberán utilizarse. Sin embargo, dado que los sistemas de reparación pueden variar en gran medida según el espesor y la composición de pared del tubo, la aplicación que se va aplicar en el tubo y el tipo y extensión del defecto detectado, se recomienda no intentar reparar un tubo dañado o defectuoso sin haber consultado previamente con el proveedor. Las tuberías reparadas incorrectamente pueden no funcionar según lo previsto.

Es preferible almacenar los tubos sobre maderas planas para facilitar el posicionamiento de las eslingas alrededor del tubo y su posterior retirada.

Cuando se depositen los tubos directamente en el suelo se deberá asegurar que la zona sea relativamente plana y que este exenta de piedra u otros escombros que puedan dañar el tubo. Todos los tubos deben ser convenientemente calzados para impedir que puedan rodar con vientos fuertes.

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.

## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 3 / 10
		Cap. 7

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 m 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.

Para reducir los costos de transporte, los tubos que deban ser enviados a largas distancias pueden transportarse anillados (los tubos de diámetro menor insertados en los de diámetro mayor). Para estos tubos se utiliza generalmente un embalaje especial y se requieren procedimientos especiales para la descarga, manipulación, almacenaje y transporte. No es recomendable apilar estos embalajes a menos que se especifique lo contrario.

Debido a que los tubos de poliéster reforzado son flexibles, el suelo circundante debe proporcionarles el soporte adecuado para resistir las cargas que se les aplican. La profundidad de instalación está relacionada con el tipo de material de relleno y su compactación (densidad), las características del suelo natural, la construcción de la zanja y la rigidez del tubo.

### Procedimiento para la Instalación de la Tubería

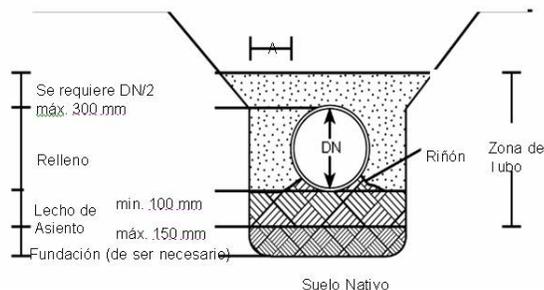
El tipo de procedimiento de instalación apropiado para los tubos varía de acuerdo a la rigidez del tubo, la profundidad de la cobertura, el ancho de la zanja, las características de los suelos nativos, las sobrecargas y los materiales de relleno. El material nativo debe confinar adecuadamente el relleno de la zona del tubo para alcanzar el soporte adecuado. Las siguientes indicaciones sobre instalación procuran asistir al instalador para lograr una adecuada instalación del tubo.

#### Zanja estándar

La Figura muestra las dimensiones normales de una zanja. La dimensión "A" siempre deber ser lo suficientemente ancha como para permitir un espacio apropiado que asegure el correcto posicionamiento y compactación del relleno en el riñón del tubo. La dimensión "A" debe también ser lo suficientemente ancha como para operar el equipo de compactación sin dañar los tubos. La dimensión "A" normal es de 0,4 DN.

Para tubos de dimensiones mayores se puede utilizar un menor valor de "A", dependiendo del suelo nativo, el material de relleno y las técnicas de compactación.

Como ejemplo, para los grupos de suelos nativos 1, 2 y 3 y los materiales de relleno SC1 y SC2 que requieren un esfuerzo de compactación limitado, se puede considerar el uso de una zanja más pequeña.



### NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 4 / 10
		Cap. 7

**! Nota:** Donde existan suelos altamente expansivos, inestables, sueltos, blandos, rocosos o suelos endurecidos, será necesario incrementar la profundidad de la capa del lecho de asiento para lograr un soporte longitudinal uniforme.

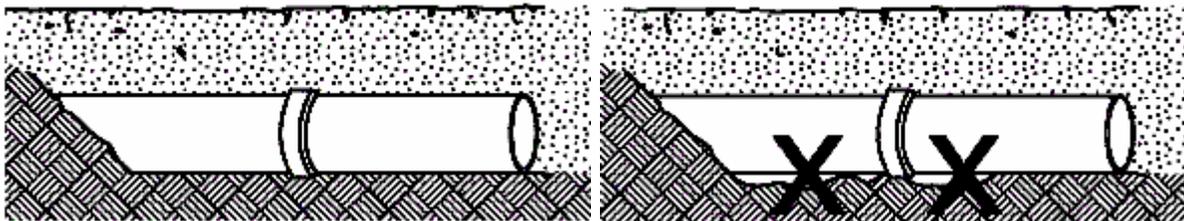
### Lecho de asiento del tubo

El lecho de asiento del tubo debe estar ubicado sobre un fondo de zanja firme y estable de modo que proporcione un adecuado apoyo. El lecho de asiento terminado debe proporcionar un apoyo firme, estable y uniforme al cuerpo del tubo y a cualquier saliente de la junta.

Se debe proporcionar un lecho de asiento de 100-150mm debajo del tubo y de 75mm debajo del acople. En caso de que el fondo de zanja sea inestable o blando, se deberá colocar una fundación adicional para lograr el apoyo firme que el lecho de asiento necesita.

Puede suceder que haya que importar el material del lecho de asiento para lograr la gradación adecuada y el apoyo necesario. Los materiales recomendados para el lecho de asiento son SC1 y SC2. Para determinar si el material nativo es el adecuado para el lecho de asiento, el mismo debe satisfacer todos los requisitos de relleno de la zona del tubo. El control del material de relleno debe extenderse a lo largo de todo el proceso de instalación debido a que las condiciones del suelo ativo pueden variar y cambiar inesperadamente a lo largo del tramo de la tubería.

El lecho de asiento debe estar sobreexcavado en cada junta para asegurar que el tubo tenga un apoyo continuo y no descansa en los acoples. El área del acople deberá contar con un lecho de asiento apropiado y ser relleno luego de completarse el montaje de la junta. Ver Figuras donde se muestra el apoyo correcto e incorrecto sobre el lecho de asiento.



Apoyo correcto sobre el lecho de asiento

Apoyo incorrecto sobre el lecho de asiento

### Materiales de relleno

La Tabla agrupa los materiales de relleno en diferentes categorías. SC1 y SC2 son los suelos de relleno más fáciles de usar y precisan menos esfuerzo de compactación para lograr un cierto nivel de compactación relativa.

Independientemente de estas categorías y sin importar si el suelo de relleno es importado o no, se aplicarán las siguientes restricciones:

## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 5 / 10
		Cap. 7

1. Para el tamaño máximo de las partículas y piedras, se deben respetar los límites establecidos en la Tabla.
2. Los terrones no deberán ser de un tamaño mayor al doble del máximo tamaño de las partículas.
3. No se debe utilizar material congelado.
4. No se debe utilizar material orgánico.
5. No se debe utilizar escombros (neumáticos, botellas, metales, etc).

Grupos de Suelos de Relleno	Descripción de los Suelos de Relleno
SC1	Piedras trituradas con <15% de arena, un máximo de 25% que pase por el tamiz de 10 mm y un máximo de 5% de material fino
SC2	Suelos limpios de grano grueso con <12% de material fino
SC3	Suelos de grano grueso con 12% de material fino o más. Suelos arenosos o de grano fino con menos de 70% de material fino
SC4	Suelos de grano fino con más de 70% de material fino

Materiales de relleno

El tamaño máximo de las partículas en la zona del tubo (hasta 300 mm sobre la clave del tubo) será el siguiente:

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

Máximo tamaño de las partículas

### Tipos de instalación

El relleno sobre el tubo puede consistir en material excavado con un tamaño máximo de partículas de hasta 300mm siempre y cuando la cobertura sobre la tubería sea de 300 mm. Las piedras mayores a 200mm no deben ser arrojadas sobre la capa de 300mm que cubre relleno (Ver figuras). La selección del tipo depende de las características del suelo nativo, los materiales de relleno, la profundidad a la que debe enterrarse el tubo, las condiciones de sobrecarga, la rigidez del tubo y las condiciones bajo las cuales operará.

El Tipo 2, llamada configuración "partida", se utiliza generalmente para aplicaciones de baja presión (PN ≤ 10 bar), carga por tráfico liviana y en casos de presión negativa limitada (vacío).

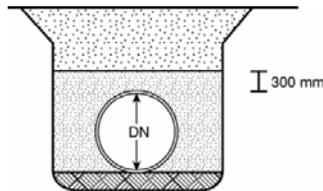
### NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 6 / 10
		Cap. 7

### Instalación Tipo 1

- Construya el lecho de asiento del tubo de acuerdo con las instrucciones.
- Rellene la zona de la tubería (hasta 300 mm) sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado y compactado según los niveles requeridos.

Instalación Tipo 1



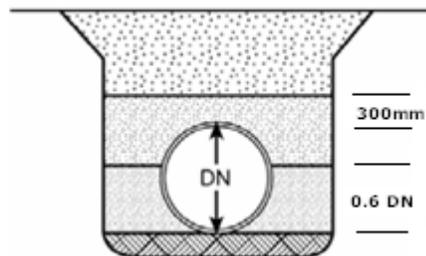
Nota: Para aplicaciones de baja presión ( $PN \leq 1 \text{ bar}$ ) sin cargas por tráfico, no es necesario compactar los 300 mm sobre la clave del tubo.

### **Instalación Tipo 2**

- Construya el lecho de asiento del tubo de acuerdo con las instrucciones.  
 Rellene hasta un nivel del 60% del diámetro del tubo con el material de relleno especificado, compactado hasta los niveles indicados.  
 Rellene desde el 60% del diámetro hasta 300mm sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado compactado hasta los niveles indicados.

Nota: La configuración de relleno Tipo 2 no es práctica para los tubos de menor diámetro.

Instalación Tipo 2



## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 7 / 10
		Cap. 7

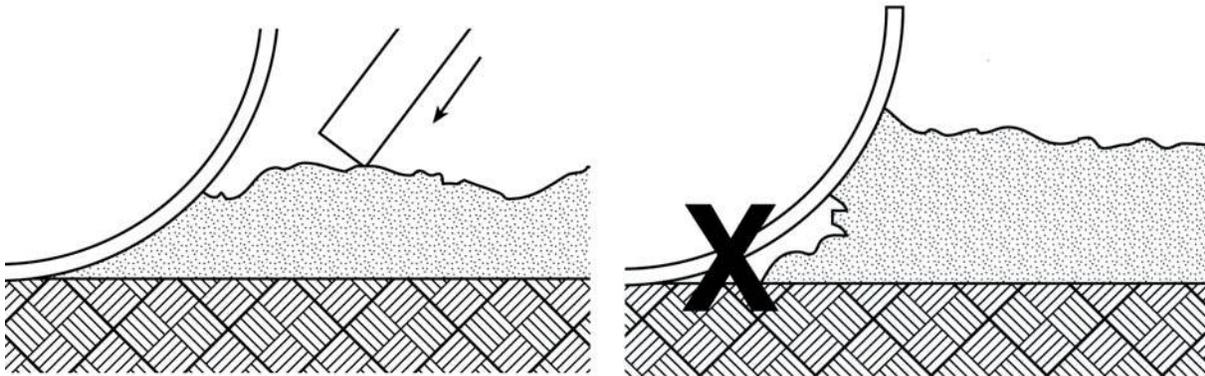
### Relleno de la zona del tubo

Se recomienda rellenar inmediatamente después del proceso de enchufado a fin de prevenir dos peligros:

la flotación del tubo debido a las lluvias copiosas y los movimientos térmicos por la gran diferencia de temperaturas diurnas y nocturnas. La flotación puede dañar al tubo y causar costos de reinstalación innecesarios. La contracción y expansión térmica pueden arruinar el sellado debido al movimiento de varios tramos de tubos acumulados en una misma junta.

Si se colocan secciones de tubería en la zanja y se demora el relleno, el centro de cada tubo deberá ser rellenado hasta la clave para minimizar los movimientos en la junta.

La correcta selección, ubicación y compactación del relleno de la zona de la tubería es de gran importancia a fin de controlar la deflexión vertical y para el rendimiento del tubo. Se debe tener cuidado de que el material de relleno no se encuentre contaminado con escombros u otros materiales extraños que puedan dañar el tubo o causar una pérdida de apoyo. El material de relleno del riñón en la zona que se encuentra entre el lecho de asiento y la parte inferior externa del tubo debe insertarse y compactarse antes de colocar el resto del relleno (ver Figuras).



Relleno correcto del riñón del tubo

Relleno incorrecto del riñón del tubo

Se debe controlar el espesor de la capa a compactar, así como la energía utilizada en el método de compactación. El rellenado correcto se realiza normalmente en capas de 100mm a 300mm dependiendo del material de relleno y del método de compactación. Cuando se utiliza grava o piedra triturada como material de relleno, generalmente será adecuado utilizar una capa de 300mm ya que la grava es relativamente fácil de compactar. Los suelos de grano fino necesitan un mayor esfuerzo de compactación y el espesor de la capa debe ser limitada. Se advierte que es importante lograr la correcta compactación de cada capa para asegurarse de que el tubo tenga el soporte necesario.

Los rellenos tipo SC1 y SC2 son relativamente fáciles de usar y muy confiables como materiales de relleno para tubos. Estos suelos tienen baja sensibilidad a la humedad. El relleno se puede compactar fácilmente utilizando un compactador manual de placa vibratoria en capas de 200 a 300mm. Ocasionalmente, se deberá utilizar un geotextil en combinación con suelos de grava para evitar la migración de materiales finos y la consecuente pérdida de apoyo del tubo. Se pueden aceptar los suelos de rellenos tipo SC3 y se encuentran a menudo listos para usar como materiales de relleno

## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 8 / 10
		Cap. 7

para instalaciones de tuberías. Muchos suelos nativos, en los que se instala la tubería, son del tipo SC3 y, por lo tanto, el suelo extraído puede ser directamente reutilizado como relleno para la zona del tubo. Se deben tomar precauciones ya que estos suelos son sensibles a la humedad. Las características del tipo de suelo SC3 dependen en gran parte de las características de la fracción fina. El control de humedad puede ser necesario cuando se compacta el suelo para lograr la densidad deseada con una razonable energía de compactación y con una fácil utilización del equipo de compactación. La compactación se puede lograr utilizando un compactador manual de impacto en capas de 100 a 200mm.

El relleno tipo SC4 solamente se puede utilizar como relleno de la zona de tubería observando las siguientes precauciones:

- El contenido de humedad se debe controlar durante la colocación y la compactación.
- No se debe usar en instalaciones con fundaciones inestables o con agua estancada en la zanja.
- Las técnicas de compactación pueden requerir de una considerable energía y por lo tanto se deben tener en cuenta las limitaciones prácticas de la compactación relativa y la rigidez de suelo resultante.
- Cuando compacte, utilice capas de 100 y 150mm con un compactador manual de impacto tal como un Whacker o un vibrocompactador (canguro).
- Las pruebas de compactación se deben realizar periódicamente para asegurar la compactación adecuada.
- La compactación del relleno de grano fino se logra con mayor facilidad cuando el material tiene un contenido óptimo de humedad o cercano al mismo.

Cuando el relleno alcanza el diámetro horizontal del tubo (springline), toda la compactación debería comenzar cerca de los lados de la zanja y avanzar hacia el tubo. El relleno de la zona de la tubería se puede ubicar y compactar de tal modo que cause que el tubo se ovalice en dirección vertical (aumento del diámetro vertical). La ovalización inicial no debe exceder el 1,5% del diámetro del tubo de acuerdo con las mediciones realizadas al alcanzar el relleno la clave del tubo. La cantidad de ovalización inicial obtenida se relacionará con la energía necesaria para lograr la compactación relativa que se necesita. Los altos niveles de energía necesarios con el relleno de tipo SC3 y SC4 pueden sobrepasar los límites. Si esto ocurre considere utilizar tubos de mayor rigidez u otro material de relleno o ambas cosas. Estas recomendaciones se resumen en la Tabla siguiente:

## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 9 / 10
		Cap. 7

Tipo de suelo de relleno	Compactador manual de impacto (Canguro)	Compactador manual de placa vibratoria	Recomendaciones
Tipo SC1		300 mm	Dos pasadas deberían proporcionar una buena compactación
Tipo SC2		200 - 250 mm	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 dependen de la densidad necesaria Usar con contenido óptimo de humedad o niveles cercanos al mismo Controlar la compactación
Tipo SC4	100 - 150 mm		Puede requerir una importante energía de compactación. El contenido de humedad debe ser óptimo Verificar la Compactación

### Compactación sobre el tubo

La instalación de Tipo 1 requiere que se compacten 300mm sobre el tubo. El relleno de la zanja en áreas sujetas a cargas de tránsito se suele compactar para minimizar el asentamiento de la superficie de la ruta, calle, autopista, etc.

La Tabla siguiente muestra la altura mínima de cobertura sobre el tubo necesaria antes de que ciertos equipos de compactación puedan utilizarse directamente sobre el tubo. Se debe tener cuidado de evitar un excesivo esfuerzo de compactación sobre la clave del tubo que pueda causar abultamientos o áreas planas. Sin embargo, el material en esta área no debe dejarse suelto y se debe lograr la densidad específica deseada.

P	Peso del equipo kg	Cobertura mínima del tubo*(mm)	
		Apisonado	Vibrado
	< 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

\*Puede ser necesario comenzar con una cobertura mayor de modo que, a medida que se logra la compactación, ésta no sea inferior al mínimo requerido.

## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES

DC_31 Rev. 04	Familia:  <b>TUBERÍAS</b>	Cód. II/01/05
		
20/10/2010	Denominación Normalizada <b>TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	Pág. 10 / 10
		Cap. 7

### Deflexión del tubo

La deflexión del tubo con relleno completo es una buena indicación de la calidad de la instalación. La deflexión inicial vertical normal del tubo luego de rellenar hasta el nivel del suelo es menor a 2% para la mayoría de las instalaciones. Todo valor que exceda esta cifra indica que no se ha logrado la calidad de instalación pretendida y debería mejorarse antes de colocar los siguientes tubos. (Por ejemplo, incrementar la compactación del relleno en la zona de tubería, utilizar materiales de relleno en la zona tubería de grano más grueso o una zanja más ancha, etc). La Tabla siguiente proporciona detalles sobre la máxima deflexión del tubo tan pronto como el tubo se haya rellenado hasta el nivel del suelo o calle para obtener una retroalimentación continua de información sobre la calidad de la instalación.

	Deflexión % del diámetro
Grandes diámetros (DN $\geq$ 300) Inicial	3.0

### Observaciones

En Colombia esta tubería se encuentra disponible en cinco clases de presión nominal (1, 6, 10, 16, 25, 32 bares), tres clases de rigidez (2500, 5000, 10000 N/m<sup>2</sup>) y diámetros que oscilan entre los 300 y 3600mm.

La longitud de las tuberías puede manejarse de manera flexible, sin embargo las longitudes estándar son de 6 y 12 metros.

Las descripciones de las normas son las siguientes:

ASTM D 4161:	Especificaciones estándar para PRFV sellos y uniones flexibles elastoméricas.
ASTM D 3517:	Especificaciones estándar para tubería de presión PRFV.
ASTM D 3681:	Método estándar para calcular la resistencia química de PRFV en condición de deflexión.
ASTM D3262	Alcantarillado a gravedad
ASTM D3754	Alcantarillado a Presión
ISO 10467	Sistema de tubería plástica para alcantarillado y drenaje a presión y flujo libre basado en resina de Poliéster Insaturado reforzado con fibra de vidrio (GRP)
ISO 10639	Sistema de tubería plástica para acueducto a presión y flujo libre basado en resina de Poliéster Insaturado reforzado con fibra de vidrio (GRP)
AWWA C 950:	Estándar para tubería PRFV de presión.
AWWA M-45	Manual de Diseño de Tuberías de Fibra de Vidrio
NTC 3871:	Tubos en fibra de vidrio para uso en sistemas a presión.

## NORMALIZACIÓN DE MATERIALES