



Catálogo Técnico · **Tubos para Saneamento**

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



PETROFISA	2	Punta-Punta con unión deslizante	18
CARACTERÍSTICAS	3	Deflexión angular	18
Corrosión	4	Otras juntas	19
Abrasión	4	LÍNEA DE PRODUCTOS PARA SANEAMIENTO	20
Efecto binómio corrosión abrasión	4	Tubos PRFV de Hierro fundido con junta elástica	
Temperatura	4	tipo punta-campana con anillo labial (PBA)	21
Intempéries	5	Tubos PRFV de Fo Fo con junta elástica	
Ligero	5	Tipo punta-campana con doble anillo junta tórica (PB-DORG)	24
Resistencia mecánica	5	CONEXIONES	26
Vida útil	5	Curvas	26
Costos	5	Tee Tee reducción	28
Propiedades físicas y mecánicas	6	Reducción	34
MATERIALES	7	Derivación	40
Fibra de vidrio	8	Tapa	46
Resina	8	Cupla deslizante	47
Materiales Auxiliares	8	Extremidades bridadas	48
FABRICACIÓN	9	Tubo reparación	56
Construcción típica de la pared del tubo	10	ANEXO HIDRÁULICA	58
Líner	11	Pérdida de carga - Ecuación de Darcy-Weisbach	59
Barrera Química	11	Pérdida de carga - Ecuación de Hanzen-Williams	59
Refuerzo Estructural (interno+ núcleo+ externo)	11	Pérdidas de carga en canales - Ecuación de Manning	59
Acabado	11	Pérdidas de carga localizadas	60
APLICACIONES	12	Velocidades recomendadas	60
NORMAS	14	Transitorios hidráulicos (golpe de ariete)	60
SISTEMAS DE JUNTAS ELÁSTICA (JE)	16		
Junta elástica tipo punta-campana con anillo labial (PBA)	17		
Junta elástica tipo punta-campana con doble anillo junta tórica (PB-DORG)	18		

PETROFISA

Petrofisa nació al final de los años 90 con la clara visión de desarrollar todo un mercado para tubos y conexiones de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), una familia de productos que hasta entonces no existía en Brasil, pero cuyo potencial innovador prometía una revolución en el segmento.

La capacidad de atreverse y apostar por una nueva tecnología ha transformado a Petrofisa en una marca diferenciada en la fabricación de tubos GRP. Petrofisa usa conocimientos y tecnología de última generación a través del proceso de *filament winding + hoop chop* (bobinado de filamentos + corte de aro), totalmente automatizado y controlado.

La planta industrial, ubicada en la región metropolitana de Curitiba-PR, es una de las más modernas del sector. Los productos Petrofisa son la combinación perfecta de materiales y procesos de fabricación de excelencia, lo que permite trabajar con fluidos como agua, aguas residuales, vinaza y efluentes industriales.

Con una visión de desarrollo de productos a largo plazo, Petrofisa se encuentra en diferentes segmentos de mercado, en Brasil y en el extranjero, ofreciendo soluciones innovadoras en PRFV para una amplia gama de sectores como saneamiento básico, riego y fertirrigación, industria petroquímica y de papel y celulosa. Las posibilidades de aplicación del PRFV son numerosas y nuestro equipo está preparado para desarrollar una solución de fabricación de acuerdo con las especificaciones técnicas de cada cliente.





CARACTERÍSTICAS

CARACTERÍSTICAS

Corrosión



Los tubos de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) son totalmente inertes y resistentes tanto interna como externamente a cualquier tipo de corrosión química, ya sea agua salada, H₂S, genérica, galvánica, corrosión intergranular o gráfica, elementos que afectan principalmente a los tubos metálicos.

De acuerdo con el tipo de fluido que el tubo transportará, se pueden usar resinas específicas para la aplicación, con suficiente resistencia química para soportar los esfuerzos durante su vida útil sin necesidad de mantenimiento. Para determinar qué resina es la más adecuada para cada aplicación, es necesario consultar a Departamento de ingeniería de Petrofisa,

Abrasión

El PRFV es uno de los materiales con menores coeficientes de rugosidad, es decir, su superficie interior completamente lisa requiere menos energía para que circulen los fluidos, por lo que ofrece mayor resistencia a la abrasión que las tuberías metálicas.

Efecto binomio corrosión-abrasión



La condición de la acción corrosiva del fluido combinada con la acción abrasiva crea un efecto sinérgico devastador para la corrosión de los metales. Los tubos de fibra de vidrio, al ser inmunes a la corrosión y de alta resistencia a la abrasión, rompen el efecto sinérgico de este binomio, tan dañino para los materiales metálicos.

Temperatura

En los sistemas de transporte de agua y aguas residuales, los tubos trabajan a temperatura ambiente y, por lo tanto, no sufren ninguna interferencia en su rendimiento.

En aplicaciones de fertirrigación con vinaza y aguas residuales, las temperaturas encontradas pueden variar ampliamente, desde temperaturas ambiente hasta temperaturas superiores a 100°C. Existen resinas específicas que soportan aplicaciones a temperaturas elevadas. En general, el criterio de selección se puede adoptar de acuerdo con la tabla 1.

TIPO DE RESINA*	HDT (°C)	TMT (°C)
Poliéster Tere-Ortoftálica	70	55
Poliféster Isoftálica	85	70
Estervinílica Derakane 411 - 350	105	90
Estervinílica Derakane 441 - 400	118	103
Estervinílica Derakane 470 - 300 150 135	150	135

Tabla 1 – Tipos de resina en función de la temperatura de trabajo.

*Para fluidos corrosivos y a alta temperatura, consultar con el Departamento de Ingeniería de Petrofisa para la recomendación efectiva.

Donde HDT es la temperatura de distorsión térmica de la resina y TMT es la temperatura máxima de trabajo recomendada. Además, dependiendo de la temperatura de trabajo, principalmente en el rango entre TMT y HDT, se puede adoptar una corrección en la clase de presión del tubo de acuerdo con los índices de pérdida, pero también será alterada la vida útil del tubo.

Intemperies

La superficie externa de acabado del tubo está compuesta por una capa a base de resina termoendurecible añadida con inhibidor de rayos UV-A y UV-B que ofrece a los tubos una excelente resistencia al envejecimiento.

En instalaciones subterráneas, esta capa es suficiente para la resistencia en el periodo previo a su instalación.

En instalaciones aéreas, a esta capa se le añade una pintura en gelcoat, un material a base de la misma resina termoendurecible con color y capacidad de resistencia al envejecimiento superior, que permite exponer los tubos a los rayos ultravioleta. Periódicamente, esta protección se puede rehacer y, por lo tanto, prolongar la vida útil del tubo.

Levedad

Los tubos de PRFV tienen aproximadamente el 10% del peso de los tubos similares en concreto armado y aproximadamente el 20% de los tubos fabricados en hierro fundido dúctil. Cuanto mayor sea el diámetro, mayor será la diferencia entre los pesos.

Con el bajo peso de los tubos de fibra de vidrio, la manipulación y el transporte se vuelven más sencillos, rápidos y seguros, lo que se traduce en un mayor rendimiento, ahorro y productividad para el cliente.

Resistencia mecánica

El coeficiente de seguridad para la presión interna del tubo es de 4 veces de la presión nominal. Un tubo de presión nominal (PN) de 1,6 MPa (16 kgf/cm² o 160 mca) se prueba hidrostáticamente a la presión de rotura, que puede ser superior a 64 kgf/cm².

Vida útil

La vida útil de los tubos en PRFV Petrofisa es determinada mediante una prueba de 10.000 horas según la norma ABNT NBR 15536-1. Anexo H - "Resistencia a la presión hidrostática interna de larga duración".

Esta prueba establece una relación entre el alargamiento circunferencial y la presión interna del tubo, en una situación con un ambiente controlado, en función de las materias primas seleccionadas, el sistema de curado y el proceso de fabricación exclusivo de Petrofisa. Permite establecer el alargamiento permisible alargo plazo por un periodo de 440.000 horas (50 años) de trabajo continuo con agua o líquido noagresivo. Para líquidos agresivos, se estima una vida útil de 260.000 horas (30 años).

Los informes de prueba de los tubos en PRFV Petrofisa y el valor de alargamiento estático para el diseño estructural (HDB - Hydrostatic Design Basis) y la deformación de flexión circunferencial debido a la compresión diametral [Sb - Strain Basis) se pueden solicitar en cualquier momento para los datos de diseño.

Costos

Reducción de costos:

- Transporte, Traslado y Manipulación - Debido a su bajo peso, es fácil trasladar y manipular el tubo, tanto durante el transporte como en la instalación.
- Rendimiento de montaje- con la posibilidad de fabricar tubos de 12,0 m, de longitud el rendimiento de montaje en grandes tramos es mayor.
- Seguridad- el bajo peso de los tubos reduce significativamente los riesgos de accidentes en la obra.
- Prueba de estanqueidad en campo- con la posibilidad de fabricar tuberías con 2 anillos en la punta (junta tórica doble), es posible realizar la prueba de estanqueidad en todas las juntas, reduciendo el riesgo de fugas por una mala instalación.
- Deflexão Angular da Junta – Os tubos com junta elástica PBA (ponta-bolsa-anel) permitem pequenas deflexões sem comprometer a estanqueidade da tubulação.

- Deflexión Angular de la Junta- Los tubos con junta elástica PBA (punta-campana-anillo) permiten pequeñas deflexiones para comprometer la estanqueidad de la tubería.
 - Bajo costo de operación- Debido a la baja rugosidad hidráulica y diámetro interno permanente a largo plazo, el consumo de energía de bombeo se reduce. Para la misma condición de diseño, el consumo es menor en comparación con otros materiales como el hierro fundido (FoFo) o el acero.
 - Bajo Costo de Mantenimiento - En aplicaciones habituales, el PRFV no requiere mantenimiento preventivo o correctivo, ya que no sufre corrosión y no requiere protección catódica.
- 'No necesita de piezas especiales-debido a la posibilidad de intercambiabilidad de los tubos y conexiones con otros materiales (PVC, FoFo, acero), no requiere de piezas especiales,
- Artículos de Stock Debido a la posibilidad de intercambiabilidad de los tubos y conexiones con otros materiales (PVC, FoFo, Acero), reduce la cantidad de artículos de stock en los almacenes.



Propiedades físicas y mecánicas

*PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR
Densidad (d)	kg/m ³	1.900
Módulo de Elasticidad de Tracción Circunferencial (Ec)	GPa	19,0
Módulo de Elasticidad de Tracción Axial (Ea)	GPa	10,0
Módulo de Elasticidad de Flexión Circunferencial (Ef)	GPa	23,0
Ceficiente de Poisson Circunferencial (νc)	-	0,30
Coefficiente de Poisson axial (νa)	-	0,20
Coefficiente de expansión térmica axial (α)	°C ⁻¹	30.10 ⁻⁶
Velocidad máxima recomendada para el drenaje de agua	m/s	3,7
Velocidad máxima recomendada para el drenaje de aguas residuales	m/s	1,8
Coefficiente de rugosidad - Manning (n)	-	0,009
**Coefficiente de rugosidad - Colebrook-White (k)	m	0,03
Coefficiente de Hanzen-Williams (C)	-	120 a 150

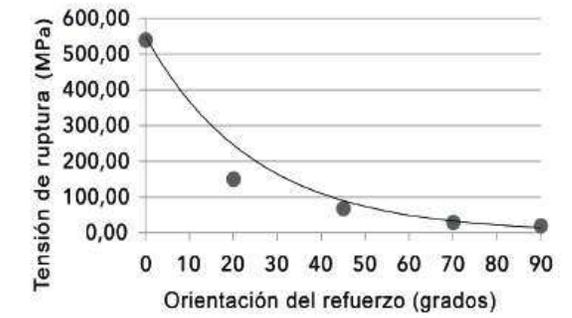
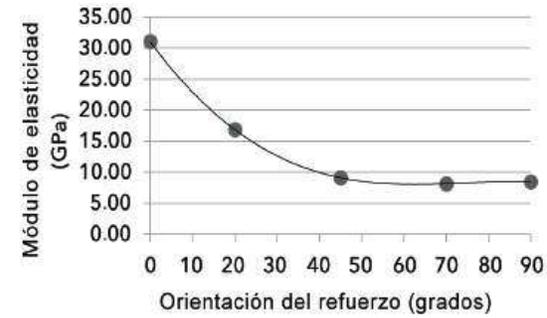
* Los valores de las propiedades mecánicas (módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson) y físicas (densidad y expansión térmica) son promedio y sufren variaciones en función del diámetro, clase de presión y rigidez del tubo por ser un material compuesto ortotrópico, con propiedades variadas.

** El coeficiente de rugosidad Colebrook-White varía en función de la calidad de instalación y longitud de la barra del tubo debido a las perturbaciones en la unión PBA (punta-campana-anillo). Marque un tema específico sobre este tema.



MATERIALES

MATERIALES



• Relación entre fibra de vidrio y resina

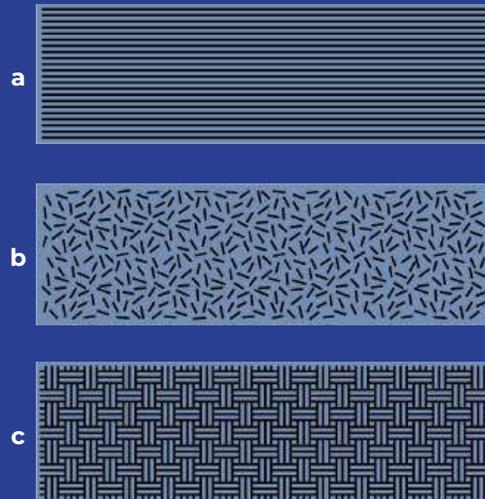
La relación (proporción) entre las fibras de vidrio y la resina depende del proceso de fabricación y del tipo de fibra a usar (manta, tela y mecha).

Fibras de vidrio

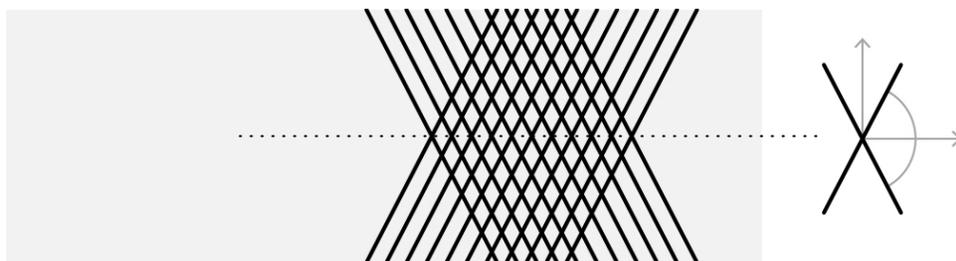
Las fibras de vidrio son responsables por la resistencia mecánica de los tubos de PRFV. Se aplican de forma direccionada para lograr la máxima resistencia, tanto en el sentido circunferencial como en la longitudinal y dependen de 3 factores:

Disposición típica de las fibras en cada capa

- (a) fibras unidireccionales continuas (roving)
- (b) fibras discontinuas orientadas aleatoriamente (mantas)
- (c) fibras bidireccionales orientadas ortogonalmente o no (tejidos)



• Orientación del refuerzo



Resinas

Las resinas de poliéster y estervinilo son responsables por la excelencia en las propiedades químicas, lo que hace que los tubos en PRFV Petrofisa sean inmunes a la corrosión. También son responsables por la distribución de los esfuerzos y la interconexión de las fibras de vidrio, haciendo que trabajen juntas. Finalmente, se encargan de proteger los refuerzos de los medios internos (fluidos) y externos (climáticos). La resina a seleccionar para la fabricación del tubo de PRFV depende de la aplicación, la temperatura y el tipo de fluido a transportar.

Materiales auxiliares

Son materiales inorgánicos e inertes con propiedades físicas, características y funciones diferentes en la composición de los tubos.

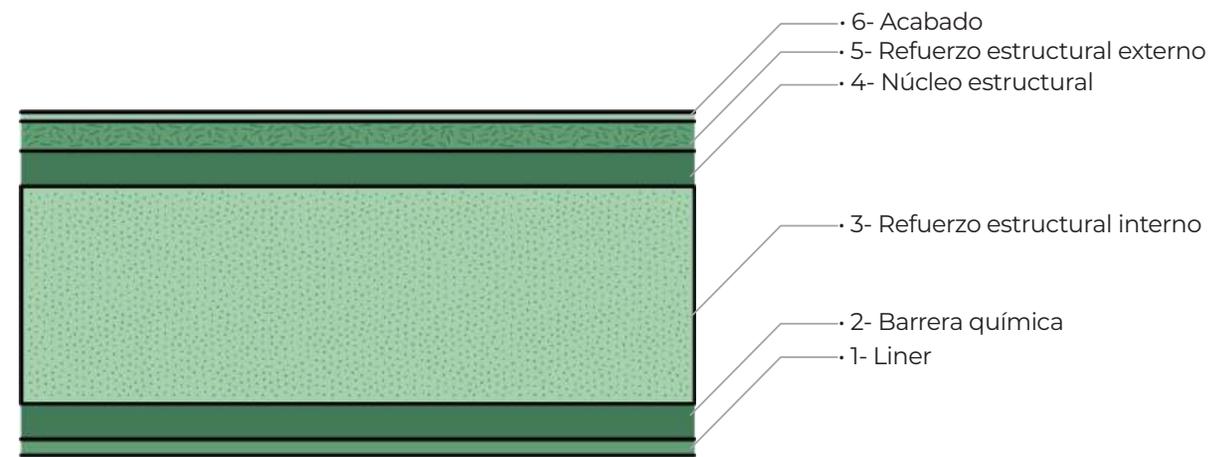
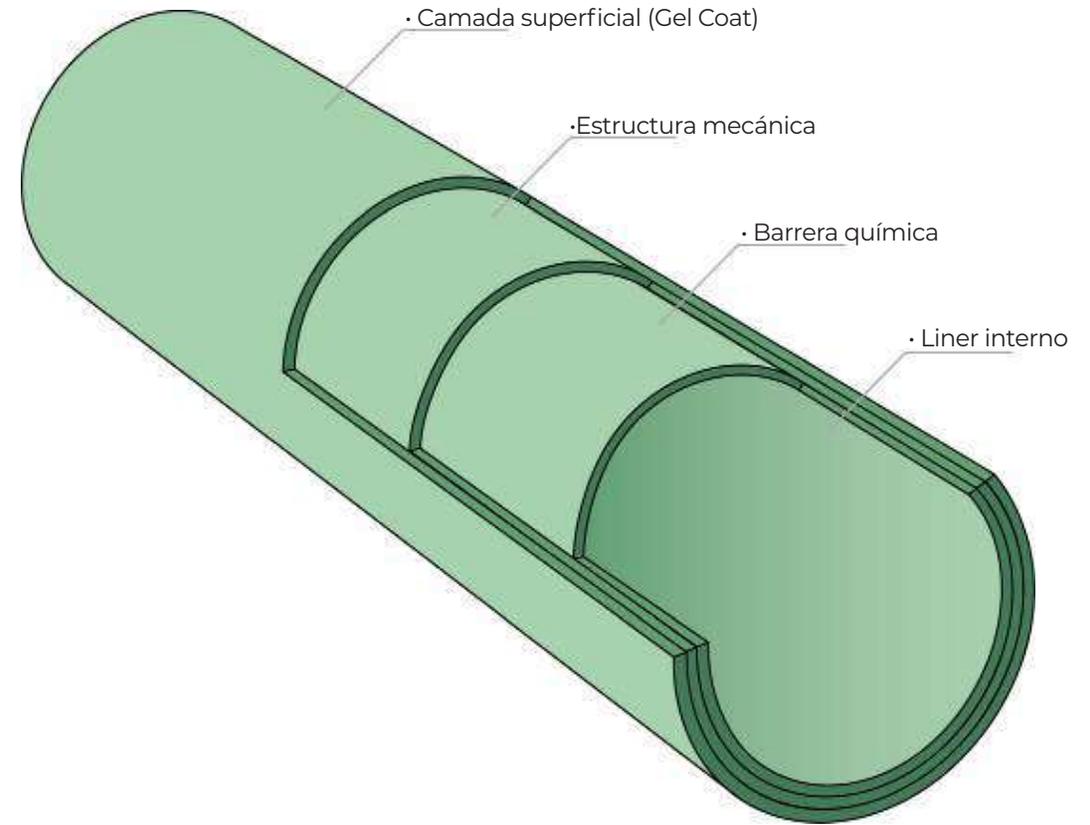
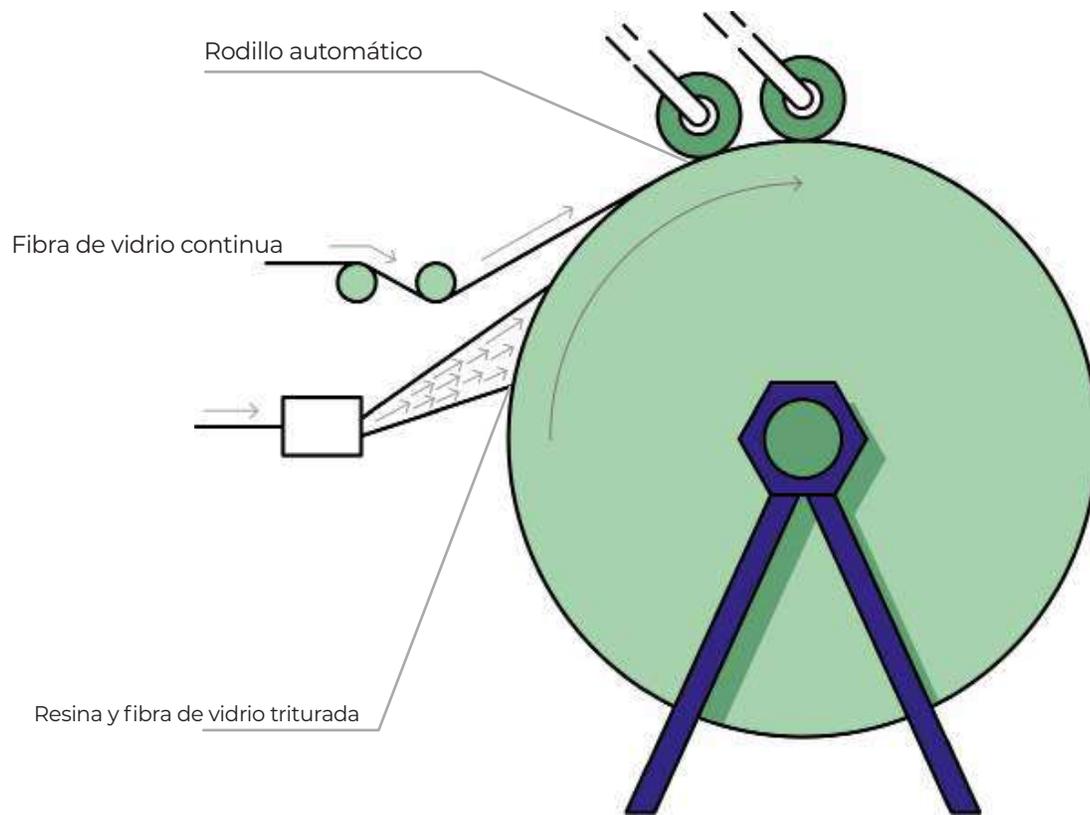
La combinación de estos componentes con las fibras de vidrio y resinas da como resultado las características de rendimiento y las propiedades físicas y mecánicas de los tubos de PRFV. Entre ellos, se usan:

- Velo de vidrio y sintético
- Agentes y aceleradores de cura
- Materiales auxiliares
- Arenas siicas

Los tubos de PRFV de Petrofisa se fabrican mediante el proceso de bobinado continuo (*bobinado de filamentos*), que consiste en aplicar las materias primas (resina + fibra de vidrio continua + fibra de vidrio cortada + sílice) sobre un molde giratorio, con el fin de construir por etapas las capas o láminas que conforman la pared del tubo.

De manera programada y controlada, cada material se deposita sobre el molde en la cantidad, proporción y forma establecida en el proyecto, con el fin de proporcionar al tubo las características físicas y mecánicas esperadas.

El proceso de bobinado continuo es el método existente más tradicional y confiable para la fabricación de tubos y equipos cilíndricos en PRFV. Ampliamente usado en todo el mundo, el proceso permite un alto nivel de automatización y control con alta productividad y economía.



Liner

La primera capa que se construye, es la capa interior del tubo, el Liner está compuesto exclusivamente de resina de poliéster o estervinilica y tejido sintético.

Esta capa está en contacto permanente con el fluido transportado y confiere al tubo la resistencia química y la impermeabilidad necesarias.

Es posible sustituir esta capa por un tubo de PVC, que se fabrica el llamado RPVC (PVC Reforzado con Fibra de Vidrio). Para esta línea de productos, póngase en contacto con el departamento comercial de Petrofisa.

Barrera Química

Segunda capa a construir, posterior al Liner, consistente en una mezcla adecuada de resina de poliéster y estervinilica (en altas proporciones) y fibra de vidrio picada (manta). La función de la barrera química es reforzar y anclar el al Liner, lo que confiere al conjunto la resistencia funcional de los tubos de PRFV.

Refuerzo estructural

El refuerzo estructural - o estructura - es responsable por la resistencia a presión interna y compresión externa causadas por los esfuerzos mecánicos que las tuberías sufren durante su uso. La espesura de cada capa depende del diámetro, la clase de presión y la rigidez, que dividen el refuerzo estructural en 3 grupos:

Refuerzo interno

Capa formada por fibras de vidrio continuas y trituradas impregnadas con resina de poliéster o estervinilica, aplicadas por el proceso de enrollado sobre el molde, inmediatamente después de la construcción de la capa de barrera química, con altos porcentajes (proporción) de vidrio, proporcionando un alto módulo y resistencia mecánica.

Esta capa es responsable por la resistencia mecánica del tubo, especialmente la presión interna del fluido.

Núcleo Estructural

Está compuesto básicamente de una mezcla de resina, arena de sílice clasificada y minerales inertes.

El núcleo está situado en el centro de la pared del tubo, en la región que comprende la línea neutra, donde las tensiones de tracción y compresión son prácticamente nulas o muy bajas.

Esta capa tiene la función de aumentar la inercia de la pared del tubo y, por tanto, también su resistencia a las cargas externas (rigidez) de los tubos.

Refuerzo externo

Complementa el refuerzo interior y cumple la misma función. Esta capa estructural tiene como objetivo proporcionar la resistencia mecánica al tubo y a blindar externamente el núcleo estructural. Está compuesto de fibras de vidrio continuas y trituradas, también impregnadas de resina de poliéster o estervinilica, con un alto porcentaje (proporción) de vidrio, proporcionando un alto módulo y resistencia mecánica.

Acabado

La última capa del tubo de PRFV Petrofisa está compuesta por resina y aditivos que proporcionan resistencia a la intemperie e impermeabilizan su superficie externa.

En las instalaciones aéreas, esta capa se completa con un revestimiento de gelcoat, un material a base de la misma resina termoendurecible con una coloración y una capacidad de resistencia al envejecimiento y que puede exponerse a los rayos ultravioleta durante la aplicación. Esta protección puede renovarse periódicamente, lo que prolonga la vida útil de la tubería.

El resultado es un tubo que reúne la flexibilidad y la resistencia química de las resinas poliéster y estervinilo con la resistencia mecánica y la ligereza de la fibra de vidrio, así como las propiedades físicas e hidráulicas únicas de los materiales compuestos de PRFV.





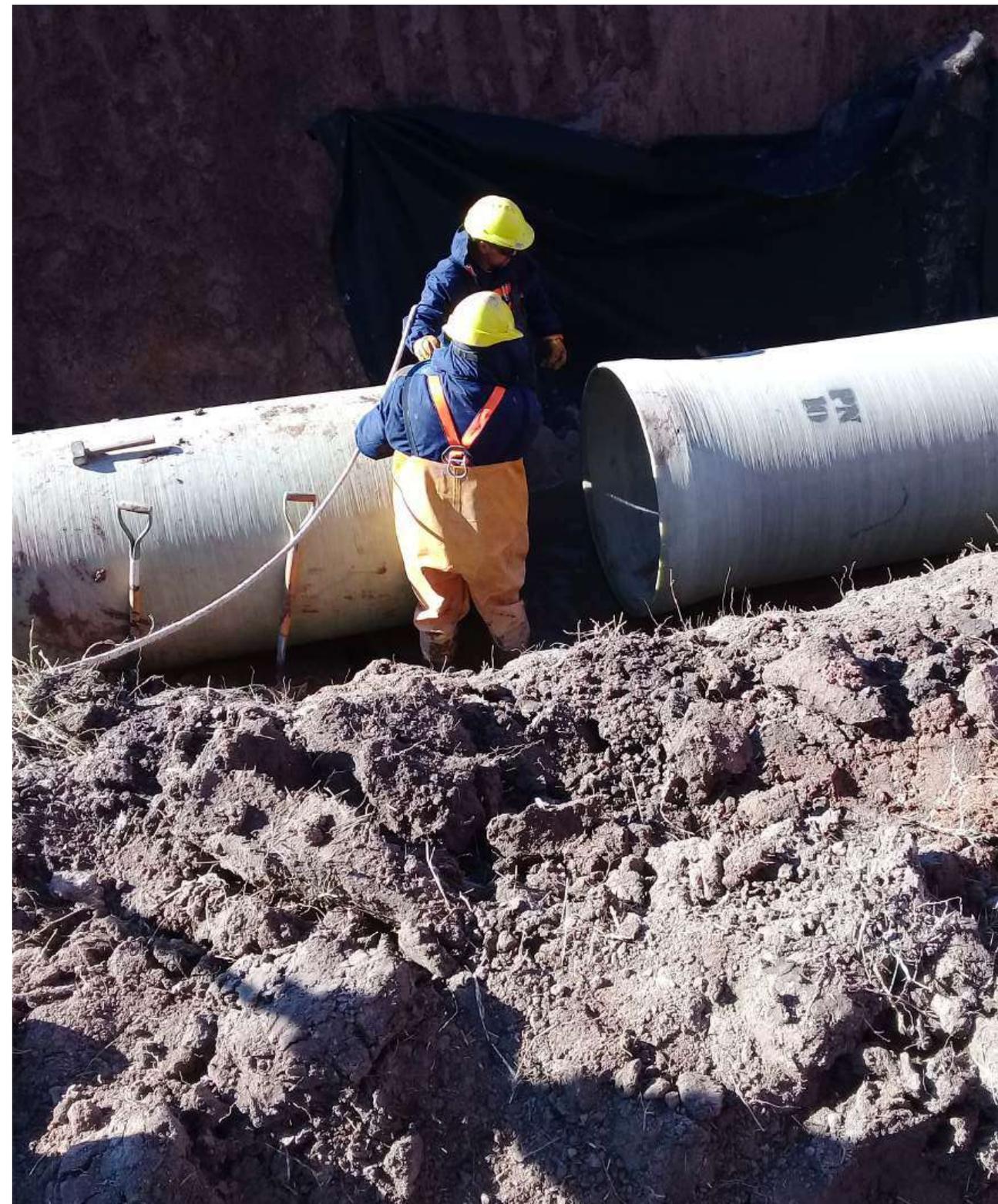
APLICACIONES

APLICACIONES

PRINCIPALES APLICACIONES

- Captación y represión de agua bruta
- Toma de agua tratada
- Colecta de aguas residuales sanitarias
- Salida de aguas residuales sanitario
- Efluentes industriales
- Interceptores de aguas residuales
- Conducción de vinaza fría
- Conducción de vinaza caliente
- Transporte de aguas residuales
- Planta de tratamiento de aguas
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Sistemas de riego
- Sistema de enfriamiento de agua
- Agua para la extinción de incendios

La línea de tubos Petrofisa con junta elástica está destinada a satisfacer las más variadas aplicaciones, tales como saneamiento básico, riego, papel y celulosa, efluentes industriales, petróleo y gas, fertirrigación, colecta de agua, entre otras. Los tubos Petrofisa son adecuados para operar en ascensores, conductos forzados por gravedad y flujo con superficie libre (canales tubos), tanto en las instalaciones aéreas como enterradas.





NORMAS

NORMAS

Los tubos de fibra de vidrio fabricados por Petrofisa están normalizados y probados de acuerdo con las normas y reglamentos nacionales e internacionales. Las normas de fabricación y control de calidad adoptadas por Petrofisa y normalmente aplicadas son las siguientes:

Normas de fabricación

- **ABNT** – Asociación Brasileña de Normas Técnicas
ABNT NBR 15536, partes I a IV: Sistemas de toma de agua, colectores-tronco, desagüe de aguas residuales sanitarias y aguas pluviales - Tubos y conexiones de plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV)
- **AWWA** (American Water Works Association) C-950: *Standard for fiberglass pressure pipe;*
- **ASTM** - American Society for Testing and Materials
 - ASTM D-3517: *Standard specification for fiberglass pressure pipe;*
 - ASTM D-3262: *Standard specification for fiberglass sewer pipe;*
 - ASTM D-3754: *Standard specification for fiberglass sewer and industrial pipe;*
 - ASTM D-2992: *Standard practice for obtaining hydrostatic or pressure design basis (HDB) for fiberglass pipe;*
 - ASTM D-5365: *Standard test method for long term ring bending strain of fiberglass pipe;*
 - ASTM D-3681: *Standard test method for chemical resistance of fiberglass pipe in a deflected condition.*

Normas Dimensionales

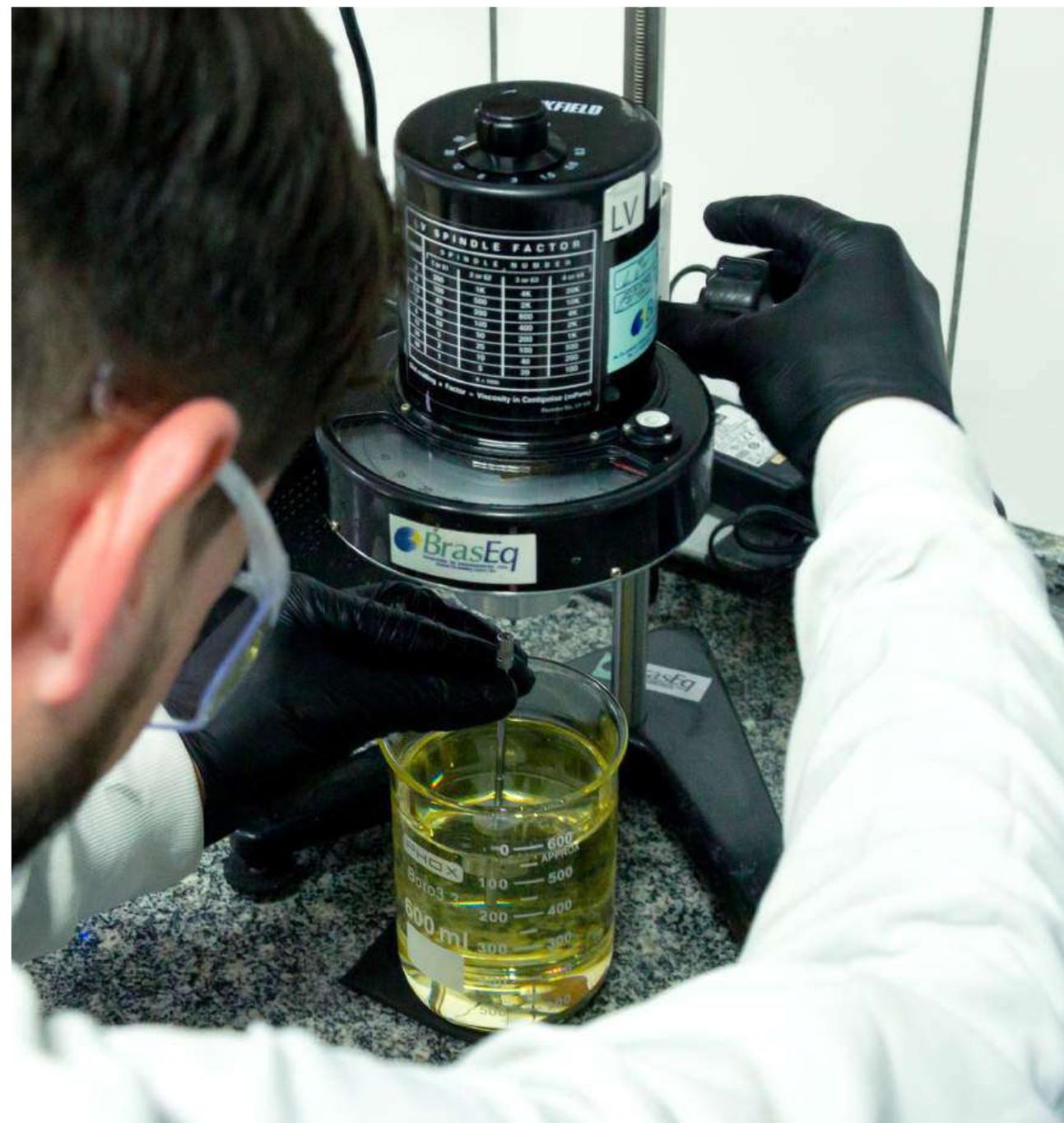
- ISO 2531: *Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications;*
- ANSI B-16.5: *Steel pipe flanges and flanged fittings.*

Normas de instalación

- Manual M45: *Fiberglass Pipe Design (Manual of Water Supply Practices)*, publicado pela AWWA;
- ABNT NBR 11682: Estabilidad de taludes;
- GIFC - Guía de Buenas Prácticas para Proyectos de Aductoras de Vinazas y Agua.

Normas de calidad

- ISO 9001:2015: Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos.





SISTEMA DE JUNTA ELÁSTICA (JE)

SISTEMA DE JUNTA ELÁSTICA (JE)

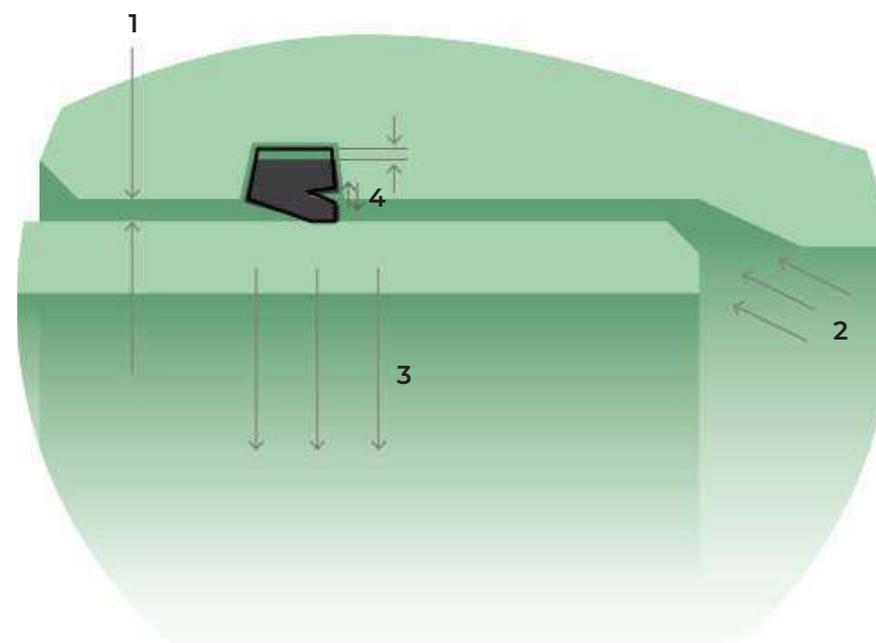
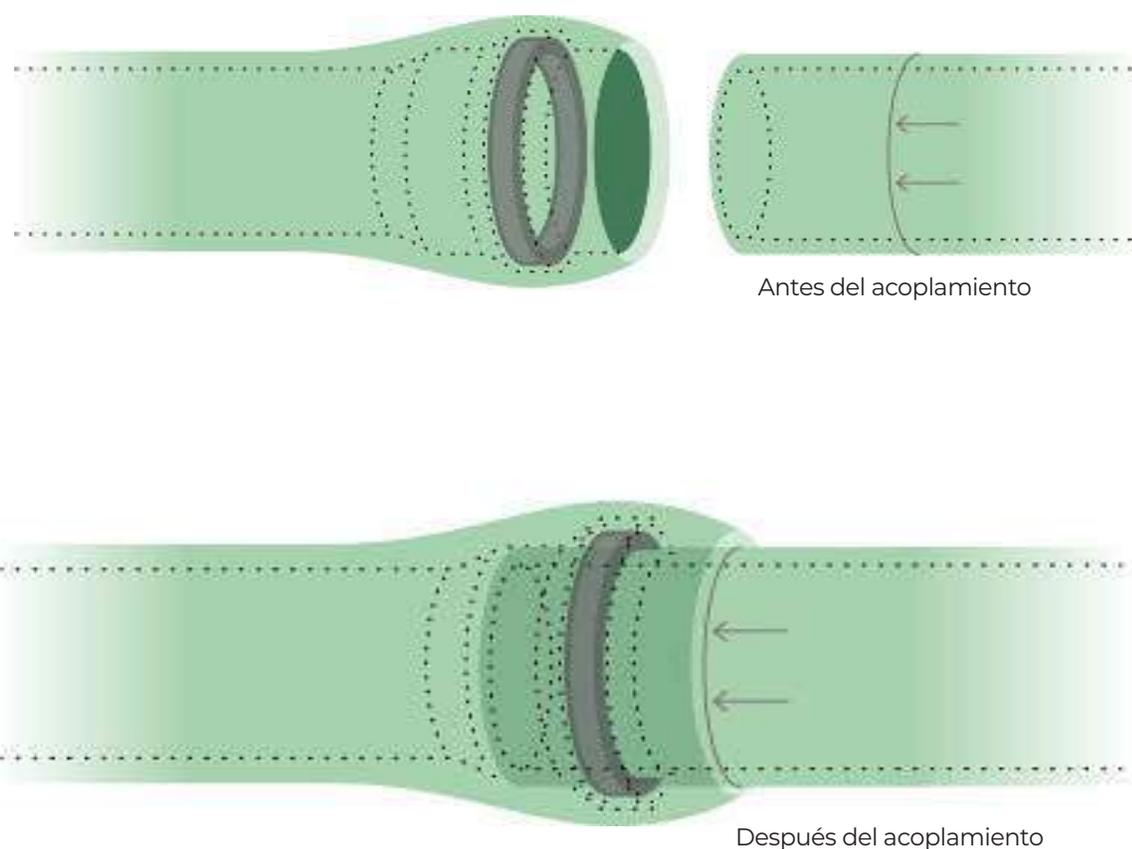
Los tubos de saneamiento en PRFV Petrofisa tienen dos tipos de junta elástica siendo:

Junta elástica de Punta-Campana con anillo labial (PBA)

La campana a su vez está totalmente integrada en el tubo en una estructura monolítica, lo que garantiza una alta resistencia y un alto rendimiento de la junta. La norma dimensional de la punta y la campana están de acuerdo con la norma ISO 2531 y ABNT NIBR15536, siendo compatible con los tubos y conexiones en hierro fundido dúctil, PVC de hierro fundido y acero al carbono también de hierro fundido.

Este patrón de tubo lo hace intercambiable no solo en la punta y la campana, sino también a lo largo de toda la longitud del cuerpo del tubo.

El anillo labial combina dos conceptos de sellado simultáneamente: sellado por presión de la membrana labial y sellado por compresión del anillo contra la pared del tubo

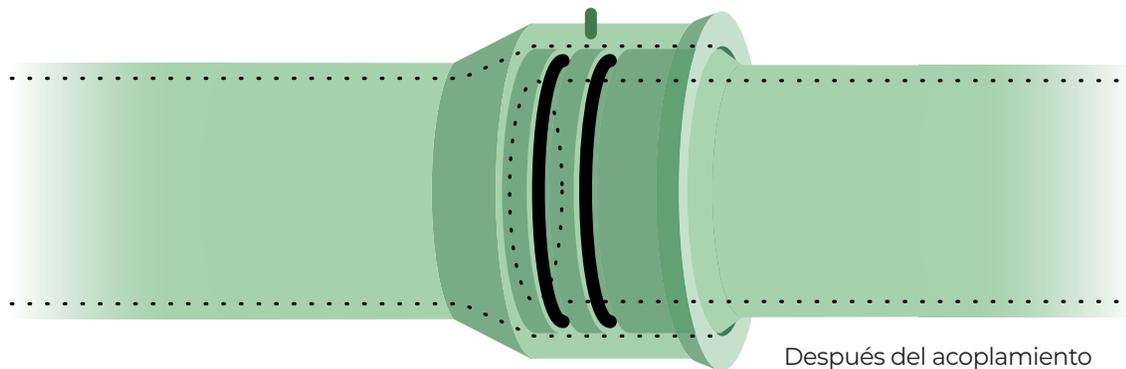
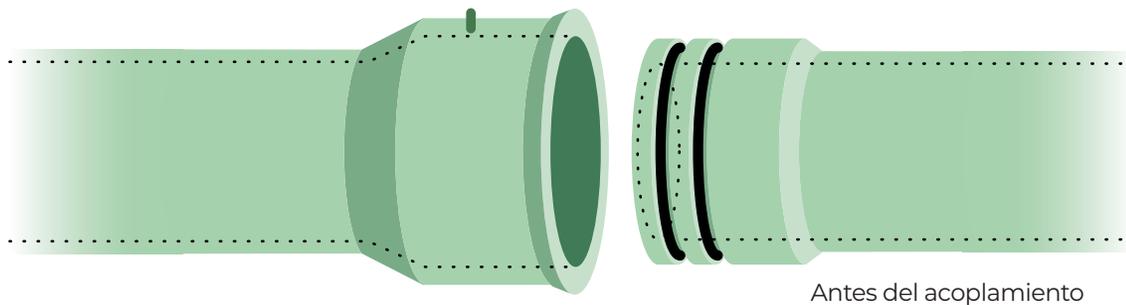


- 1 Espacio entre la punta y la campana;
- 2 Presión del fluido;
- 3 Sellado por fuerza de compresión;
- 4 Sello de labio

Junta elástica de unión Punta- Campana con doble junta tórica (PB-DORG)

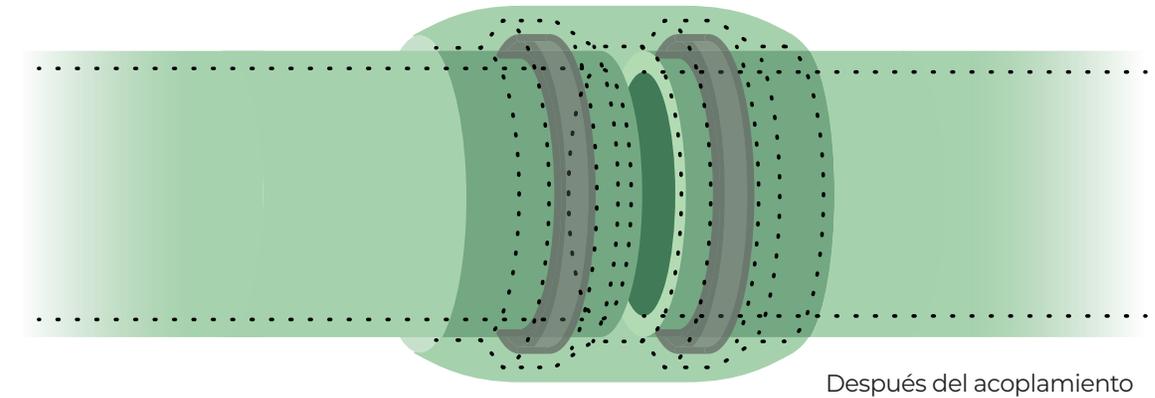
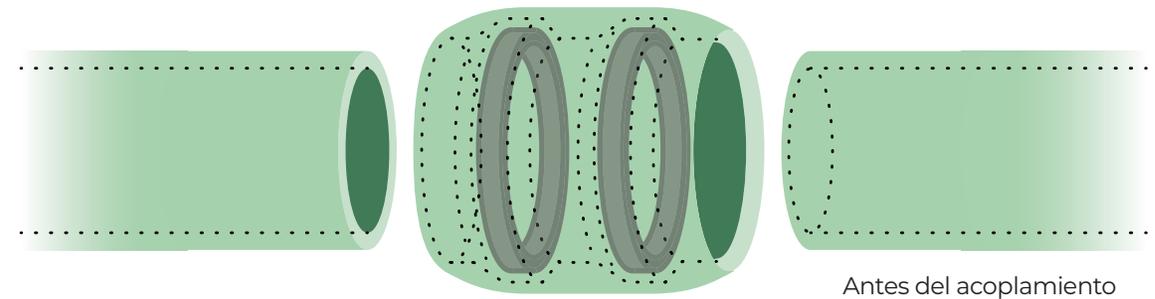
En este sistema de unión se usan dos anillos de sellado tipo junta tórica instalados en la punta del tubo. Son internamente lisas y sin ranuras para acomodar las juntas tóricas que se instalan en cavidades mecanizadas en las puntas de los tubos. Las puntas y campanas están totalmente integradas al tubo, formando una estructura monolítica.

Este sistema de unión permite probar la estanqueidad inmediatamente después de acoplar los tubos, y no es necesario llenar el tubo con agua



Punta - Punta con cupla deslizante

Existe la posibilidad de acoplar los tubo en PRFV Petrofisa con un sistema Punta-Punta (PP) con una cupla deslizante. En este caso, todos los tubos están provistos de dos puntas y el acoplamiento se realizará con un cupla deslizante. El tubo y la luva deslizante son productos independientes que no forman una estructura monolítica.



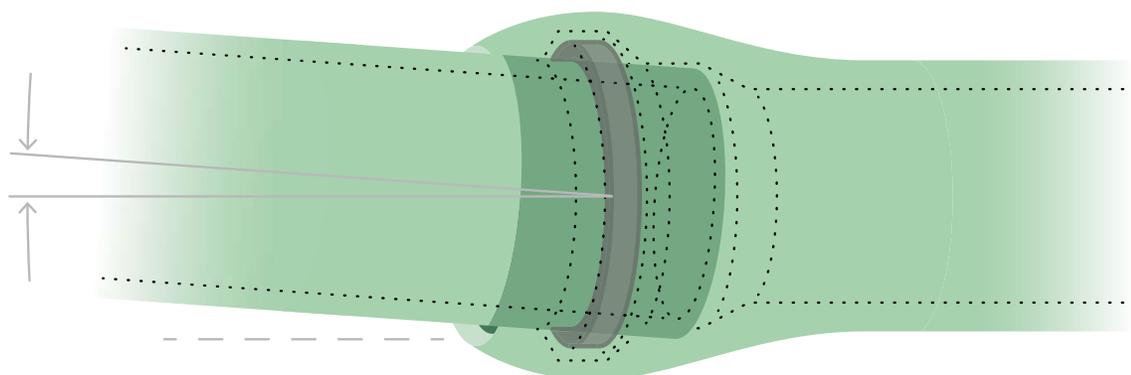
Desviación angular

El sistema de unión elástica de los tubos de PRFV proporciona una gran flexibilidad a la tubería, permitiendo desalineaciones angulares (horizontales y verticales) entre barras de tubos adyacentes, de modo que después de ser ensamblada el tubo se acomoda al perfil del terreno y al trazado de la tubería donde se instalará.

Las desviaciones angulares permiten la ejecución de curvas de gran radio sin necesidad de conexiones. Además de la flexibilidad de montaje, la desviación angular absorbe posibles movimientos axiales térmicos y asentamientos diferenciales del suelo sin comprometer la estanqueidad de la unión.

Para lograr una desalineación angular segura, en primer lugar el tubo debe acoplarse con una alineación angular perfecta, es decir, sin ningún ángulo de desalineación. Solo después de montar las barras se desalinearán para satisfacer la necesidad del proyecto. Esta condición generalmente requiere que en la región de doblado seaumentemente el ancho de la zanja para cumplir con este requisito.

Además de la flexibilidad de montaje, la desviación o desalineación angular absorben los posibles movimientos del suelo sin comprometer la estanqueidad de la tubería.



Deflexión máxima permitida en el montaje

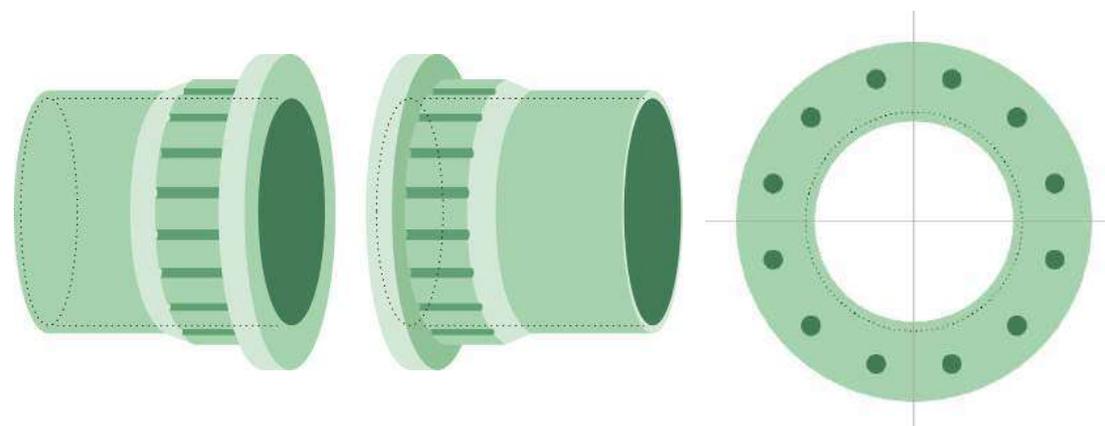
DIÁMETRO (mm)	ÁNGULO MÁXIMO DE DESVIACIÓN
> 500 mm	03°
600 – 1.000 mm	02°
1.200 – 1.600 mm	01°

ÁNGULO DE DESVIACIÓN	DESVIACIÓN POR LONGITUD DE TUBO (mm)	
	6,0 M	12,0 M
03°	314 mm	628 mm
02°	209 mm	419 mm
01°	105 mm	209 mm

Otras Uniones

Existe la posibilidad de unir tubos en PRFV con otro tipo de uniones, que pueden ser elásticas o rígidas, siendo ellas:

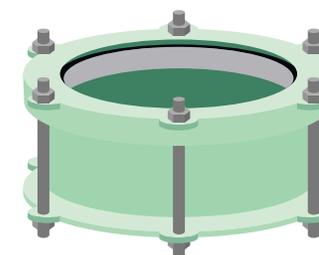
• Junta bridada



• Junta Dresser



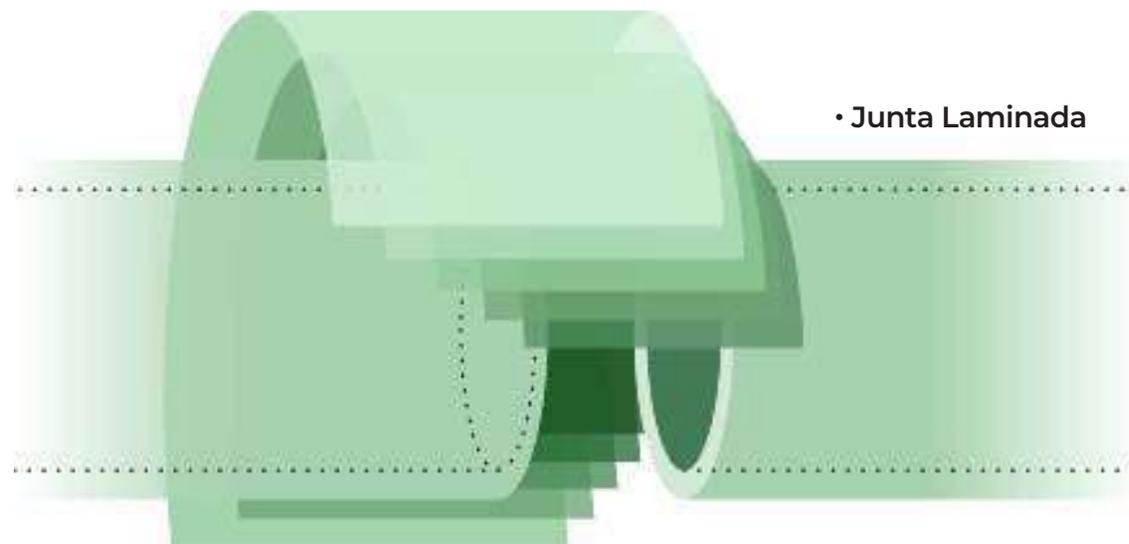
• Junta Gibault



• Junta Straub



• Junta Laminada





LISTA DE PRODUCTOS PARA SANEAMIENTO

LISTA DE PRODUCTOS PARA SANEAMIENTO

Tubos PRFV de hierro fundido con junta elástica Tipo Punto-Campana con ANILLO LABIAL (PBA)

- DN** = diámetro nominal (mm)
- OD** = diámetro externo medio (mm)
- L** = longitud del tubo (m)
- PN** = presión nominal (kgf/cm²)
- R** = Rigidez (N/m²)
- e** = espesura del tubo (mm)
- M** = Masa del tubo (kg/m)
- DI** = diámetro interior medio = $DE - 2 * e$

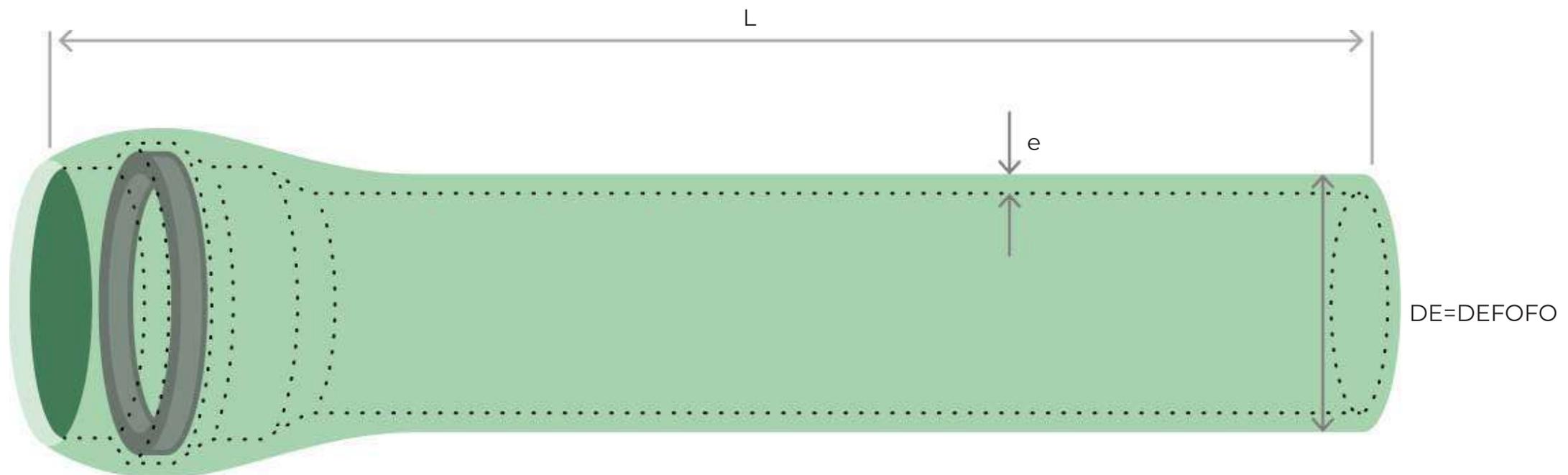


TABLA DE TUBERÍA PRFV DE FO FO JUNTA (LABIAL) - SANEAMIENTO

DN (mm)	DE (mm)	Tolerancia / Límites (mm)		*L (m)	PN 6						PN 10					
					R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000	
					min	max	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)
100	118,00	- 2,8	+ 1,0	3,0	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54
150	170,00	- 2,9	+ 1,0	6,0	3,46	4,52	3,46	4,52	3,95	5,07	3,46	4,52	3,46	4,52	3,95	5,07
200	222,00	- 3,0	+ 1,0	6,0	3,91	6,52	3,91	6,52	4,87	7,84	3,91	6,52	3,91	6,52	4,87	7,84
250	274,00	- 3,1	+ 1,0	6,0	4,09	8,45	4,39	9,01	5,47	10,88	4,09	8,45	4,39	9,01	5,47	10,88
300	326,00	- 3,3	+ 1,0	6,0	4,68	11,29	5,08	12,18	6,45	15,14	4,68	11,29	5,08	12,18	6,45	15,14
350	378,00	- 3,4	+ 1,0	6,0	5,27	14,64	5,77	15,93	7,37	19,99	5,27	14,64	5,77	15,93	7,44	20,14
400	429,00	- 3,5	+ 1,0	6,0 ou 12,0	5,96	18,74	6,44	20,07	7,94	24,37	5,96	18,74	6,44	20,07	7,94	24,37
450	480,00	- 3,6	+ 1,0	6,0 ou 12,0	6,66	23,30	7,36	25,60	9,03	30,92	6,53	22,82	7,23	25,12	8,80	30,11
500	532,00	- 3,8	+ 1,0	6,0 ou 12,0	7,23	28,07	7,93	30,62	10,03	38,17	7,23	28,07	7,80	30,08	9,80	37,28
600	635,00	- 4,0	+ 1,0	6,0 ou 12,0	8,72	40,08	9,39	42,87	11,66	52,52	8,36	38,28	9,16	41,80	11,33	50,83
700	738,00	- 4,3	+ 1,0	6,0 ou 12,0	9,99	53,08	10,99	58,13	13,86	72,39	9,63	51,09	10,53	55,37	13,20	68,62
800	842,00	- 4,5	+ 1,0	6,0 ou 12,0	11,26	67,86	12,46	74,77	15,73	93,15	11,30	67,59	12,00	71,92	15,17	89,71
900	945,00	- 4,8	+ 1,0	6,0 ou 12,0	12,73	85,46	14,23	95,16	17,19	114,25	12,66	84,72	13,66	91,18	17,13	113,12
1000	1048,00	- 5,0	+ 1,0	6,0 ou 12,0	14,22	105,67	15,72	116,42	19,13	140,16	14,13	104,28	14,60	107,44	19,10	139,74
1100	1152,00	- 5,2	+ 1,0	6,0 ou 12,0	15,69	128,59	17,19	140,60	20,54	165,60	15,60	126,98	16,60	134,97	20,54	165,60
1200	1255,00	- 5,5	+ 1,0	6,0 ou 12,0	17,66	157,10	18,66	165,90	22,53	197,86	17,57	155,34	18,07	159,93	22,53	197,86
1300	1359,00	- 5,7	+ 1,0	6,0 ou 12,0	19,16	184,22	20,66	198,39	24,47	231,72	19,03	181,86	19,53	186,74	24,47	231,72
1400	1462,00	- 6,0	+ 1,0	6,0 ou 12,0	21,13	217,89	22,13	227,96	26,47	269,63	20,50	210,07	21,00	215,83	26,47	269,63
1500	1565,00	- 6,7	+ 1,0	6,0 ou 12,0	22,13	244,18	24,13	265,68	27,87	302,84	22,47	246,26	22,47	246,26	27,87	302,84
1600	1668,00	- 7,4	+ 1,0	6,0 ou 12,0	23,59	277,06	25,59	299,97	29,34	339,59	23,94	279,16	23,94	279,16	29,34	339,59
1700	1739,00	- 7,8	+ 1,0	6,0 ou 12,0	25,06	312,15	27,06	336,48	31,28	383,55	25,40	314,01	25,40	314,01	31,28	383,55
1800	1875,00	- 8,2	+ 1,0	6,0 ou 12,0	26,53	349,20	28,53	374,95	32,74	424,77	26,87	351,17	26,87	351,17	32,74	424,77

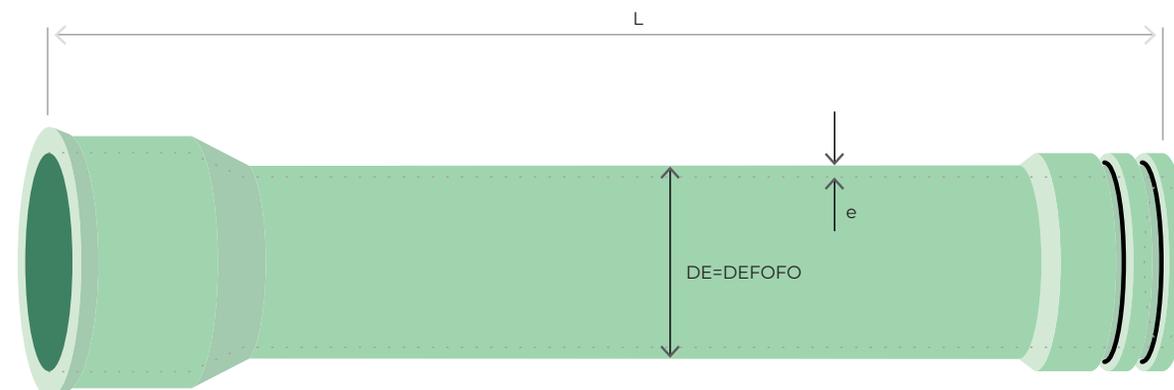
* Para otras longitudes de tubo, bajo petición

** Para otros diámetros, presiones y rigidez, bajo petición

PN 16						PN 20						PN 30					
R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000	
e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)
3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54
3,46	4,52	3,46	4,52	3,95	5,07	3,46	4,52	3,46	4,52	3,95	5,07	3,46	4,52	3,95	5,07	3,95	5,07
3,91	6,52	3,91	6,52	4,39	7,14	3,91	6,52	3,91	6,52	4,39	7,14	4,87	7,93	4,87	7,93	4,87	7,84
4,09	8,45	4,39	9,01	5,29	10,59	4,37	8,94	4,37	8,94	5,27	10,52	5,32	10,66	5,32	10,66	5,32	10,55
4,65	11,20	5,05	12,09	6,18	14,57	4,82	11,55	5,02	11,99	6,05	14,25	5,77	13,44	5,77	13,44	5,97	13,83
5,24	14,53	5,74	15,82	7,04	19,11	5,29	14,42	5,69	15,45	6,91	18,60	6,70	17,80	6,70	17,80	6,91	18,25
5,91	18,47	6,41	19,94	7,81	23,94	5,95	18,32	6,38	19,72	7,78	23,76	7,16	21,56	7,16	21,56	7,57	22,66
6,47	22,42	6,97	24,16	8,67	29,57	6,44	22,16	6,94	23,77	8,54	28,99	7,63	25,60	7,63	25,60	8,43	28,15
7,04	26,97	7,64	29,15	9,44	35,63	7,01	26,81	7,61	28,95	9,31	35,10	8,56	31,74	8,56	31,74	9,16	33,85
8,20	37,31	9,00	40,78	11,20	50,20	8,14	36,63	8,94	40,10	10,94	48,70	9,96	43,70	9,96	43,70	10,79	47,33
9,44	49,30	10,24	53,33	12,84	66,37	9,38	48,83	10,18	52,86	12,58	64,89	10,89	55,21	10,89	55,21	12,39	62,79
11,57	68,50	11,60	68,83	14,60	85,93	12,98	76,03	12,51	73,42	14,51	84,82	12,29	70,64	12,29	70,64	15,79	90,80
12,04	79,66	13,04	86,05	16,54	108,62	13,91	90,89	13,44	88,29	15,94	104,34	13,70	87,77	13,70	87,77	17,20	110,47
12,97	94,83	14,47	105,71	17,97	130,54	14,38	104,18	14,38	104,11	17,88	129,08	15,10	106,82	15,10	106,82	18,60	131,94
15,44	124,66	15,44	124,66	19,94	159,97	15,31	122,27	15,31	122,27	19,32	153,72	16,50	128,73	16,50	128,73	20,00	156,33
15,38	134,79	17,38	151,96	21,88	190,63	16,25	141,10	17,25	149,71	20,75	179,61	17,90	152,04	17,90	152,04	20,94	178,32
16,81	158,70	18,31	172,65	22,81	214,57	18,19	170,31	18,19	170,31	22,69	211,96	19,31	176,84	19,31	176,84	22,34	205,28
17,78	180,56	19,28	195,57	25,28	255,60	19,12	192,37	19,12	192,37	24,12	242,19	20,24	199,19	20,24	199,19	23,74	234,21
20,72	224,50	20,72	224,50	26,22	283,40	20,56	220,75	20,56	220,75	25,56	274,08	21,65	227,62	21,65	227,62	25,15	264,91
20,15	232,13	22,18	255,62	28,15	323,47	21,99	251,06	21,99	251,06	27,49	313,86	22,11	257,41	22,11	257,41	26,61	308,92
21,12	258,52	23,12	282,74	29,62	361,54	22,96	278,49	22,96	278,49	29,43	356,58	25,61	332,30	25,61	332,30	28,61	368,49
22,55	291,18	25,05	323,22	31,55	406,65	24,40	312,83	24,40	312,83	30,36	388,67	25,61	369,03	25,61	369,03	30,11	420,95

TABLA TUBO PRFV DE HIERRO FUNDIDO JUNTA PB-DORG (DOBLE JUNTA TÓRICA) - SANEAMIENTO

DN = diámetro nominal (mm)
DE = diámetro externo medio (mm)
L = longitud del tubo (m)
PN = presión nominal (kgf/cm²)
R = Rigidez (N/m²)
e = espesura del tubo (mm)
M = masa del tubo (kg/m)
DI = diámetro interno medio = DE - 2*e



DN (mm)	DE (mm)	Tolerância / Limites (mm)		*L (m)	PN 6						PN 10					
					R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000	
					min	max	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)
250	274,00	- 3,1	+ 1,0	6,0	4,09	8,88	4,39	9,44	5,47	11,31	4,09	8,88	4,39	9,44	5,47	11,31
300	326,00	- 3,3	+ 1,0	6,0	4,68	12,08	5,08	12,97	6,45	15,93	4,68	12,08	5,08	12,97	6,45	15,93
350	378,00	- 3,4	+ 1,0	6,0	5,27	15,46	5,77	16,75	7,37	20,81	5,27	15,46	5,77	16,75	7,44	20,96
400	429,00	- 3,5	+ 1,0	6,0 ou 12,0	5,96	19,71	6,44	21,05	7,94	25,35	5,96	19,71	6,44	21,05	7,94	25,35
450	480,00	- 3,6	+ 1,0	6,0 ou 12,0	6,66	24,54	7,36	26,84	9,03	32,16	6,53	24,07	7,23	26,37	8,80	31,36
500	532,00	- 3,8	+ 1,0	6,0 ou 12,0	7,23	29,32	7,93	31,87	10,03	39,42	7,23	29,32	7,80	31,33	9,80	38,53
600	635,00	- 4,0	+ 1,0	6,0 ou 12,0	8,72	41,45	9,39	44,24	11,66	53,90	8,36	39,66	9,16	43,17	11,33	52,21
700	738,00	- 4,3	+ 1,0	6,0 ou 12,0	9,99	54,50	10,99	59,55	13,86	73,82	9,63	52,51	10,53	56,79	13,20	70,05
800	842,00	- 4,5	+ 1,0	6,0 ou 12,0	11,26	69,44	12,46	76,35	15,73	94,72	11,30	69,17	12,00	73,49	15,17	91,29
900	945,00	- 4,8	+ 1,0	6,0 ou 12,0	12,73	87,22	14,23	96,92	17,19	116,01	12,66	86,48	13,66	92,94	17,13	114,88
1000	1048,00	- 5,0	+ 1,0	6,0 ou 12,0	14,22	107,76	15,72	118,52	19,13	142,25	14,13	106,37	14,60	109,54	19,10	141,83
1100	1152,00	- 5,2	+ 1,0	6,0 ou 12,0	15,69	130,87	17,19	142,88	20,54	167,88	15,60	129,26	16,60	137,26	20,54	167,88
1200	1255,00	- 5,5	+ 1,0	6,0 ou 12,0	17,66	159,61	18,66	168,41	22,53	200,37	17,57	157,85	18,07	162,44	22,53	200,37
1300	1359,00	- 5,7	+ 1,0	6,0 ou 12,0	19,16	187,03	20,66	201,21	24,47	234,54	19,03	184,68	19,53	189,56	24,47	234,54
1400	1462,00	- 6,0	+ 1,0	6,0 ou 12,0	21,13	220,97	22,13	231,04	26,47	272,71	20,50	213,15	21,00	218,91	26,47	272,71
1500	1565,00	- 6,7	+ 1,0	6,0 ou 12,0	22,13	247,54	24,13	269,04	27,87	306,20	22,47	249,62	22,47	249,62	27,87	306,20
1600	1668,00	- 7,4	+ 1,0	6,0 ou 12,0	23,59	280,73	25,59	303,64	29,34	343,26	23,94	282,84	23,94	282,84	29,34	343,26
1700	1739,00	- 7,8	+ 1,0	6,0 ou 12,0	25,06	316,23	27,06	340,57	31,28	387,63	25,40	318,10	25,40	318,10	31,28	387,63
1800	1875,00	- 8,2	+ 1,0	6,0 ou 12,0	26,53	353,60	28,53	379,35	32,74	429,18	26,87	355,58	26,87	355,58	32,74	429,18

* Para otras longitudes de tubo, bajo petición

** Para otros diámetros, presiones y rigidez, bajo petición

PN 16						PN 20						PN 30					
R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000	
e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)
4,09	8,88	4,39	9,44	5,47	11,31	4,37	9,37	4,37	9,37	5,47	11,31	5,32	11,09	5,32	11,09	5,52	11,35
4,65	11,98	5,05	12,87	6,45	15,93	4,82	12,33	5,02	12,78	6,43	15,71	5,77	14,23	5,77	14,23	6,47	15,75
5,24	15,35	5,74	16,64	7,44	20,96	5,29	15,24	5,69	16,28	7,39	20,60	6,70	18,62	6,70	18,62	7,41	20,35
5,91	19,45	6,41	20,92	7,81	24,92	5,95	19,30	6,38	20,70	7,78	24,73	7,16	22,53	7,16	22,53	7,87	24,51
6,47	23,67	6,97	25,41	8,67	30,81	6,44	23,41	6,94	25,02	8,54	30,23	7,63	26,84	7,63	26,84	8,43	29,40
7,04	28,22	7,64	30,40	9,44	36,88	7,01	28,06	7,61	30,20	9,31	36,35	8,56	32,99	8,56	32,99	9,16	35,10
8,20	38,68	9,00	42,15	11,20	51,57	8,14	38,01	8,94	41,47	10,94	50,08	9,96	45,07	9,96	45,07	10,79	48,70
9,44	50,73	10,24	54,76	12,84	67,80	9,38	50,25	10,18	54,28	12,58	66,31	10,89	56,63	10,89	56,63	12,39	64,21
11,57	70,08	11,60	70,41	14,60	87,51	12,98	77,61	12,51	75,00	14,51	86,40	12,29	72,22	12,29	72,22	15,79	92,37
13,01	87,44	13,04	87,81	16,54	110,38	13,91	92,65	13,44	90,06	15,94	106,10	13,70	89,53	13,70	89,53	17,20	112,23
14,47	107,66	14,47	107,80	17,97	132,63	14,38	106,27	14,38	106,20	17,88	131,17	15,10	108,91	15,10	108,91	18,60	134,04
15,94	130,88	15,94	130,88	19,94	162,25	15,81	128,49	15,81	128,49	19,32	156,00	16,50	131,01	16,50	131,01	20,00	158,61
17,38	154,48	17,38	154,48	21,88	193,14	17,25	152,22	17,25	152,22	20,75	182,13	17,90	154,56	17,90	154,56	20,94	180,83
19,31	184,75	19,31	184,75	22,81	217,39	19,19	182,41	19,19	182,41	22,69	214,78	19,31	179,66	19,31	179,66	22,34	208,10
20,78	213,63	20,78	213,63	25,28	258,68	20,62	210,43	20,62	210,43	24,12	245,27	20,71	206,68	20,71	206,68	23,74	237,29
22,22	243,90	22,22	243,90	26,22	286,76	22,06	240,14	22,06	240,14	25,56	277,44	22,11	235,71	22,11	235,71	25,15	268,28
23,15	270,13	23,15	270,13	28,15	327,14	22,99	266,13	22,99	266,13	27,49	317,53	25,61	301,28	25,61	301,28	26,61	312,60
25,62	317,33	25,62	317,33	29,62	365,63	24,93	306,08	24,93	306,08	29,43	360,66	25,61	336,39	25,61	336,39	28,61	372,57
26,55	347,08	26,55	347,08	31,55	411,05	26,36	341,72	26,36	341,72	30,36	393,08	26,11	379,87	26,11	379,87	30,11	425,36

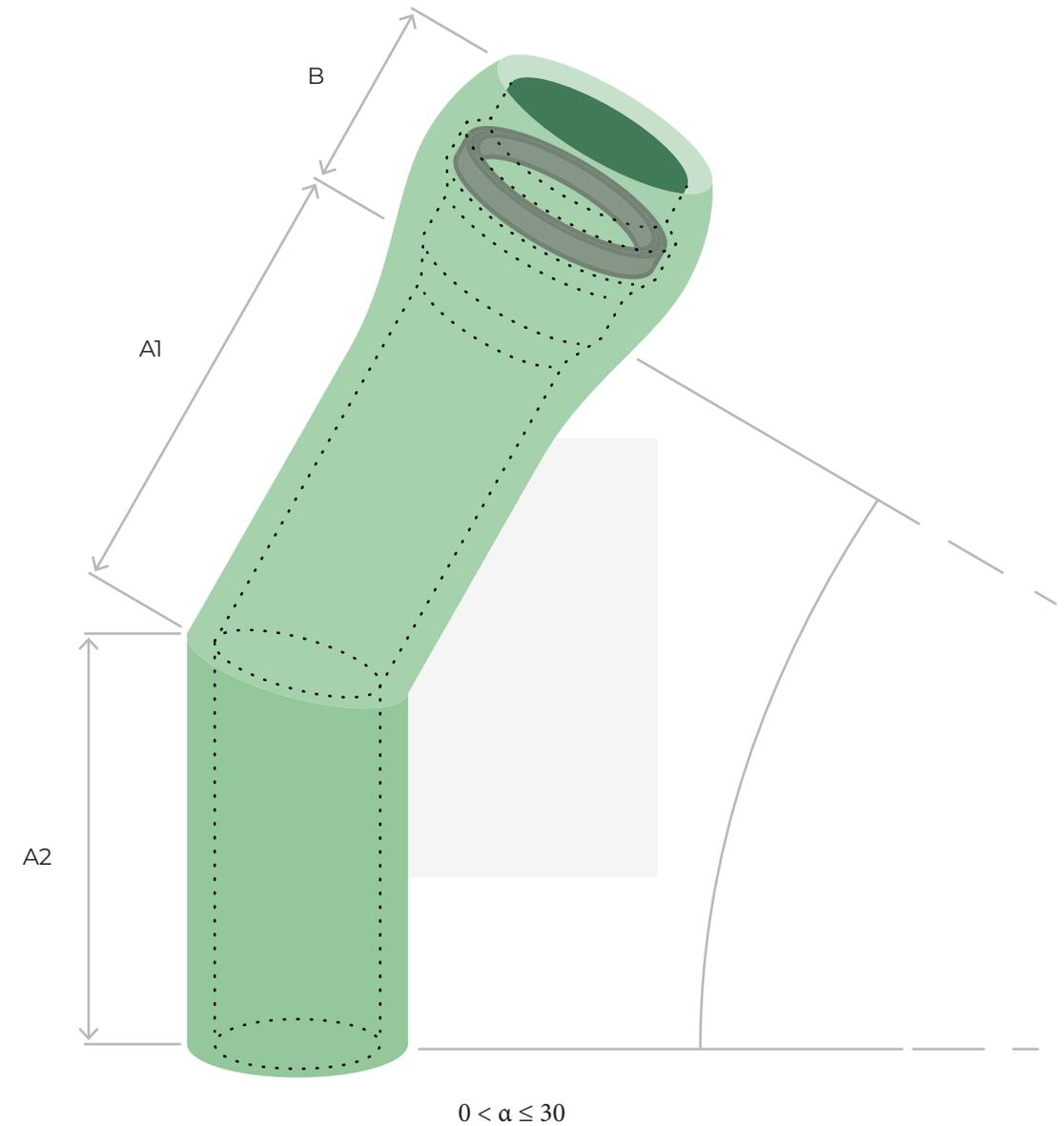
CONEXIONES

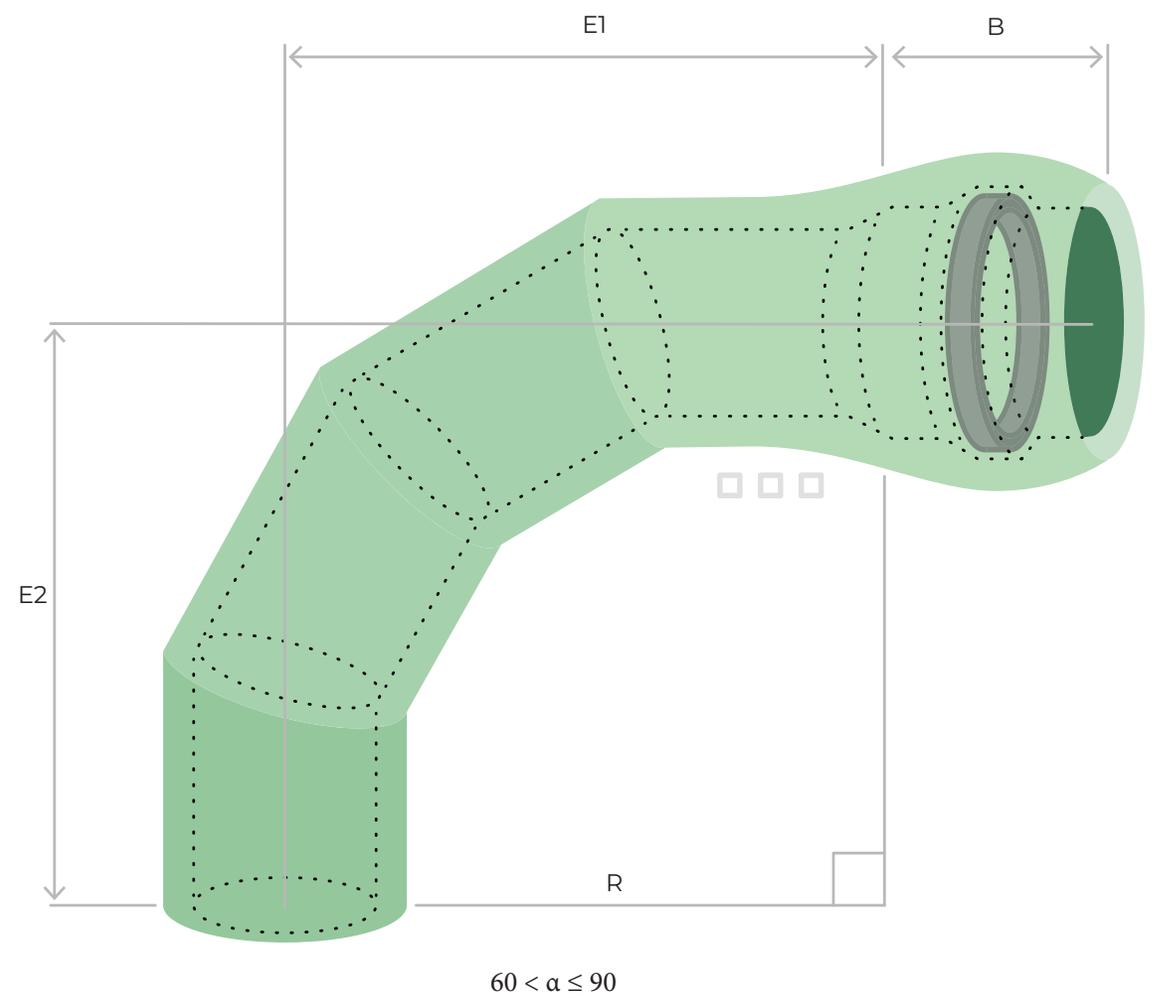
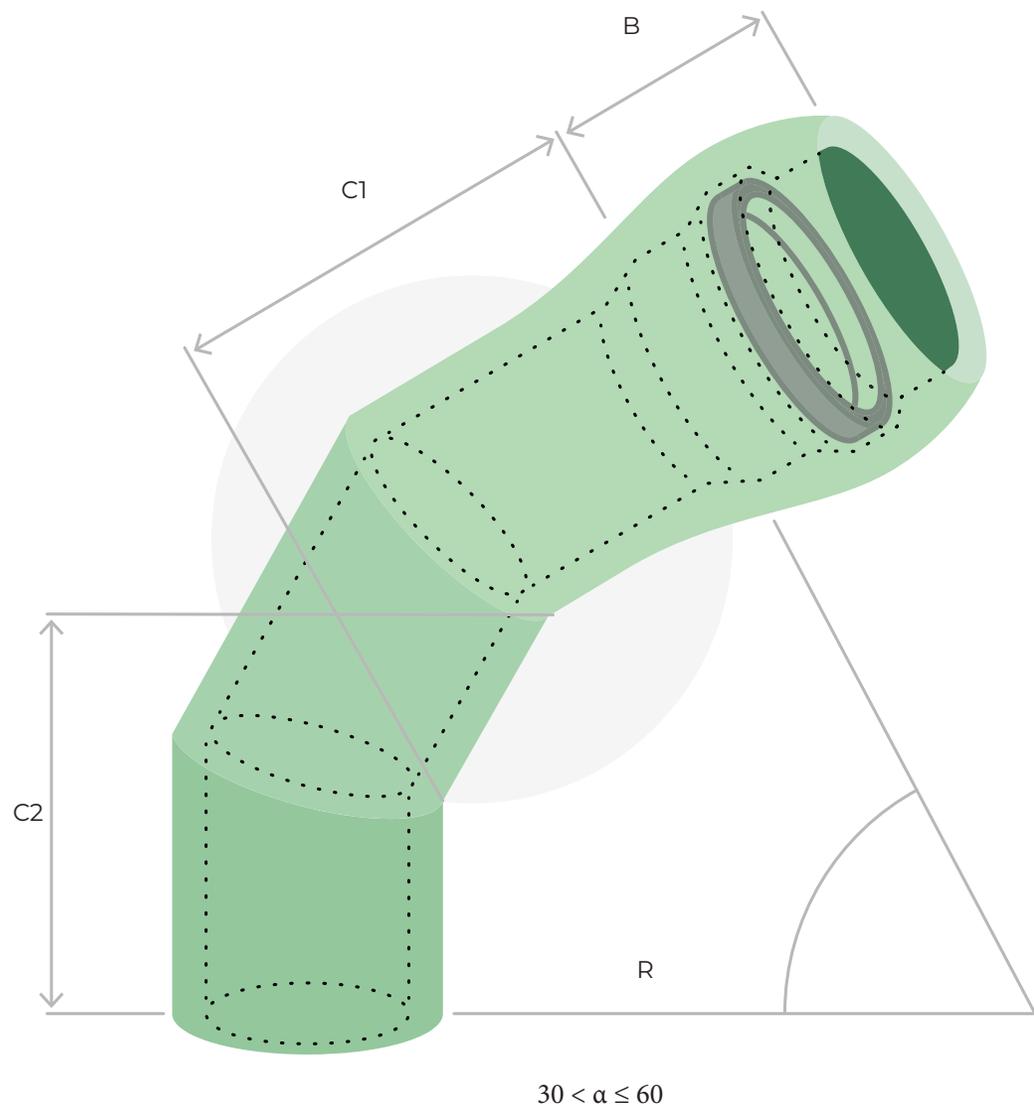
Curvas

Extremos disponibles:

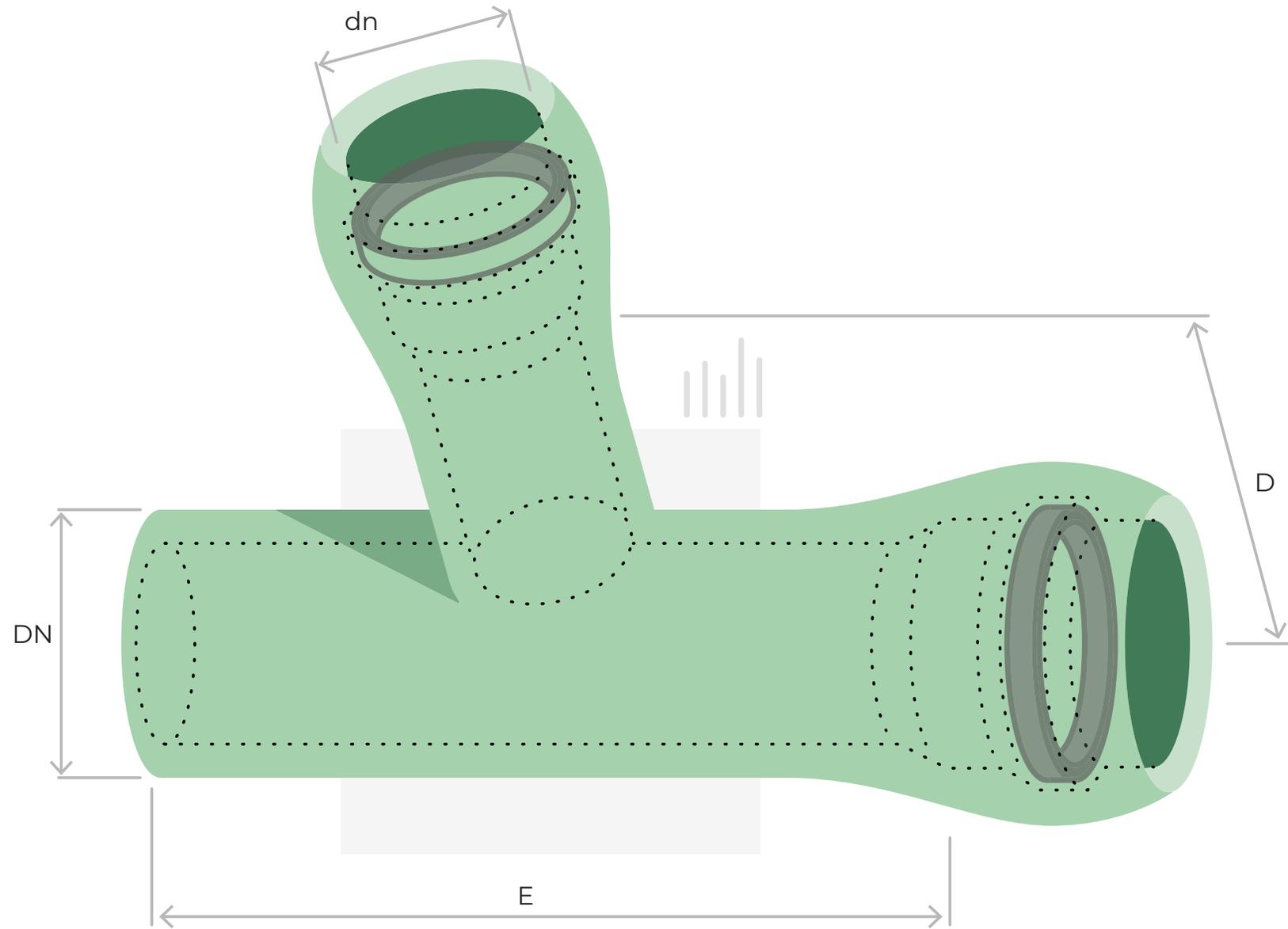
- Punta-Punta (PP)
- Campana-Campana (BB)
- Punta-Campana (PB)
- Punta-Brida (PF)
- Campana-Brida (BF)
- Brida-Brida (FF)

DN (mm)	B (mm)	$0 < \alpha \leq 30$		$30 < \alpha \leq 60$		$60 < \alpha \leq 90$		R (mm)
		A1 (mm)	A2 (mm)	C1 (mm)	C2 (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	
100	155	275	275	425	425	550	550	150
150	155	275	275	440	440	590	590	225
200	195	300	300	465	465	655	655	300
250	195	325	325	490	490	715	715	375
300	225	325	325	515	515	775	775	450
350	225	350	350	555	555	865	865	525
400	225	370	370	575	575	925	925	600
450	225	380	380	625	625	975	975	675
500	225	400	400	645	645	1000	1000	750
600	225	425	425	690	690	1055	1055	900
700	225	435	435	720	720	1105	1105	1050
800	225	455	455	745	745	1155	1155	1200
900	225	490	490	765	765	1210	1210	1350
1000	225	500	500	785	785	1260	1260	1500
1100	225	550	550	930	930	1785	1785	1650
1200	225	600	600	1065	1065	1835	1835	1800
1300	225	615	615	1100	1100	1875	1875	1950
1400	225	635	635	1165	1165	1940	1940	2100
1500	225	670	670	1195	1195	1990	1990	2250
1600	225	685	685	1225	1225	2040	2040	2400
1700	225	695	695	1240	1240	2080	2080	2550
1800	225	715	715	1265	1265	2145	2145	2700





Tees y Tees Reducción



EXTREMIDAD 1	EXTREMIDAD 2	DERIVACIÓN
PUNTA (P)	PUNTA (P)	PUNTA (P)
CAMPANA (B)	CAMPANA (B)	CAMPANA (B)
BRIDA (F)	BRIDA (F)	BRIDA (F)

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	Clase de presión (kgf/cm ²)					
		1		6 a 10		16	
		E	D	E	D	E	D
100	100	600	300	600	300	800	400
150	100	600	300	700	400	900	500
	150	600	300	800	400	1000	500
200	100	600	350	900	450	1100	600
	150	600	350	900	500	1200	600
	200	700	350	1000	500	1300	650
250	100	600	350	900	500	1100	600
	150	600	350	1000	550	1400	700
	200	700	350	1100	600	1400	750
	250	700	350	1200	600	1500	750
300	100	700	400	1000	550	1300	700
	150	700	400	1200	650	1600	850
	200	800	400	1300	650	1700	850
	250	800	400	1300	650	1700	850
	300	800	450	1400	700	1800	900
350	100	700	400	1100	600	1400	750
	150	700	400	1100	600	1500	800
	200	800	400	1400	750	1800	950
	250	800	400	1400	750	1900	950
	300	900	450	1500	800	2000	1000
	350	900	450	1600	800	2000	1000
400	100	700	450	1100	650	1500	850
	150	700	450	1200	700	1600	850
	200	800	450	1500	800	2000	1050
	250	800	450	1500	800	2100	1100
	300	900	500	1600	850	2100	1100
	350	1000	500	1700	850	2200	1100
	400	1000	500	1700	850	2300	1150

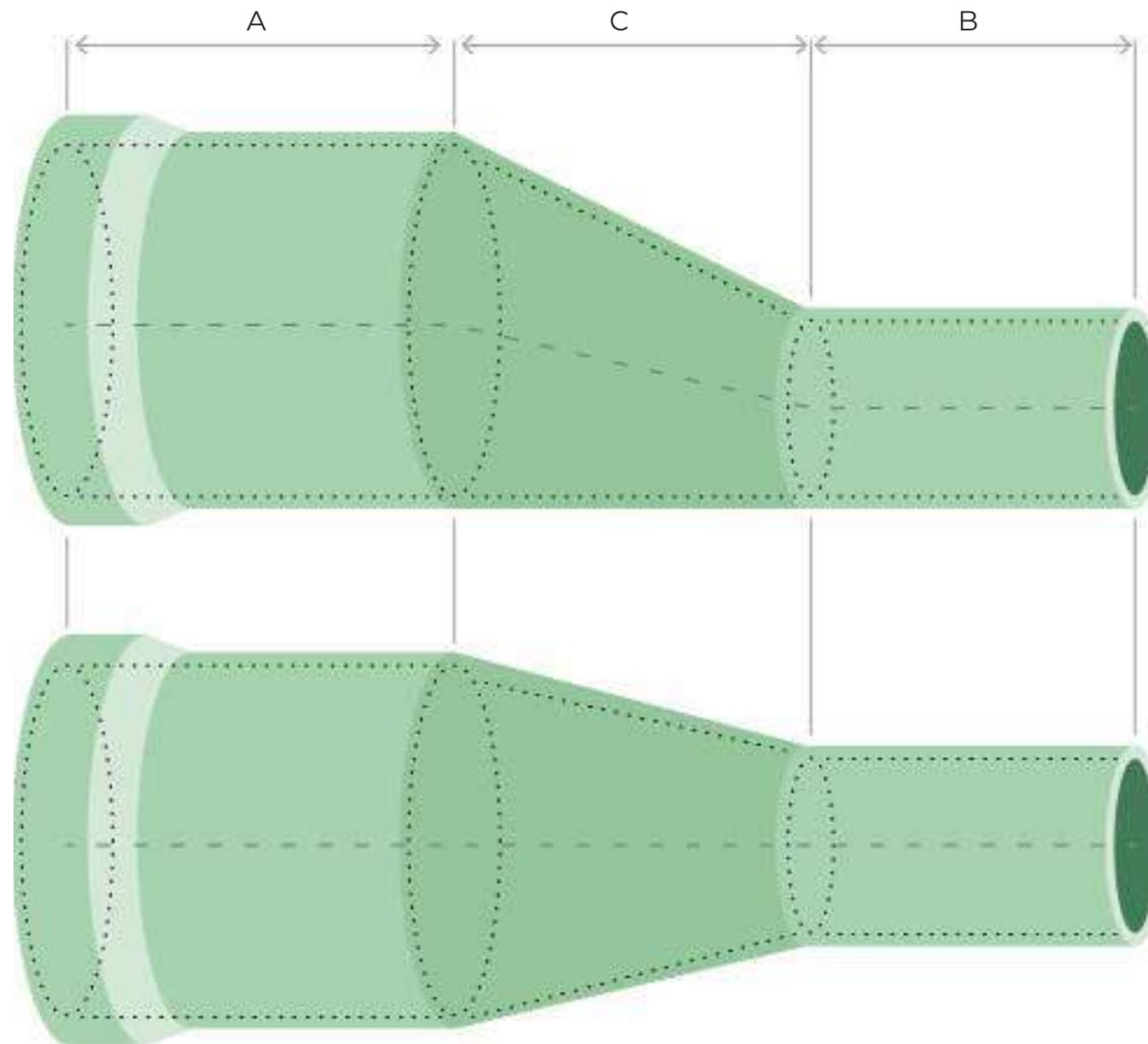
Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	Clase de presión (kgf/cm ²)					
		1		6 a 10		16	
		E	D	E	D	E	D
500	100	700	500	1300	800	1700	1000
	150	700	500	1400	800	1800	1050
	250	800	500	1400	850	1900	1050
	300	800	500	1800	950	2400	1300
	350	900	550	1800	1000	2500	1350
	400	1000	550	1900	1000	2600	1350
	450	1000	550	1900	1000	2700	1350
600	500	1200	600	2000	1000	2700	1350
	300	900	600	1100	700	1400	800
	400	1100	600	1400	750	1700	900
	500	1200	600	1500	750	1800	900
700	600	1300	650	1700	850	1900	950
	300	900	650	1200	750	1500	900
	400	1100	650	1500	850	1800	1000
	500	1200	700	1600	850	1900	1000
	600	1300	700	1700	900	2000	1050
800	700	1400	700	1900	900	2100	1050
	300	900	700	1300	850	1600	1000
	400	1100	700	1400	850	1700	1000
	500	1200	750	1700	950	2000	1150
	600	1400	750	1800	1000	2100	1150
	700	1500	800	1900	1000	2200	1150
900	800	1600	800	2100	1050	2300	1150
	300	900	750	1400	950	1600	1100
	400	1100	750	1500	950	1800	1100
	500	1200	800	1700	1000	2100	1250
	600	1400	850	1900	1050	2200	1300
	700	1500	850	2000	1050	2400	1300
	800	1600	850	2100	1100	2500	1300
900	1700	850	2300	1150	2600	1300	

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	Clase de presión (kgf/cm ²)					
		1		6 a 10		16	
		E	D	E	D	E	D
1000	300	900	800	1400	1000	1700	1200
	400	1100	800	1500	1000	1800	1200
	500	1200	850	1600	1000	2000	1200
	600	1400	900	1900	1150	2400	1400
	700	1500	900	2000	1150	2500	1400
	800	1600	900	2200	1200	2600	1400
	900	1800	950	2300	1200	2800	1400
	1000	1900	950	2500	1250	2900	1400
1200	300	1000	900	1500	1200	1800	1350
	400	1100	950	1600	1200	2000	1350
	500	1200	950	1700	1200	2100	1350
	600	1400	1000	1800	1200	2200	1400
	700	1600	1000	2200	1350	2700	1600
	800	1700	1050	2300	1350	2800	1600
	900	1800	1050	2400	1350	2900	1600
	1000	1900	1100	2500	1350	3000	1600
1400	1200	2200	1100	2800	1400	3200	1600
	300	1000	1000	1600	1350	-	-
	400	1100	1050	1700	1350	-	-
	500	1300	1050	1800	1350	-	-
	600	1400	1100	2000	1400	-	-
	700	1500	1100	2100	1400	-	-
	800	1700	1150	2400	1500	-	-
	900	1900	1150	2500	1500	-	-
	1000	2000	1200	2600	1500	-	-
	1200	2200	1200	2900	1550	-	-
1400	2500	1250	3200	1600	-	-	

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	Clase de presión (kgf/cm ²)					
		1		6 a 10		16	
		E	D	E	D	E	D
1600	300	1000	1150	1700	1500	-	-
	400	1200	1150	1800	1500	-	-
	500	1300	1200	2000	1500	-	-
	600	1400	1200	2100	1550	-	-
	700	1600	1250	2200	1550	-	-
	800	1700	1250	2300	1550	-	-
	900	1800	1300	2700	1700	-	-
	1000	2000	1300	2800	1700	-	-
	1200	2300	1350	3100	1750	-	-
	1400	2500	1350	3400	1800	-	-
	1600	2800	1400	3600	1800	-	-
1800	300	1000	1250	-	-	-	-
	400	1200	1250	-	-	-	-
	500	1300	1300	-	-	-	-
	600	1400	1300	-	-	-	-
	700	1600	1350	-	-	-	-
	800	1700	1350	-	-	-	-
	900	1800	1350	-	-	-	-
	1000	2100	1450	-	-	-	-
	1200	2300	1450	-	-	-	-
	1400	2600	1500	-	-	-	-
	1600	2800	1500	-	-	-	-
1800	3100	1550	-	-	-	-	



Reducción



Diámetro Nominal del Tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	CLASE DE PRESIÓN (kgf/cm ²)					
		PN 06			PN 10 A 16		
		A	B	C	A	B	C
150	100	280	280	200	280	280	200
200	100	320	280	250	320	280	250
	150	320	280	200	320	280	200
250	100	320	280	375	320	280	375
	150	320	280	250	320	280	250
	200	320	320	200	320	320	200
300	100	360	280	500	360	280	500
	150	360	280	375	360	280	375
	200	360	320	250	360	320	250
	250	360	320	200	360	320	200
350	100	360	280	625	360	280	625
	150	360	280	500	360	280	500
	200	360	320	375	360	320	375
	250	360	320	250	360	320	250
	300	360	360	200	360	360	200
400	100	360	280	750	360	280	750
	150	360	280	625	360	280	625
	200	360	320	500	360	320	500
	250	360	320	375	360	320	375
	300	360	360	250	360	360	250
	350	360	360	200	360	360	200
450	100	360	280	875	360	280	875
	150	360	280	750	360	280	750
	200	360	320	625	360	320	625
	250	360	320	500	360	320	500
	300	360	360	375	360	360	375
	350	360	360	250	360	360	250
	400	360	360	200	360	360	200

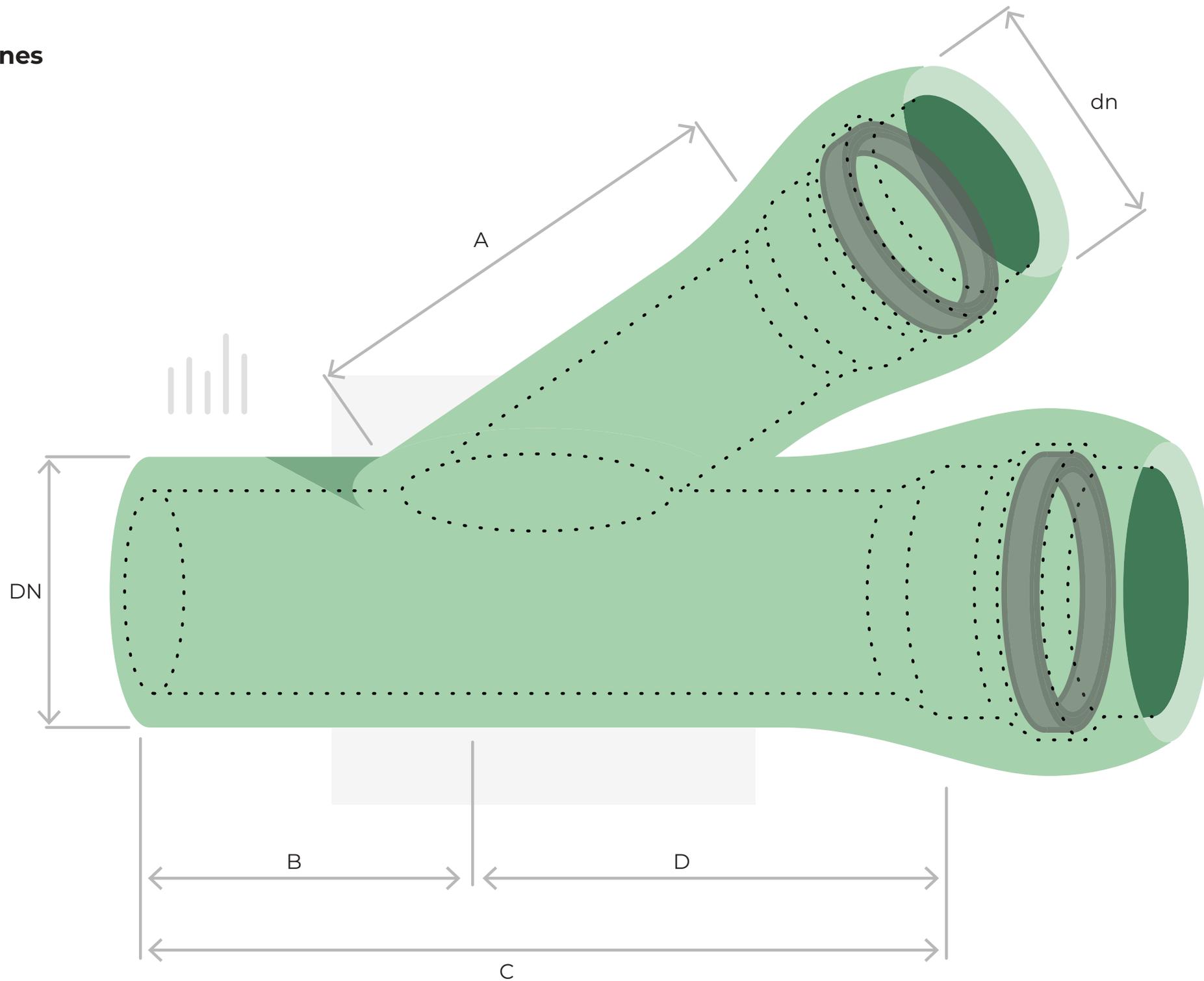
Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	CLASE DE PRESIÓN (kgf/cm ²)					
		PN 06			PN 10 A 16		
		A	B	C	A	B	C
500	100	360	280	1000	360	280	1000
	150	360	280	875	360	280	875
	200	360	320	750	360	320	750
	250	360	320	625	360	320	625
	300	360	360	500	360	360	500
	350	360	360	375	360	360	375
	400	360	360	250	360	360	250
	450	360	360	200	360	360	200
600	100	360	280	1250	360	280	1250
	150	360	280	1125	360	280	1125
	200	360	320	1000	360	320	1000
	250	360	320	875	360	320	875
	300	360	360	750	360	360	750
	350	360	360	625	360	360	625
	400	360	360	500	360	360	500
	450	360	360	375	360	360	375
	500	360	360	250	360	360	250
700	200	360	320	1250	360	320	1250
	250	360	320	1125	360	320	1125
	300	360	360	1000	360	360	1000
	350	360	360	875	360	360	875
	400	360	360	750	360	360	750
	450	360	360	625	360	360	625
	500	360	360	500	360	360	500
	600	360	360	250	360	360	250

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	CLASE DE PRESIÓN (kgf/cm ²)					
		PN 06			PN 10 A 16		
		A	B	C	A	B	C
800	200	360	320	1500	360	320	1500
	250	360	320	1375	360	320	1375
	300	360	360	1250	360	360	1250
	350	360	360	1125	360	360	1125
	400	360	360	1000	360	360	1000
	450	360	360	875	360	360	875
	500	360	360	750	360	360	750
	600	360	360	500	360	360	500
	700	360	360	250	360	360	250
900	200	360	320	1750	460	320	1750
	250	360	320	1625	460	320	1625
	300	360	360	1500	460	360	1500
	350	360	360	1375	460	360	1375
	400	360	360	1250	460	360	1250
	450	360	360	1125	460	360	1125
	500	360	360	1000	460	360	1000
	600	360	360	750	460	360	750
	700	360	360	500	460	360	500
	800	360	360	250	460	360	250
1000	300	360	360	1750	460	360	1750
	350	360	360	1625	460	360	1625
	400	360	360	1500	460	360	1500
	500	360	360	1250	460	360	1250
	600	360	360	1000	460	360	1000
	700	360	360	750	460	360	750
	800	360	360	500	460	360	500
	900	360	360	250	460	460	250

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	CLASE DE PRESIÓN (kgf/cm ²)					
		PN 06			PN 10 A 16		
		A	B	C	A	B	C
1100	500	460	360	1500	460	360	1500
	600	460	360	1250	460	360	1250
	700	460	360	1000	460	360	1000
	800	460	360	750	460	360	750
	900	460	360	500	460	460	500
	1000	460	360	250	460	460	250
1200	500	460	360	1750	460	360	1750
	600	460	360	1500	460	360	1500
	700	460	360	1250	460	360	1250
	800	460	360	1000	460	360	1000
	900	460	360	750	460	460	750
	1000	460	360	500	460	460	500
	1100	460	460	250	460	460	250
1300	500	460	360	2000	460	360	2000
	600	460	360	1750	460	360	1750
	700	460	360	1500	460	360	1500
	800	460	360	1250	460	360	1250
	900	460	360	1000	460	460	1000
	1000	460	360	750	460	460	750
	1100	460	460	500	460	460	500
	1200	460	460	250	460	460	250
1400	500	460	360	2250	460	360	2250
	600	460	360	2000	460	360	2000
	700	460	360	1750	460	360	1750
	800	460	360	1500	460	360	1500
	900	460	360	1250	460	460	1250
	1000	460	360	1000	460	460	1000
	1100	460	460	750	460	460	750
	1200	460	460	500	460	460	500
	1300	460	460	250	460	460	250

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	CLASE DE PRESIÓN (kgf/cm ²)					
		PN 06			PN 10 A 16		
		A	B	C	A	B	C
1500	500	460	360	2500	460	360	2500
	600	460	360	2250	460	360	2250
	700	460	360	2000	460	360	2000
	800	460	360	1750	460	360	1750
	900	460	360	1500	460	460	1500
	1000	460	360	1250	460	460	1250
	1100	460	460	1000	460	460	1000
	1200	460	460	750	460	460	750
	1300	460	460	500	460	460	500
	1400	460	460	250	460	460	250
1600	500	460	360	2750	460	360	2750
	600	460	360	2500	460	360	2500
	700	460	360	2250	460	360	2250
	800	460	360	2000	460	360	2000
	900	460	360	1750	460	460	1750
	1000	460	360	1500	460	460	1500
	1100	460	460	1250	460	460	1250
	1200	460	460	1000	460	460	1000
	1300	460	460	750	460	460	750
	1400	460	460	500	460	460	500
	1500	460	460	250	460	460	250
1800	1000	460	360	2000	460	460	2000
	1100	460	460	1750	460	460	1750
	1200	460	460	1500	460	460	1500
	1300	460	460	1250	460	460	1250
	1400	460	460	1000	460	460	1000
	1500	460	460	750	460	460	750
	1600	460	460	500	460	460	500
	1700	460	460	250	460	460	250

Derivaciones

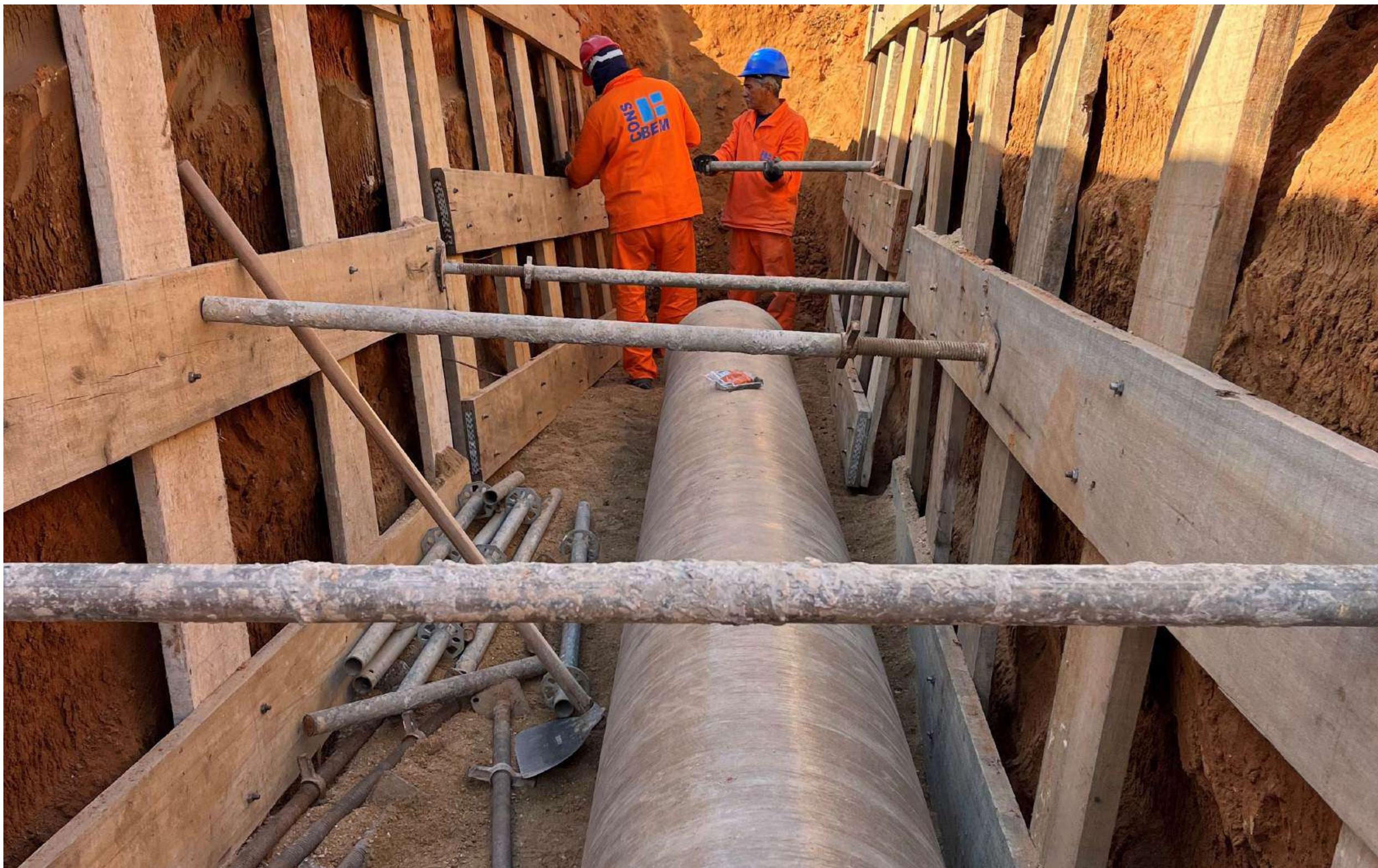


Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	DIMENSIONES (mm)			
		A	B	C	D
100	100	420	250	600	350
150	100	420	225	600	375
	150	420	275	700	425
200	100	420	200	600	400
	150	500	250	700	450
	200	500	300	800	500
250	100	500	200	625	425
	150	500	225	700	475
	200	570	275	800	525
	250	570	325	900	575
300	100	500	200	700	500
	150	550	250	800	550
	200	600	300	900	600
	250	650	350	1000	650
	300	700	400	1100	700
350	100	550	200	750	550
	150	575	225	800	575
	200	625	275	900	625
	250	675	325	1000	675
	300	725	375	1100	725
	350	775	425	1200	775
400	100	550	200	750	550
	150	600	200	800	600
	200	650	250	900	650
	250	700	300	1000	700
	300	750	350	1100	750
	350	800	400	1200	800
	400	850	450	1300	850

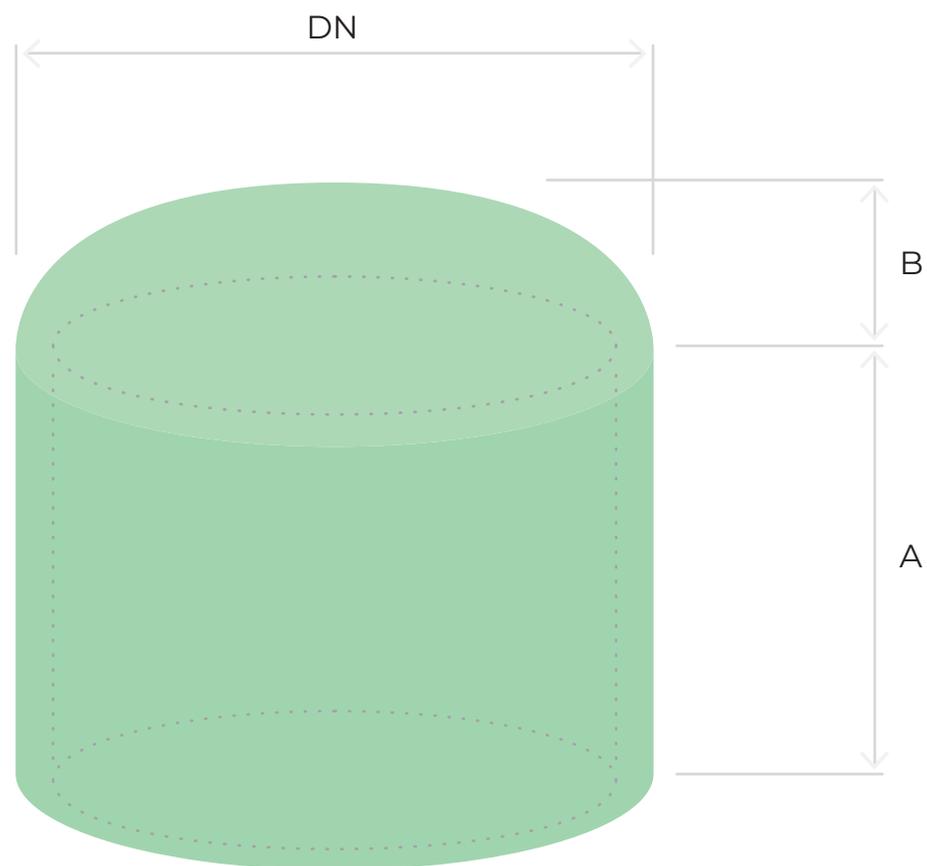
Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	DIMENSIONES (mm)			
		A	B	C	D
500	100	710	200	800	600
	150	710	200	850	650
	250	780	200	900	700
	300	780	250	1000	750
	350	850	300	1100	800
	400	920	350	1200	850
	450	920	400	1300	900
	500	990	500	1500	1000
600	300	920	250	1100	850
	400	960	350	1300	950
	500	1060	450	1500	1050
	600	1130	500	1600	1100
700	300	990	200	1100	900
	400	1060	300	1300	1000
	500	1130	400	1500	1100
	600	1200	500	1700	1200
	700	1270	600	1900	1300
800	300	1060	200	1150	950
	400	1130	250	1300	1050
	500	1200	350	1500	1150
	600	1270	450	1700	1250
	700	1340	550	1900	1350
	800	1410	650	2100	1450

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	DIMENSIONES (mm)			
		A	B	C	D
900	300	1130	200	1200	1000
	400	1200	200	1300	1100
	500	1270	300	1500	1200
	600	1410	400	1700	1300
	700	1490	500	1900	1400
	800	1560	600	2100	1500
	900	1630	700	2300	1600
1000	300	1200	200	1250	1050
	400	1270	200	1350	1150
	500	1340	250	1500	1250
	600	1490	350	1700	1350
	700	1560	450	1900	1450
	800	1630	550	2100	1550
	900	1700	650	2300	1650
	1000	1770	750	2500	1750
1200	300	1340	200	1400	1200
	400	1410	200	1500	1300
	500	1490	200	1550	1350
	600	1560	250	1700	1450
	700	1700	400	2000	1600
	800	1770	500	2200	1700
	900	1840	600	2400	1800
	1000	1910	650	2500	1850
	1200	2050	850	2900	2050
1400	300	1560	200	1500	1300
	400	1630	200	1600	1400
	500	1700	200	1700	1500
	600	1770	200	1800	1600
	700	1840	300	2000	1700
	800	1980	400	2200	1800
	900	1980	500	2400	1900
	1000	2050	600	2600	2000
	1200	2190	750	2900	2150
	1400	2330	950	3300	2350

Diámetro nominal del tubo DN (mm)	Diámetro nominal de la derivación dn (mm)	DIMENSIONES (mm)			
		A	B	C	D
1600	300	1700	200	1600	1400
	400	1770	200	1700	1500
	500	1840	200	1800	1600
	600	1910	200	1900	1700
	700	1980	200	2000	1800
	800	2050	300	2200	1900
	900	2190	400	2400	2000
	1000	2260	500	2600	2100
	1200	2400	700	3000	2300
	1400	2550	900	3400	2500
	1600	2750	1050	3700	2650
1800	300	1800	200	1750	1550
	400	1875	200	1850	1650
	500	1940	200	1950	1750
	600	2025	200	2000	1800
	700	2100	200	2100	1900
	800	2175	200	2200	2000
	900	2250	200	2400	2200
	1000	2350	450	2700	2250
	1200	2500	650	3100	2450
	1400	2650	800	3400	2600
	1600	2800	1000	3800	2800
1800	2950	1150	4100	2950	

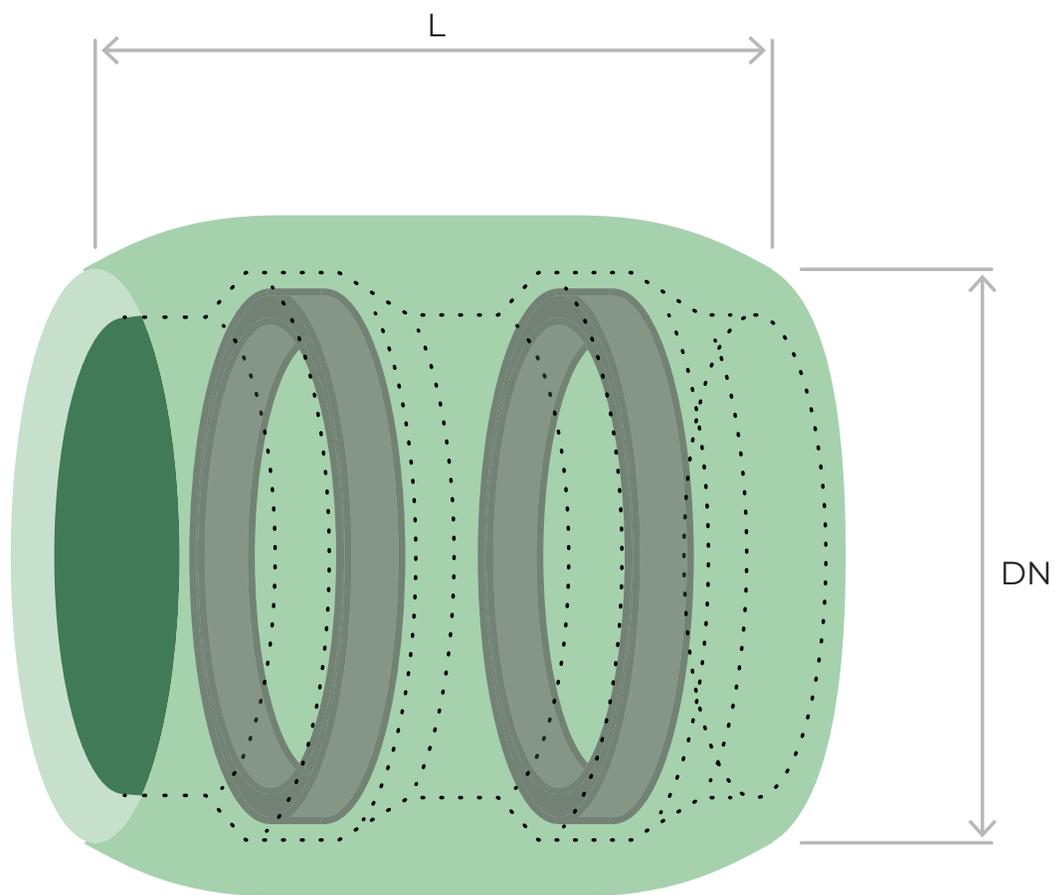


TAPA



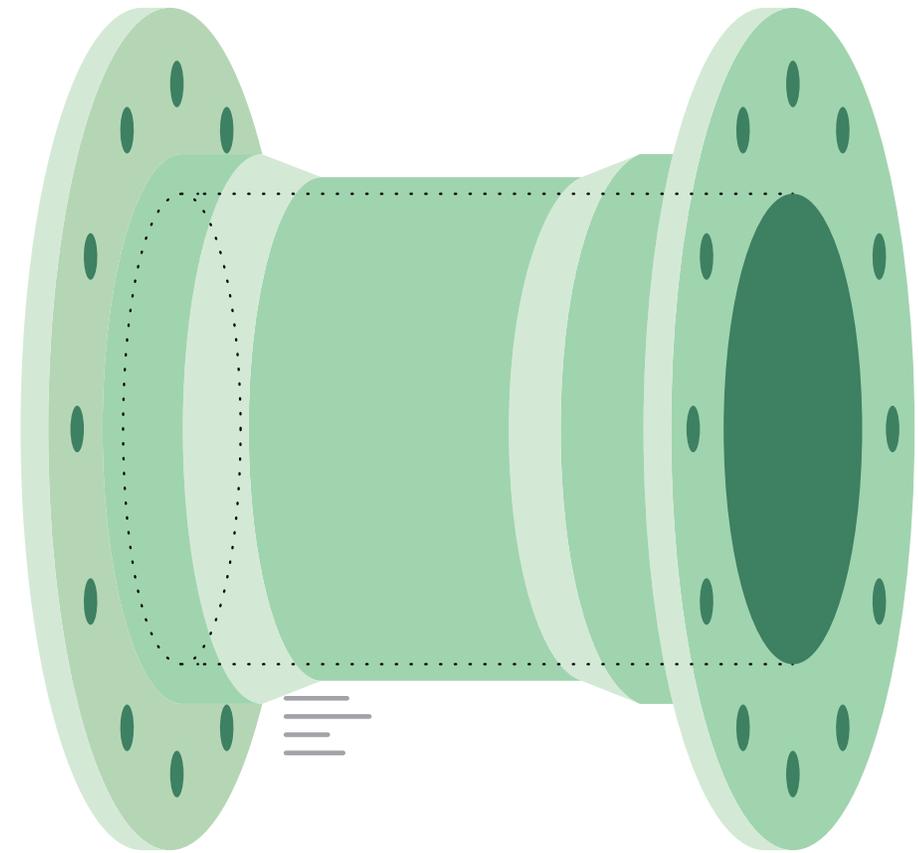
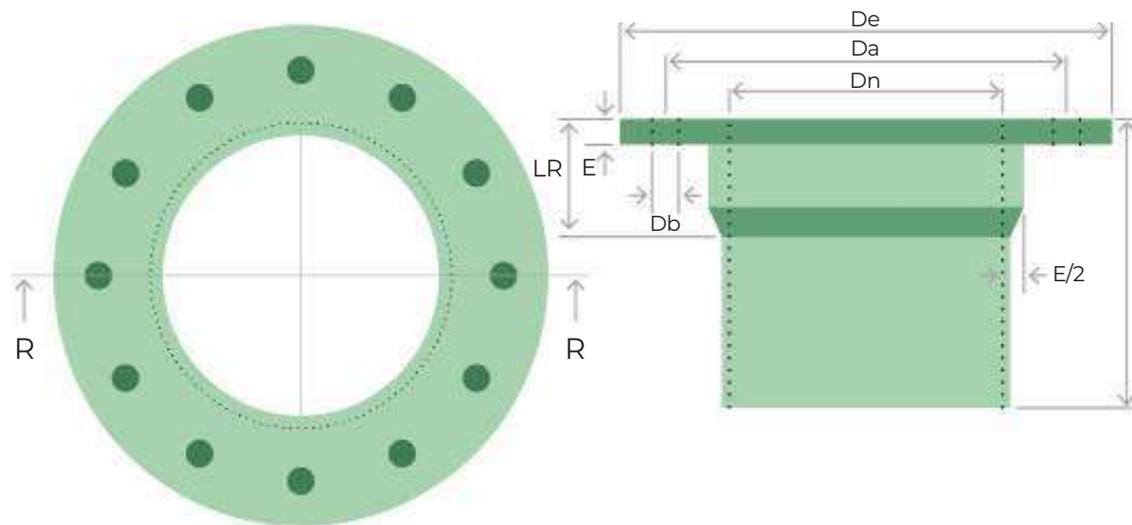
Diâmetro nominal DN (mm)	DIMENSIONES (mm)	
	A	B
100	100	25
150	150	37,5
200	200	50
250	200	50
300	250	62,5
350	300	75
400	300	75
450	300	75
500	350	87,5
600	400	100
700	400	100
800	500	125
900	600	150
1000	600	150
1100	650	162,5
1200	700	175
1300	800	200
1400	800	200
1500	900	225
1600	1000	250
1700	1000	250
1800	1000	250

Cupla Deslizante

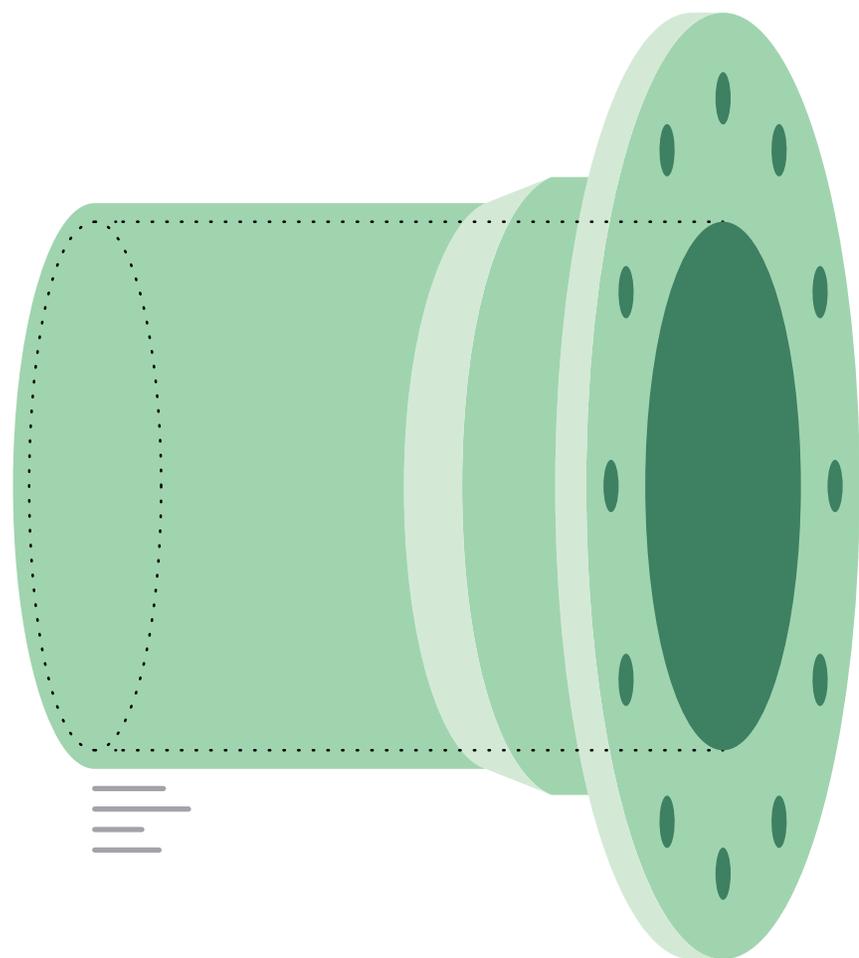


Diámetro nominal DN (mm)	DIMENSIONES (mm)
	L
100	600
150	600
200	600
250	600
300	600
350	600
400	600
450	600
500	600
600	600
700	600
800	600
900	600
1000	800
1100	800
1200	800
1300	800
1400	800
1500	800
1600	800
1700	800
1800	800

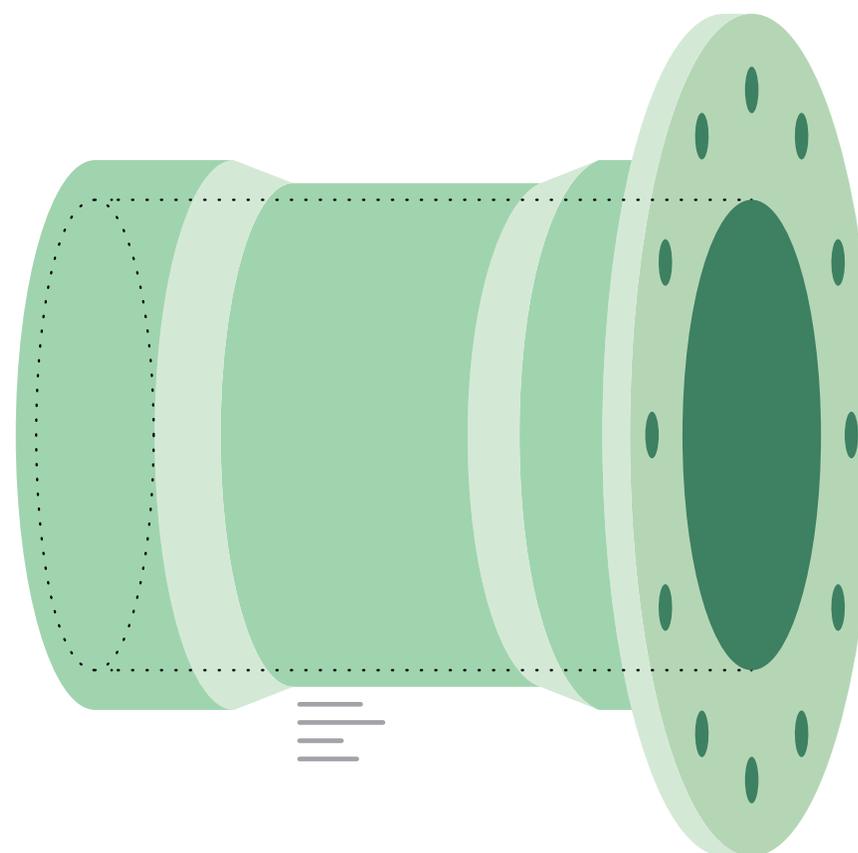
Extremos con bridas



Ejemplo de extremo brida-brida

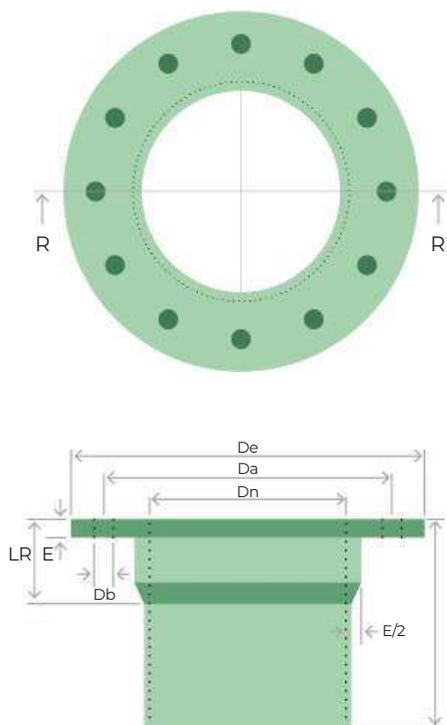


Ejemplo de extremo brida-Punta



Ejemplo de extremo brida-campana

TABLA DE DIMENSIONES ESTÁNDAR



Diámetro nominal DN (mm)	*Diámetro externo (DE)	DIMENSIONES (mm)					
		PN 6			PN 10		
		E	Lr	L (min)	E	Lr	L (min)
100	238	20	80	200	20	80	200
150	296	25	100	200	25	100	200
200	353	25	100	200	25	100	200
250	437	25	100	200	25	100	200
300	507	25	100	200	28	112	200
350	563	25	100	300	33	132	300
400	627	28	112	400	38	152	400
450	674	28	112	400	40	160	400
500	731	30	120	400	45	180	400
600	854	38	152	400	55	220	400
700	969	43	172	500	65	260	500
800	1101	50	200	500	75	300	500
900	1209	55	220	500	83	332	500
1000	1324	63	252	500	93	372	600
1100	1438	68	272	600	103	412	700
1200	1546	75	300	600	110	440	700
1300	1680	80	320	600	120	480	800
1400	1794	88	352	700	130	520	800
1500	1902	93	372	700	138	552	900
1600	2019	100	400	700	150	600	900
1700	2074	105	420	700	158	632	1000
1800	2239	110	440	800	165	660	1000

*DE válido para bridas PN 06,10,12 y 16

**Para otras perforaciones y/o clases de presión consultar al Departamento de ingeniería

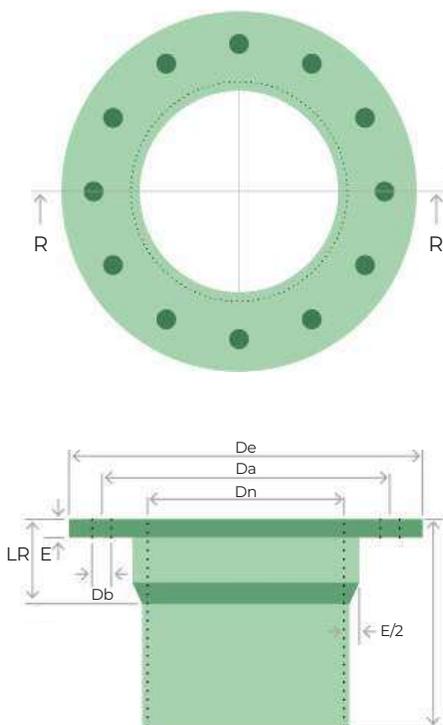
TABLA DE DIMENSIONES ESTÁNDAR

DIMENSIONES (mm)									
PN 12			PN 16			PN 20			
E	Lr	L (min)	E	Lr	L (min)	DE	E	Lr	L (min)
20	80	200	20	80	200	256	20	80	200
25	100	200	25	100	200	326	28	110	200
25	100	200	28	112	300	394	38	150	300
28	112	200	35	140	300	473	45	180	300
33	132	200	43	172	400	546	55	220	400
38	152	300	50	200	400	610	65	260	400
43	172	400	58	232	400	676	75	300	500
48	192	400	65	260	500	733	83	330	500
55	220	400	70	280	500	791	93	370	600
65	260	400	85	340	600	937	110	440	600
75	300	500	100	400	600	1083	130	520	700
88	352	600	113	452	700	1197	148	590	800
98	392	600	128	512	700	1330	168	670	900
108	432	600	143	572	800	1438	185	740	1000
120	480	800	158	632	900	1559	203	810	1100
130	520	800	170	680	1000	1705	223	890	1200
140	560	900	-	-	-	-	-	-	-
153	612	900	200	800	1100	-	-	-	-
163	652	1000	213	852	1200	-	-	-	-
173	692	1000	228	912	1200	-	-	-	-
185	740	1100	-	-	-	-	-	-	-
195	780	1100	263	1052	1300	-	-	-	-

*DE válido para bridas PN 06,10,12 y 16

**Para otras perforaciones y/o clases de presión consultar al Departamento de ingeniería

NBR 7675 / ISO 2531



Diámetro nominal DN (mm)	Diámetro externo (OE)	Dimensiones NBR 7675 / ISO 2531							
		Clase #100 - PN 06				Clase #150 - PN 10			
		DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)
100	238	180	19	8	16	180	19	8	16
150	296	240	23	8	20	240	23	8	20
200	353	295	23	8	20	295	23	8	20
250	437	350	23	12	20	350	23	12	20
300	507	400	23	12	20	400	23	12	20
350	563	460	23	16	20	460	23	16	20
400	627	515	28	16	24	515	28	16	24
450	674	565	28	20	24	565	28	20	24
500	731	620	28	20	24	620	28	20	24
600	854	725	31	20	27	725	31	20	27
700	969	840	31	24	27	840	31	24	27
800	1101	950	34	24	30	950	34	24	30
900	1209	1050	34	28	30	1050	34	28	30
1000	1324	1160	37	28	33	1160	37	28	33
1100	1438	1270	37	32	33	1270	37	32	33
1200	1546	1380	40	32	36	1380	40	32	36
1300	1680	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	1794	1590	43	36	39	1590	43	36	39
1500	1902	1700	43	36	39	1700	43	36	39
1600	2019	1820	49	40	45	1820	49	40	45
1700	2074	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	2239	2020	49	44	45	2020	49	44	45

*DE válido para bridas PN 06,10, 12 y 16

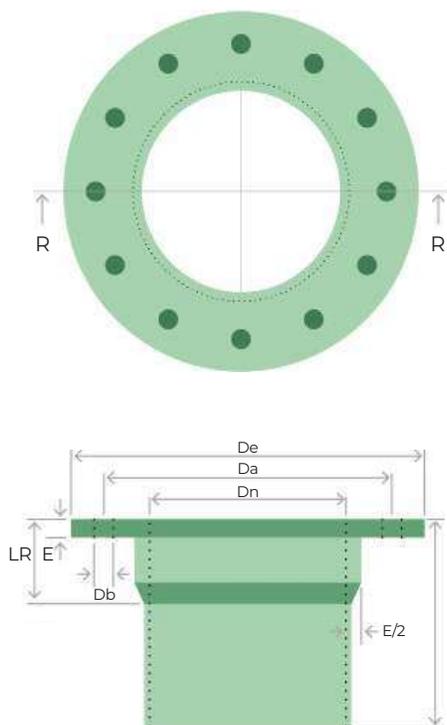
**Para otras perforaciones y/o clases de presión consultar al Departamento de ingeniería

Dimensiones NBR 7675 / ISO 2531												
Clase #175 - PN 12				Clase #230 - PN 16				Clase #300 - PN 20				
DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)	DE (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)
180	19	8	16	180	19	8	16	256	190	19	8	16
240	23	8	20	240	23	8	20	326	250	23	8	20
295	23	12	20	295	23	12	20	394	310	28	12	24
355	28	12	24	355	28	12	24	473	370	31	12	27
410	28	12	24	410	28	12	24	546	430	31	16	27
470	28	16	24	470	28	16	24	610	490	34	16	30
525	31	16	27	525	31	16	27	676	550	37	16	33
585	31	20	27	585	31	20	27	733	600	37	20	33
650	34	20	30	650	34	20	30	791	660	37	20	33
770	37	20	33	770	37	20	33	937	770	40	20	36
840	37	24	33	840	37	24	33	1083	875	43	24	39
950	40	24	36	950	40	24	36	1197	990	49	24	45
1050	40	28	36	1050	40	28	36	1330	1090	49	28	45
1170	43	28	39	1170	43	28	39	1438	1210	56	28	52
1270	43	32	39	1270	43	32	39	1559	1310	56	32	52
1390	49	32	45	1390	49	32	45	1705	1420	56	32	52
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1590	49	36	45	1590	49	36	45	-	-	-	-	-
1710	56	36	52	1710	56	36	52	-	-	-	-	-
1820	56	40	52	1820	56	40	52	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	56	44	52	2020	56	44	52	-	-	-	-	-

*DE válido para bridas PN 06,10,12 y 16

**Para otras perforaciones y/o clases de presión consultar al Departamento de ingeniería

ANSI B-16.5 / AWWA



Diámetro nominal DN (mm)	Diámetro externo (OE)	Dimensiones ANSI B-16.5 / AWWA							
		Clase #100 - PN 06				Clase #150 - PN 10			
		DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)
100	238	191	19	8	16	191	19	8	16
150	296	241	22	8	19	241	22	8	19
200	353	298	22	8	19	298	22	8	19
250	437	362	25	12	22	362	25	12	22
300	507	432	25	12	22	432	25	12	22
350	563	476	29	12	25	476	29	12	25
400	627	540	29	16	25	540	29	16	25
450	674	578	32	16	29	578	32	16	29
500	731	635	32	20	29	635	32	20	29
600	854	749	35	20	32	749	35	20	32
700	969	864	35	28	32	864	35	28	32
800	1101	978	41	28	38	978	41	28	38
900	1209	1086	41	32	38	1086	41	32	38
1000	1324	1200	41	36	38	1200	41	36	38
1100	1438	1314	41	40	38	1314	41	40	38
1200	1546	1422	41	44	38	1422	41	44	38
1300	1680	1537	48	44	45	1537	48	44	45
1400	1794	1651	48	48	45	1651	48	48	45
1500	1902	1759	48	52	45	1759	48	52	45
1600	2019	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	2074	1930	48	52	45	1930	48	52	45
1800	2239	2096	48	60	45	2096	48	60	45

*DE válido para bridas PN 06,10,12 y 16

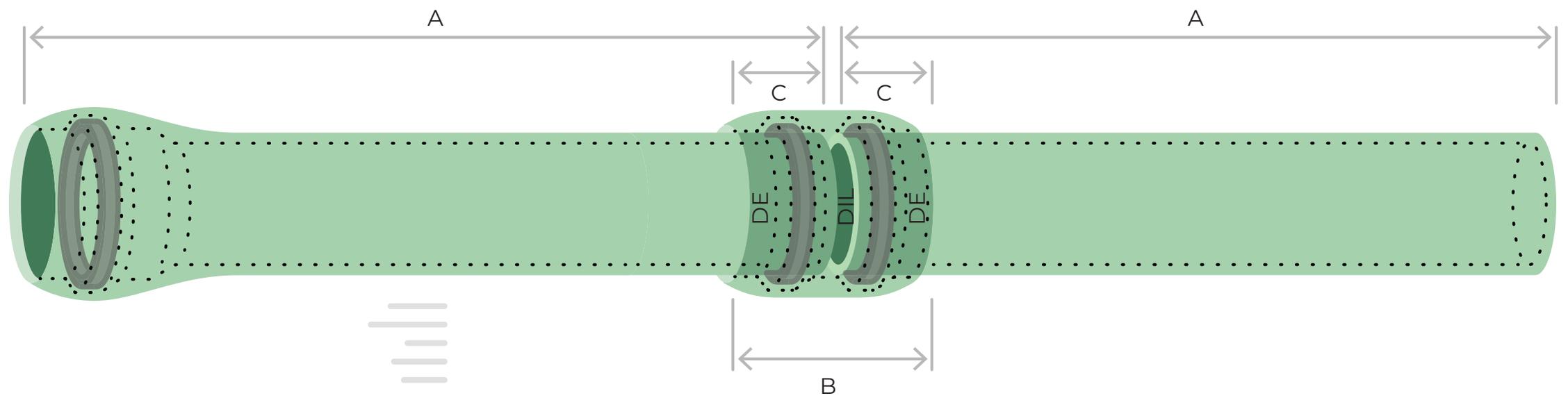
**Para otras perforaciones y/o clases de presión consultar al Departamento de ingeniería

Dimensiones ANSI B-16.5 / AWWA								
Clase #175 - PN 12				Clase #300 - PN 20				
DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Cantidad	Diámetro del tornillo (mm)	Diámetro Parafuso (mm)
191	19	8	16	256	200	22	8	19
241	22	8	19	326	270	22	12	19
298	22	8	19	394	330	25	12	22
362	25	12	22	473	387	29	16	25
432	25	12	22	546	451	32	16	29
476	29	12	25	610	514	32	20	29
540	29	16	25	676	572	35	20	32
578	32	16	29	733	629	35	24	32
635	32	20	29	791	686	35	24	32
749	35	20	32	937	813	41	24	38
864	35	28	32	1083	940	48	28	44
978	41	28	38	1197	1054	48	28	44
1086	41	32	38	1330	1168	54	32	51
1200	41	36	38	1438	1156	44	32	41
1314	41	40	38	1559	1264	48	32	45
1422	41	44	38	1705	1372	51	32	48
1537	48	44	45	-	-	-	-	-
1651	48	48	45	-	-	-	-	-
1759	48	52	45	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
1930	48	52	45	-	-	-	-	-
2096	48	60	45	-	-	-	-	-

*DE válido para bridas PN 06,10, 12 y 16

**Para otras perforaciones y/o clases de presión consultar al Departamento de ingeniería

Tubo de reparación



DN (mm)	DE (mm)	TOLERANCIA/ LÍMITES (mm)		DIMENSIONES (mm)			
		MIN.	MAX.	DIL	A	B	C
100	118,00	- 2,8	+ 1,0	122	2885	600	200
150	170,00	- 2,9	+ 1,0	174	2885	600	200
200	222,00	- 3,0	+ 1,0	226	2865	600	200
250	274,00	- 3,1	+ 1,0	278	2865	600	200
300	326,00	- 3,3	+ 1,0	330	2850	600	200
350	378,00	- 3,4	+ 1,0	382	2850	600	200
400	429,00	- 3,5	+ 1,0	433	2850	600	200
450	480,00	- 3,6	+ 1,0	484	2850	600	200
500	532,00	- 3,8	+ 1,0	536	2850	600	200
600	635,00	- 4,0	+ 1,0	639	2850	600	200
700	738,00	- 4,3	+ 1,0	742	2850	600	200
800	842,00	- 4,5	+ 1,0	846	2850	600	200
900	945,00	- 4,8	+ 1,0	949	2850	600	200
1000	1048,00	- 5,0	+ 1,0	1052	2850	800	300
1100	1152,00	- 5,2	+ 1,0	1156	2850	800	300
1200	1255,00	- 5,5	+ 1,0	1259	2850	800	300
1300	1359,00	- 5,7	+ 1,0	1363	2850	800	300
1400	1462,00	- 6,0	+ 1,0	1466	2850	800	300
1500	1565,00	- 6,7	+ 1,0	1569	2850	800	300
1600	1668,00	- 7,4	+ 1,0	1672	2850	800	300
1700	1739,00	- 7,8	+ 1,0	1743	2850	800	300
1800	1875,00	- 8,2	+ 1,0	1879	2850	800	300



ANEXO - HIDRÁULICA

Pérdida de carga - Ecuación de Darcy-Weisbach

$$\Delta h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (1)$$

Donde:

Δh_f = pérdida de carga distribuida (mca)
 f = coeficiente de fricción — ecuación 2
 L = longitud del tubo (metros)
 D = diámetro interno del tubo (metros)
 V = velocidad del flujo interno (m/s)
 g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Coefficiente de fricción - Ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \quad (2)$$

Donde:

f = coeficiente de fricción
 k = rugosidad de la pared del tubo (m)
 Re = número de Reynolds — ecuación 3

* La rugosidad absoluta para los tubos de fibra de vidrio es de 0,03 mm (sin embargo, este valor no se usa debido a perturbaciones en la unión del PBA (punta-campana-anillo). Los valores de corrección se muestran en la tabla 1.

CALIDAD DE INSTALACIÓN X RUGOSIDAD AJUSTADA [k ajustada]			
TIPO	CALIDAD DE LA INSTALACIÓN	LONGITUD DE LA BARRA	
		L = 6M	L = 12M
		K ajustada (mm)	
MALO	Terreno muy accidentado o falta de cuidado de alineación	0,12	0,09
REGULAR	Terreno ondulado curvas naturales. Cuidados razonables con la alineación	0,10	0,07
BUENA	Terreno plano, buenos cuidados con la alineación y nivelación visual	0,06	0,04
EXCELENTE	Terreno plano, alineación y nivelación con la ayuda del topógrafo	0,04	0,03

Número de Reynolds

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (3)$$

Donde:

Re = Número de Reynolds
 V = velocidad de flujo interno (m/s)
 D = diámetro interno del tubo (metro)
 ν = viscosidad cinemática (m²/s)

Pérdida de carga - Ecuación de Hazen-Williams

$$J = \frac{10,675}{D^{4,87}} \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} \quad (4)$$

Donde:

J = pérdida de carga (mca/m)
 Q = caudal de la tubería (m³/s)
 D = diámetro interno del tubo (metro)
 C = Coeficiente de Hazen — Williams, que oscila entre 120 y 150 para tubos de PRFV

Pérdida de carga en canales - Ecuación de Manning

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot j^{1/2} \quad (5)$$

Donde:

Q = flujo del canal (m³/s)
 n = Coeficiente de Manning (0,009 para tubos en PRFV)
 R_h = radio hidráulico (m) - ecuación 6
 j = gradiente hidráulico pendiente - ecuación 7
 A = área de sección húmeda (m²)

$$R_h = \frac{A}{P} \quad (6)$$

Donde:

R_h = radio hidráulico (m)

A = área de sección húmeda (m²)

P = perímetro de la sección húmeda (m)

$$j = \frac{\Delta h}{L} \quad (7)$$

Donde:

j = gradiente hidráulico (m/m)

Δh = pendiente vertical (m)

L = longitud del canal (m)

Pérdida de carga localizada

$$\Delta h_k = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (8)$$

Donde:

Δh_k = pérdida de carga localizada (mca)

k = coeficiente de fricción en la singularidad — tabla 2

V = velocidad de flujo interno (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE DE FRICCIÓN "k"
Curva 90° moldeada	0,50
Curva de 90° con 1 nudillo	1,40
Curva 90° con 2 nudillos	0,80
Curva de 90° 3 nudillos	0,60
Curva de 45° moldeada	0,30
Curva de 45° con 1 nudillo	0,50
Curva 45° con 2 nudillos	0,40
Tee con paso de flujo recto	0,40
Tee de paso de flujo a través de la derivación	1,40
Tee con doble entrada y salida por la derivación	1,70
Reducción concéntrica y excéntrica d1/d2 = 0,80	0,06
Reducción concéntrica y excéntrica d1/d2 = 0,50	0,07
Ampliación concéntrica y excéntrica d1/d2 = 0,80	0,12
Ampliación concéntrica y excéntrica d1/d2 = 0,50	0,28

Velocidades recomendadas

De acuerdo con el Manual M45 de AWMA C950 (Fiberglass Pipe Design), se recomienda que la velocidad de flujo sea adoptada dependiendo de la longitud del tubo, la naturaleza del líquido y la agresividad.

- Líquidos limpios y no agresivos (por ejemplo, agua filtrada o tratada):

$$V_{max} = \frac{37}{\sqrt[3]{\rho}}$$

- Líquidos erosivos (por ejemplo, agua cruda o lechada de mineral) o líquidos corrosivos:

$$V_{max} = \frac{18}{\sqrt[3]{\rho}}$$

Donde:

V_{max} = velocidad máxima de flujo (m/s)

ρ = densidad del fluido (kgf/m³)

Transitorio hidráulico - Golpe de Ariete

Fenómeno caracterizado por la variación de las condiciones del régimen y velocidad de flujo, ocasionado por paradas de emergencia de bombas o maniobras bruscas de válvulas, ocasionando ondas de choque con valores positivos o negativos. Las ondas de choque con valores positivos, o sobrepresiones, se denominan golpe de ariete. Las ondas de choque con valores negativos, o bajo presiones, pueden alcanzar valores por debajo de la atmósfera, provocando un vacío en el tubo.

$$\Delta h_s = \frac{c \cdot \Delta V}{g} \quad (9)$$

Donde:

Δh_s = variación de presión — sobrepresión (mca)

c = celeridad de la onda de choque (m/s) - ecuación 10

ΔV = variación de la velocidad del flujo interno (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

$$c = \sqrt{\frac{K/\rho}{1 + \frac{D.K}{t.E_c}}} \quad (10)$$

Dónde:

c = Módulo de compresibilidad del líquido - para agua (m/s)

K = Módulo de compresibilidad del líquido - para agua ($2.0 \cdot 10^9$ Pa)

ρ = densidad del líquido - para agua (1000 kg/m^3)

D = diámetro interno de la tubería (m)

* t = espesura de la pared de la tubería (m)

* E_c = módulo de elasticidad circunferencial del material (de 9 a 12 GPa)

* La espesura y el módulo de elasticidad del tubo de fibra de vidrio varían en función del diámetro, la clase de presión y la rigidez. Para conocer los valores correctos de celeridad, consultar en Departamento de ingeniería de Petrofisa.

Ecuación para determinar la clase de presión del tubo

$$P_N > \frac{P_w + \Delta h_s}{cs} \quad (11)$$

Dónde:

P_N = presión nominal del tubo o clase de presión (kgf/cm^2)

P_w = presión de trabajo del sistema (kgf/cm^2)

Δh_s = Variación de la presión - sobrepresión (kgf/cm^2)

cs = coeficiente de seguridad de golpe de ariete - tabla 3

FRECUENCIA ANUAL DE APAGADO DE EMERGENCIA (fa)	COEFICIENTE DE SEGURIDAD GOLPE DE ARIETE (cs)
$1 < fa < 9$	1,40
$10 < fa < 19$	1,30
$20 < fa < 35$	1,20
$36 < fa < 52$	1,10
$fa > 53$	1,00





GENERAR VALOR
Y CONSTRUIR SOLUCIONES SOSTENIBLES.
¡ESO ES LO QUE NOS IMPULSA!