



Catálogo Técnico · Tubos para Saneamento

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



A PETROFISA	2	Ponta-Ponta com Luva de Correr	18
CARACTERÍSTICAS	3	Deflexão Angular	18
Corrosão	4	Outras Juntas	19
Abrasão	4	LINHA DE PRODUTOS PARA SANEAMENTO	20
Efeito binômio corrosão-abrasão	4	Tubos PRFV DeFoFo com Junta Elástica	
Temperatura	4	Tipo Ponta-Bolsa com ANEL LABIAL (PBA)	21
Intempéries	5	Tubos PRFV DeFoFo com Junta Elástica	
Leveza	5	Tipo Ponta-Bolsa com DUPLO ANEL O-RING (PB-DORG)	24
Resistência Mecânica	5	CONEXÕES	26
Vida Útil	5	Curvas	26
Custos	5	Tê e Tê-redução	28
Propriedades Físicas e Mecânicas	6	Redução	34
MATERIAIS	7	Derivação	40
Fibra de Vidro	8	Cap	46
Resina	8	Luva de Correr	47
Materiais Auxiliares	8	Extremidades Flangeadas	48
FABRICAÇÃO	9	Tubo Reparo	56
Construção típica da parede do tubo	10	ANEXO - HIDRÁULICA	58
Liner	11	Perda de Carga – Equação de Darcy-Weisbach	59
Barreira Química	11	Perda de Carga – Equação de Hazen-Williams	59
Reforço Estrutural (interno + núcleo + externo)	11	Perda de Carga em canais – Equação de Manning	59
Acabamento	11	Perdas de cargas localizadas	60
APLICAÇÕES	12	Velocidades Recomendadas	60
NORMAS	14	Transiente Hidráulico (golpe de aríete)	60
SISTEMAS DE JUNTA ELÁSTICA (JE)	16		
Junta elástica tipo Ponta-Bolsa com Anel Labial (PBA)	17		
Junta elástica tipo Ponta-Bolsa com Duplo Anel O-Ring (PB-DORG)	18		

A PETROFISA

A Petrofisa nasceu no final dos anos 90 com a clara visão de desenvolver todo um mercado para tubulações e conexões em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro), uma família de produtos que até então não existia no Brasil, mas cujo potencial inovador prometia uma revolução no segmento.

A capacidade de ousar e de apostar em uma nova tecnologia transformou a Petrofisa numa marca diferenciada na fabricação de tubos em PRFV. A Petrofisa utiliza *know-how* e tecnologia de última geração pelo processo de *filament winding + hoop chop*, totalmente automatizado e controlado.

A planta industrial, situada na região metropolitana de Curitiba-PR, é uma das mais modernas do setor. Os produtos Petrofisa são a combinação perfeita entre materiais e processos de fabricação de excelência, o que permite trabalhar com fluidos como água, esgoto, vinhaça e efluentes industriais.

Com visão de desenvolvimento de produtos orientada para o longo prazo, a Petrofisa está em diferentes segmentos de mercado, no Brasil e no exterior, oferecendo soluções inovadoras em PRFV para uma ampla gama de setores como saneamento básico, irrigação e fertirrigação, indústria petroquímica e de papel e celulose. As possibilidades de aplicação do PRFV são inúmeras e nossa equipe está preparada para desenvolver uma solução de fabricação de acordo com as especificações técnicas de cada cliente.





CARACTERÍSTICAS

CARACTERÍSTICAS

Corrosão



Tubos em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro) são totalmente inertes e resistentes tanto interna quanto externamente a qualquer tipo de corrosão química, seja ela água salgada, H_2S , genérica, galvânica, corrosão intergranular ou gráfitica, elementos que afetam principalmente os tubos metálicos.

De acordo com o tipo de fluido que o tubo irá transportar, pode-se utilizar resinas específicas para a aplicação, com resistência química suficiente para suportar os esforços ao longo de sua vida útil sem necessidade de manutenção. Para se determinar qual a resina mais adequada para cada aplicação, é necessário consultar a engenharia da Petrofisa.

Abrasão

O PRFV é um dos materiais que apresenta os menores coeficientes de rugosidade, ou seja, sua superfície interior totalmente lisa exige menos energia para que os fluidos circulem, oferecendo assim uma resistência à abrasão maior que aquela dos tubos metálicos.

Efeito binômio corrosão-abrasão



A condição da ação corrosiva do fluido combinada à ação abrasiva cria um efeito sinérgico devastador para corrosão dos metais. Os tubos de fibra de vidro, uma vez que são imunes à corrosão e dotados de elevada resistência à abrasão, quebram o efeito sinérgico desse binômio, tão nefasto aos materiais metálicos.

Temperatura

Em sistemas de condução de água e esgoto sanitário, os tubos trabalham em temperatura ambiente e, portanto, não sofrem nenhuma interferência em seu desempenho.

Em aplicações de fertirrigação com vinhaça e águas residuárias as temperaturas encontradas podem variar muito, desde temperaturas ambientes até temperaturas acima de $100^{\circ}C$. Existem resinas específicas que atendem a aplicações com temperaturas elevadas. De maneira geral, pode-se adotar o critério de seleção conforme a tabela 1.

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

Tabela 1 – Tipos de resina em função da temperatura de trabalho.

*Para fluidos corrosivos e em alta temperatura, deve-se consultar a engenharia da Petrofisa para a recomendação efetiva.

Onde HDT é a temperatura de distorção térmica da resina e TMT a temperatura máxima de trabalho recomendada. Além disso, dependendo da temperatura de trabalho, principalmente na faixa entre TMT e HDT, pode-se adotar uma correção na classe de pressão do tubo de acordo com índices de perda, porém a vida útil da tubulação também será alterada.

Interpéries

A superfície externa de acabamento do tubo é composta por uma camada à base de resina termofixa aditivada com inibidor de raios UV-A e UV-B que confere aos tubos excelente resistência ao envelhecimento. Em instalações subterrâneas essa camada é suficiente para resistência no período que antecede sua instalação. Em instalações aéreas essa camada é acrescida de uma pintura em gelcoat, material à base da mesma resina termofixa com coloração e capacidade superior de resistência ao envelhecimento, o que permite que os tubos fiquem expostos aos raios ultravioletas. Periodicamente essa proteção pode ser refeita e assim estender a vida útil da tubulação.

Leveza

Os tubos de PRFV possuem cerca de 10% do peso de tubos similares em concreto armado e aproximadamente 20% dos tubos fabricados em ferro fundido dúctil. Quanto maior o diâmetro, maior a diferença entre os pesos. Com o baixo peso dos tubos de fibra de vidro, o manuseio e transporte tornam-se mais simples, rápidos e seguros, o que se traduz em maior rendimento, economia e produtividade para o cliente.

Resistência Mecânica

O coeficiente de segurança para pressão interna do tubo é de 4 vezes a pressão nominal. Um tubo de pressão nominal (PN) 1,6 MPa (16 kgf/cm² ou 160 mca) é testado hidrostaticamente até a pressão de ruptura, que pode ser superior a 64 kgf/cm².

Vida Útil

A vida útil dos tubos em PRFV Petrofisa é determinada por um ensaio de 10.000 horas conforme norma ABNT NBR 15536-1, Anexo H – “Resistência à pressão hidrostática interna de longa duração”. Esse ensaio estabelece uma relação entre o alongamento circunferencial e a pressão interna do tubo, em situação com ambiente controlado, em função das matérias-primas selecionadas, sistema de cura e processo exclusivo de fabricação Petrofisa. Ele permite estabelecer o alongamento admissível de longo prazo para um período de 440.000 horas (50 anos) de trabalho contínuo com água ou líquido não agressivo. Para líquidos agressivos, estima-se vida útil em 260.000 horas (30 anos). Os laudos de ensaio dos tubos em PRFV Petrofisa e valor de alongamento estático para projeto estrutural (HDB – Hydrostatic Design Basis) e deformação de flexão circunferencial devido à compressão diametral (Sb – Strain Basis) podem ser requisitados a qualquer momento para dados de projeto.

Custos

Redução de custos:

- Transporte, Movimentação e Manuseio – Devido ao baixo peso, há facilidade na movimentação e manuseio do tubo, tanto durante transporte quanto na instalação.
- Rendimento de Montagem – Com a possibilidade de fabricação de tubos de 12,0m de comprimento o rendimento de montagem em grandes trechos é maior.
- Segurança – O baixo peso dos tubos reduz significativamente os riscos de acidentes na obra.
- Teste de Estanqueidade em Campo – Com a possibilidade de fabricação de tubos com 2 anéis na ponta (duplo anel O-ring), é possível realizar o teste de estanqueidade em todas as juntas, reduzindo o risco de vazamentos provenientes de má instalação.

- Deflexão Angular da Junta – Os tubos com junta elástica PBA (ponta-bolsa-anel) permitem pequenas deflexões sem comprometer a estanqueidade da tubulação.
- Baixo Custo de Operação – Devido à baixa rugosidade hidráulica e diâmetro interno permanente a longo prazo, o consumo de energia de bombeamento é reduzido. Para uma mesma condição de projeto, o consumo é inferior quando comparado a outros materiais, como Ferro Fundido (FoFo) ou Aço.
- Baixo Custo de Manutenção – Em aplicações usuais o PRFV dispensa manutenção preventiva ou corretiva, uma vez que não sofre corrosão e não necessita de proteção catódica.
- Sem Necessidade de Peças Especiais – Devido à possibilidade de intercambialidade dos tubos e conexões com outros materiais (PVC, FoFo, Aço), dispensa a necessidade de peças especiais.
- Itens de Estoque – Devido à possibilidade de intercambialidade dos tubos e conexões com outros materiais (PVC, FoFo, Aço), reduz a quantidade de itens de estoque nos almoxarifados.

Propriedades Físicas e Mecânicas

*PROPRIEDADES	UNIDAE	VALOR
Densidade (d)	kg/m ³	1.900
Módulo de Elasticidade de Tração Circunferencial (Ec)	GPa	19,0
Módulo de Elasticidade de Tração Axial (Ea)	GPa	10,0
Módulo de Elasticidade de Flexão Circunferencial (Ef)	GPa	23,0
Coeficiente de Poisson Circunferencial (νc)	-	0,30
Coeficiente de Poisson Axial (νa)	-	0,20
Coeficiente de Expansão Térmica Axial (α)	°C ⁻¹	30.10 ⁻⁶
Velocidade máxima recomendada para escoamento de água	m/s	3,7
Velocidade máxima recomendada para escoamento de esgoto	m/s	1,8
Coeficiente de Rugosidade – Manning (n)	-	0,009
**Coeficiente de Rugosidade – Colebrook-White (k)	m	0,03
Coeficiente de Hanzen-Williams (C)	-	120 a 150

*Os valores das propriedades mecânicas (módulos de elasticidade e coeficiente de Poisson) e físicas (densidade e expansão térmica) são médios e sofrem variações em função de diâmetro, classe de pressão e rigidez do tubo pelo fato do material ser um composto ortotrópico, com propriedades variadas.

**O coeficiente de rugosidade de Colebrook-White varia em função da qualidade de instalação e comprimento da barra de tubo devido a perturbações na união PBA (ponta-bolsa-anel). Verificar tópico específico sobre esse tema.





MATERIALS

MATERIAIS

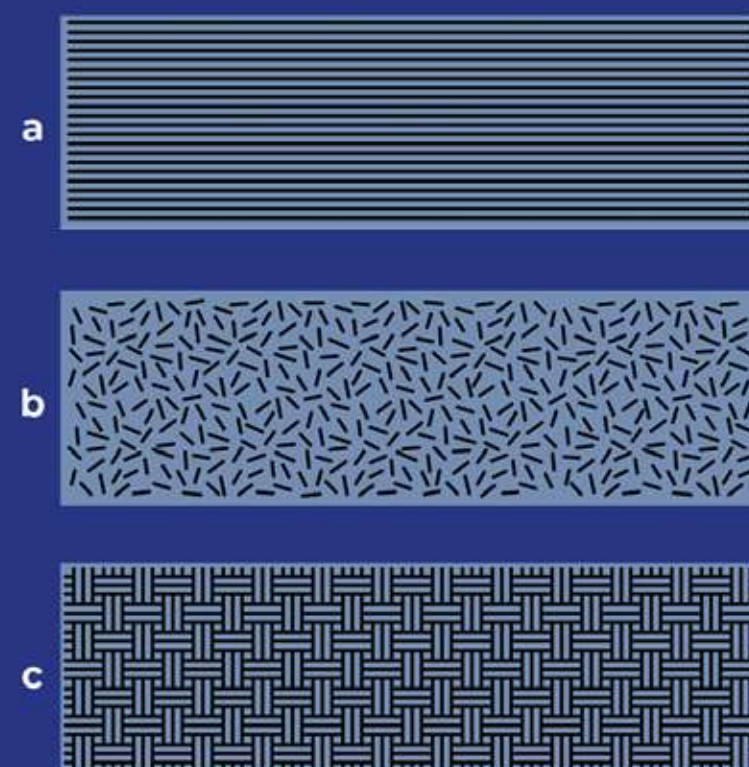


Fibras de Vidro

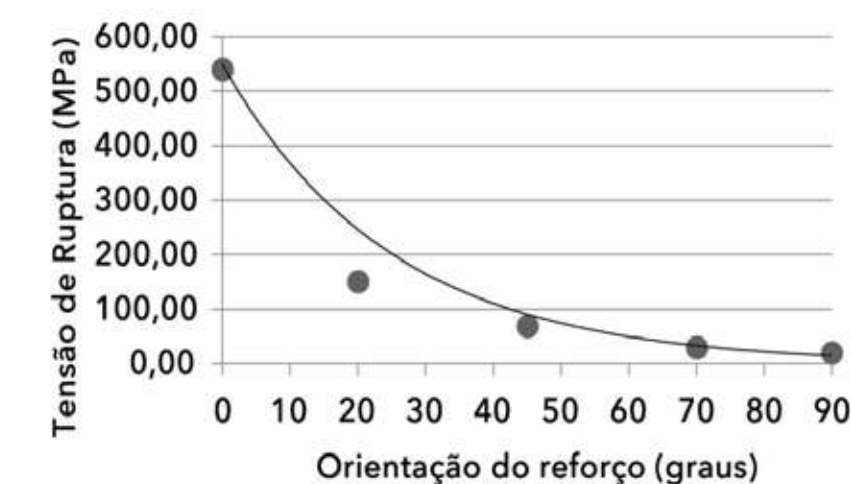
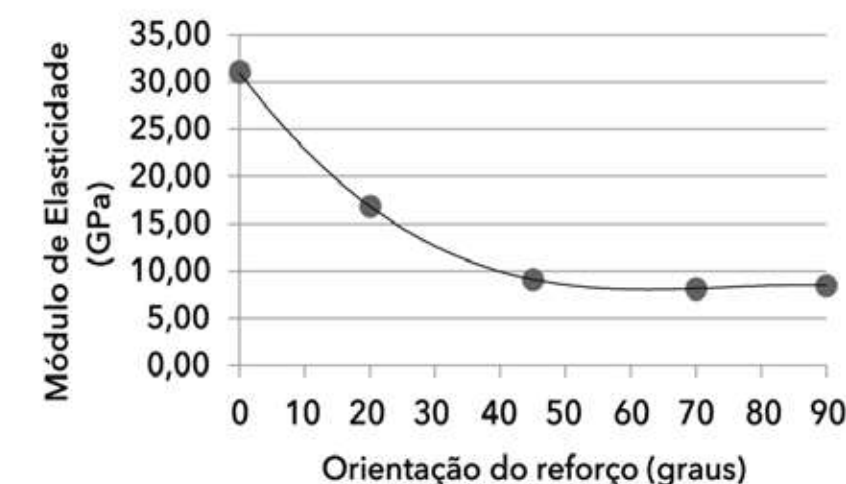
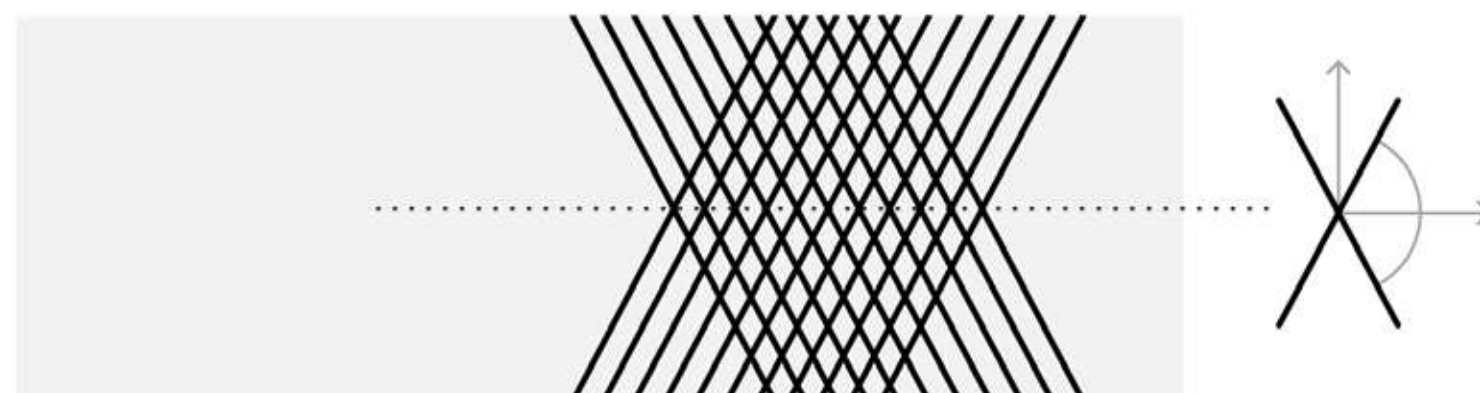
As fibras de vidro são responsáveis pela resistência mecânica dos tubos em PRFV. São aplicadas de maneira direcionada para se obter o máximo de resistência, tanto no sentido circunferencial como no longitudinal e dependem de 3 fatores:

Arranjo típico das fibras em cada camada

- (a) fibras unidirecionais contínuas (roving)
- (b) fibras descontínuas orientadas de modo aleatório (mantas)
- (c) fibras bi direcionadas ortogonalmente ou não (tecidos)



• Orientação do Reforço



• Relação entre fibra de vidro e resina

A relação (proporção) entre as fibras de vidro e a resina depende do processo de fabricação e do tipo de fibra a ser utilizado (manta, tecido e roving).

Resinas

As resinas poliéster e estervinílicas são responsáveis pela excelência nas propriedades químicas, o que torna os tubos em PRFV Petrofisa imunes à corrosão. São também responsáveis pela distribuição dos esforços e interligação das fibras de vidro, fazendo-as trabalhar em conjunto. Por fim, são responsáveis pela proteção dos reforços dos meios internos (fluido) e externos (intempéries). A resina a ser selecionada para a fabricação do tubo de PRFV depende da aplicação, da temperatura e do tipo de fluido a ser transportado.

Materiais Auxiliares

São materiais inorgânicos e inertes com propriedades físicas, características e funções diferentes na composição dos tubos.

A combinação desses componentes com as fibras de vidro e resinas resulta nas características de performance e propriedades físicas e mecânicas dos tubos em PRFV. Entre eles, utilizam-se:

- Veu de vidro e sintético
- Agentes e aceleradores de cura
- Materiais auxiliares
- Areias silicosas

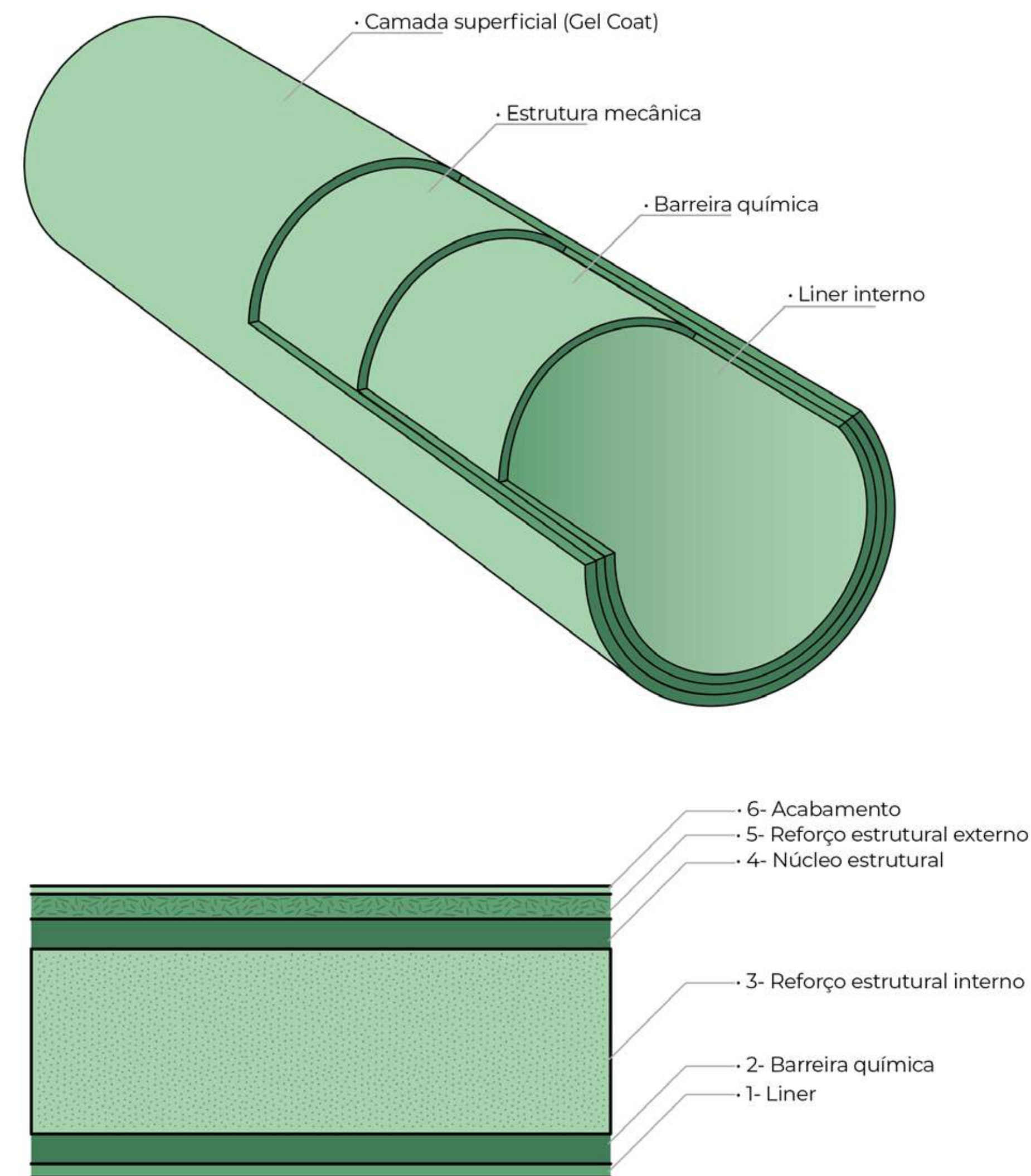
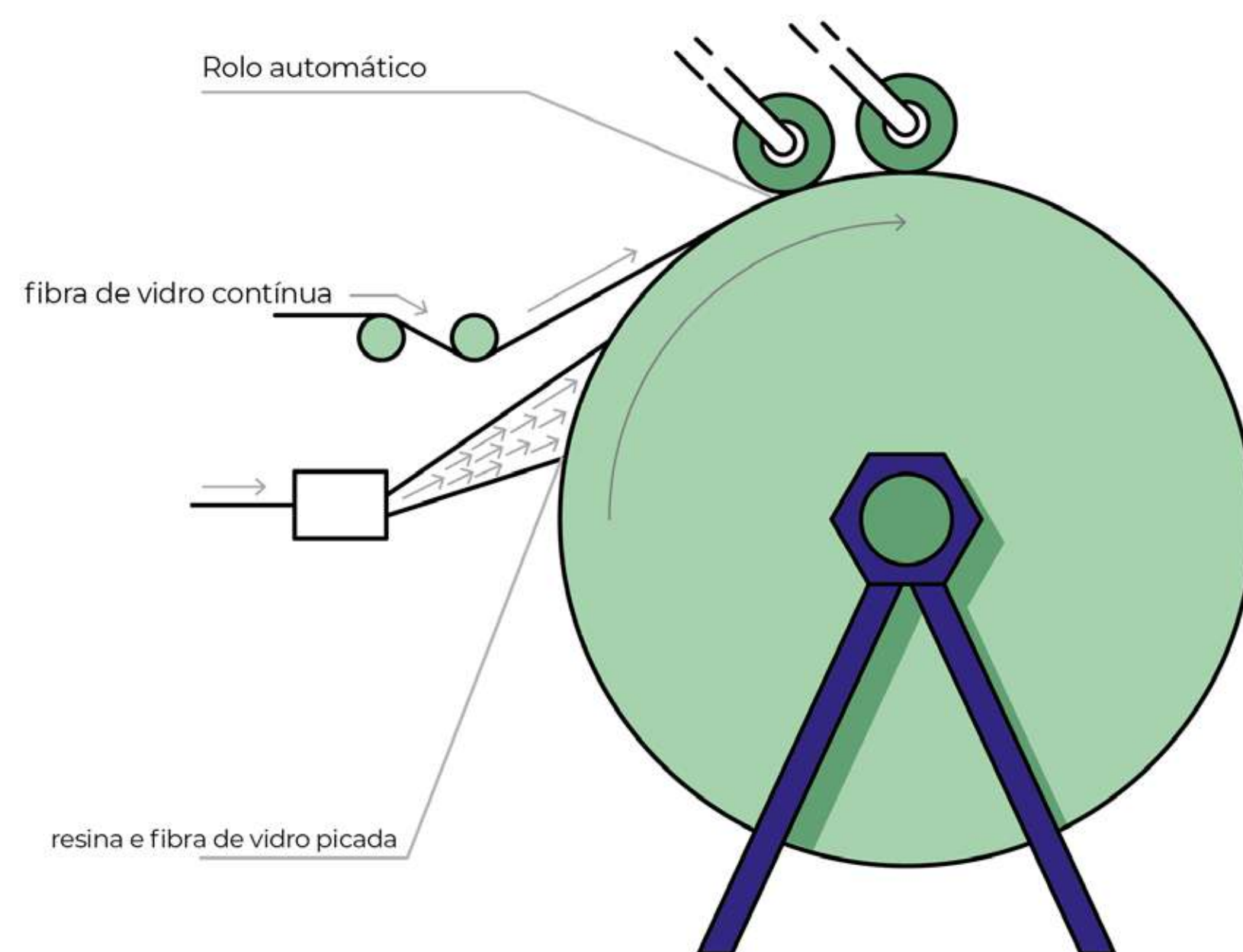


FABRICAÇÃO

Os tubos de PRFV Petrofisa são fabricados pelo processo de enrolamento contínuo (*filament winding*), que consiste em aplicar as matérias-primas (resina + fibra de vidro contínua + fibra de vidro picada + sílica) sobre um molde em rotação, de forma a construir por etapas as camadas ou lâminas que constituem a parede do tubo.

De maneira programada e controlada, cada material é depositado sobre o molde na quantidade, proporção e forma estabelecidas em projeto, a fim de conferir ao tubo as características físicas e mecânicas esperadas.

O processo de enrolamento contínuo é o mais tradicional e confiável método existente para fabricação de tubos e equipamentos cilíndricos em PRFV. Amplamente utilizado em todo o Mundo, o processo possibilita um elevado nível de automação e controle com alta produtividade e economia.



Liner

Primeira camada a ser construída, sendo a camada interna do tubo, o Liner é composto exclusivamente de resina poliéster ou estervinílica e véu sintético.

Essa camada fica em contato permanente com o fluido transportado e confere ao tubo a resistência química e impermeabilidade necessárias.

Existe a possibilidade dessa camada ser substituída por um tubo de PVC, sendo fabricado o chamado RPVC (PVC Reforçado com Fibra de Vidro). Para essa linha de produtos, consultar departamento comercial da Petrofisa.

Barreira Química

Segunda camada a ser construída, subsequente ao Liner, sendo composta pela mistura adequada de resina poliéster e estervinílica (em alta proporção) e fibra de vidro picada (manta). A função da barreira química é reforçar e ancorar o Liner, o que confere ao conjunto a resistência funcional dos tubos de PRFV.

Reforço Estrutural

O reforço estrutural – ou estrutura – é responsável pela resistência à pressão interna e compressão externa provenientes dos esforços mecânicos que as tubulações sofrem ao longo de sua utilização. A espessura de cada camada depende do diâmetro, classe de pressão e rigidez, que dividem o reforço estrutural em 3 grupos:

Reforço Interno

Camada constituída por fibras de vidro contínuas e picadas impregnadas com resina poliéster ou estervinílica, aplicadas por processo de enrolamento sobre o molde, logo após a construção da camada de barreira química, com altos teores (proporção) de vidro, proporcionando elevado módulo e resistência mecânica.

Essa camada é responsável pela resistência mecânica do tubo, principalmente com relação a pressão interna do fluido.

Núcleo Estrutural

É composto basicamente por uma mistura de resina, areia silicosa classificada e minerais inertes.

O núcleo fica localizado no centro da parede do tubo, na região que compreende a linha neutra, onde as tensões de tração e compressão são praticamente nulas ou muito baixas.

Essa camada tem função de aumentar a inércia da parede do tubo e por consequência também sua resistência a cargas externas (rigidez) dos tubos.

Reforço Externo

Complementa o reforço interior, tendo a mesma função. Esta lâmina de estrutura tem como objetivo conferir resistência mecânica ao tubo e blindar externamente o núcleo estrutural. É composta por fibras de vidro, contínuas e picadas, também impregnadas com resina poliéster ou estervinílica, com altos teores (proporção) de vidro, proporcionando elevado módulo e resistência mecânica.

Acabamento

A última camada do tubo de PRFV Petrofisa é composta de resina e aditivos que conferem resistência às intempéries e impermeabilizam sua superfície externa. Em instalações aéreas essa camada é acrescida de uma pintura em gelcoat, material à base da mesma resina termofixa com coloração e capacidade superior de resistência ao envelhecimento e que pode ficar exposto aos raios ultravioletas durante a aplicação. Periodicamente essa proteção pode ser refeita e assim estender a vida útil da tubulação.

O resultado é um tubo que reúne a flexibilidade e resistência química das resinas poliéster e estervinílica com a resistência mecânica e leveza da fibra de vidro, além de propriedades físicas e hidráulicas exclusivas dos materiais compostos de PRFV.



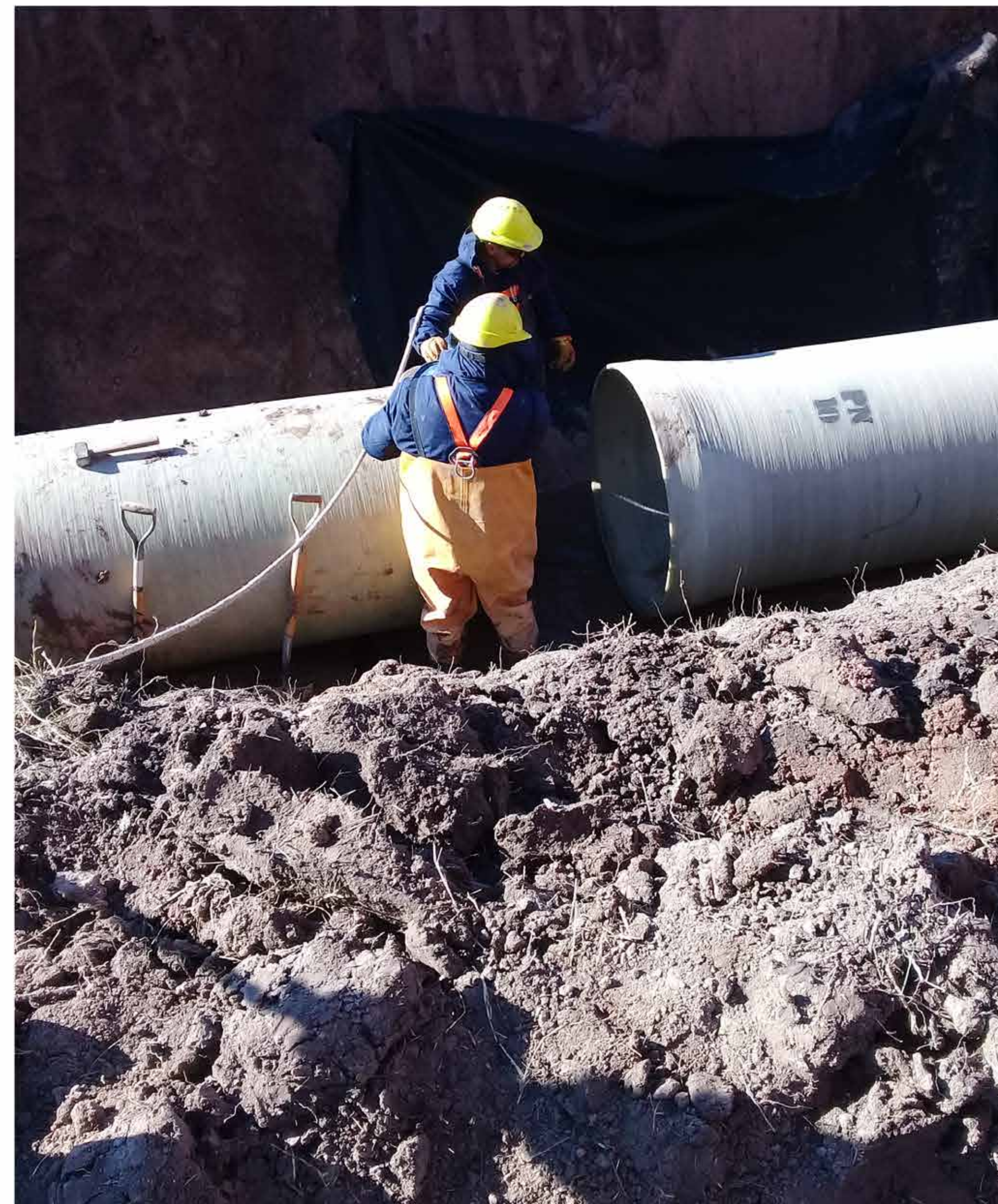


APLICAÇÕES

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Captação e recalque de água bruta
Adução de água tratada
Coleta de esgoto sanitário
Emissário de esgoto sanitário
Efluentes industriais
Interceptores de esgoto
Condução de vinhaça fria
Condução de vinhaça quente
Condução de águas residuárias
Estações de tratamento de água
Estações de tratamento de esgoto
Sistemas de irrigação
Sistema de resfriamento de água
Água para combate a incêndio

A linha de tubulações Petrofisa com junta elástica destina-se a atender as mais variadas aplicações, tais como saneamento básico, irrigação, papel e celulose, efluentes industriais, petróleo e gás, fertirrigação, captação de água, entre outras. Os tubos Petrofisa são adequados para operação em elevatórias, condutos forçados por gravidade e escoamento com superfície livre (canais tubulares), tanto em instalações aéreas como enterradas.





NORMAS

NORMAS

Os tubos de fibra de vidro fabricados pela Petrofisa são padronizados e ensaiados em conformidade com as normas e regulamentações nacionais e internacionais. As normas de fabricação e controle de qualidade adotadas pela Petrofisa e normalmente aplicadas são as seguintes:

Normas de Fabricação

- **ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT NBR 15536, partes I a IV: Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de Plástico Reforçado de fibra de vidro (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 de Padrão Dimensional

- 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 para Instalação

- Manual M45: *Fiberglass Pipe Design (Manual of Water Supply Practices)*, publicado pela AWWA;
- ABNT NBR 11682: Estabilidade de Taludes;
- GIFC - Guia de Boas Práticas para Projetos de Adutoras de Vinhaça e Águas.

Normas de Padrão de Qualidade

- ISO 9001:2015: Sistemas de Gestão de Qualidade – Requisitos.





SISTEMA DE JUNTA ELÁSTICA (JE)

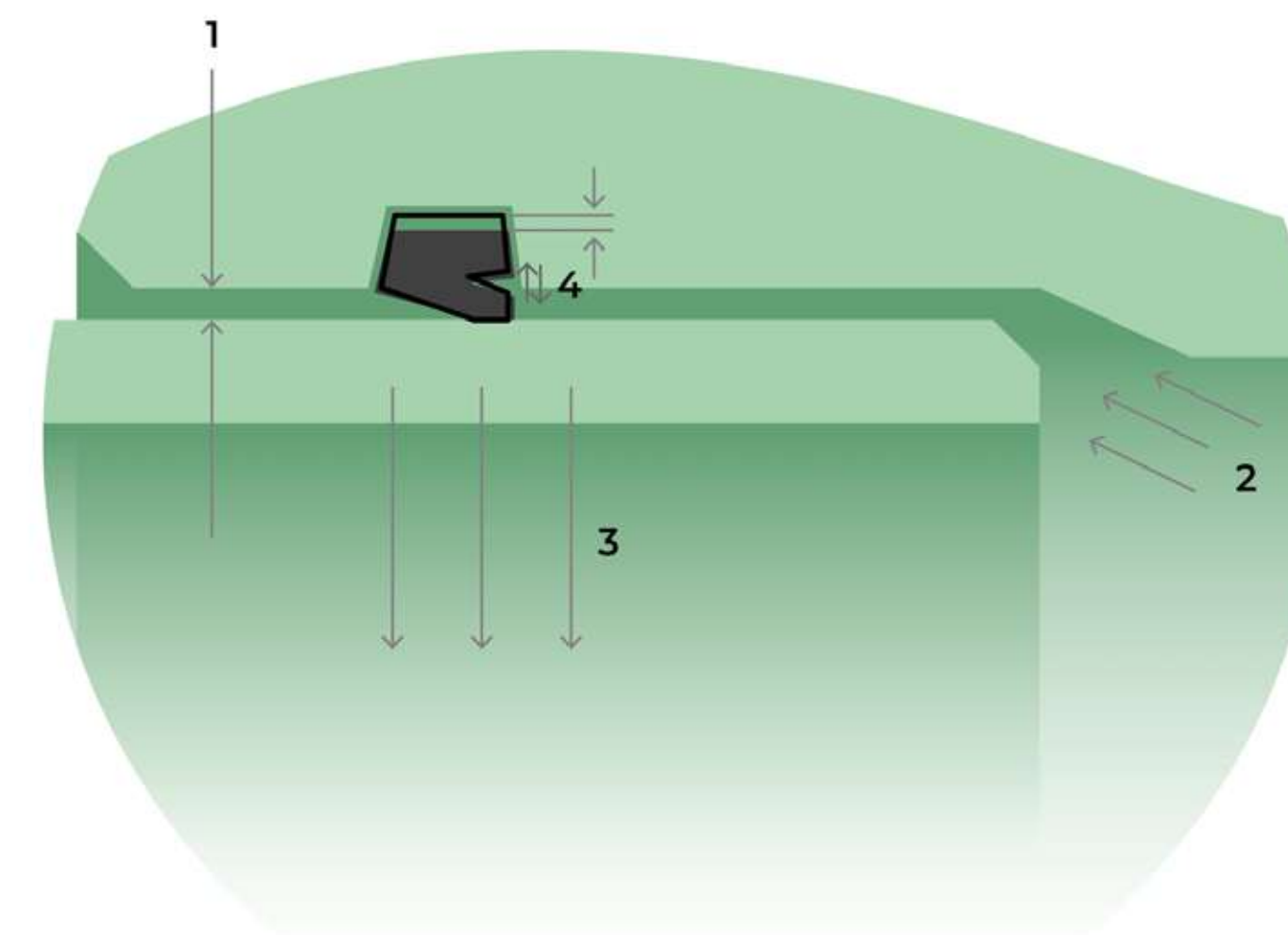
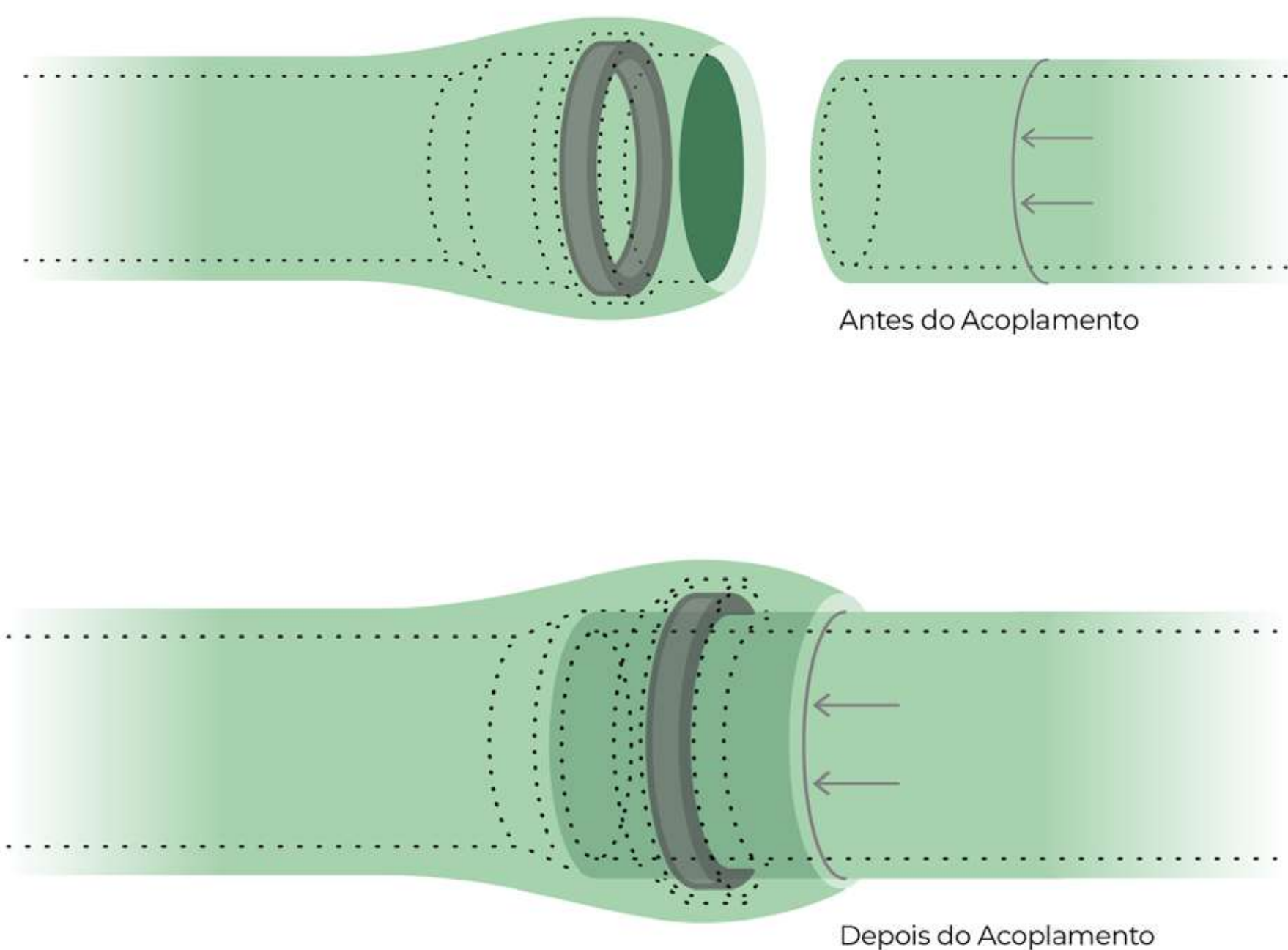
Os tubos de saneamento em PRFV Petrofisa possuem dois tipos de junta elástica, sendo:

Junta elástica tipo Ponta-Bolsa com Anel Labial (PBA)

A bolsa, por sua vez, é totalmente integrada ao tubo numa estrutura monolítica, garantindo elevada resistência e alta performance da junta. O padrão dimensional da ponta e bolsa está em conformidade com a norma ISO 2531 e ABNT NBR 15536, sendo compatível com tubos e conexões em FoFo dúctil, PVC DeFoFo e aço carbono também DeFoFo.

Esse padrão de tubo torna-o intercambiável não somente na ponta e bolsa, mas também ao longo de toda extensão do corpo do tubo.

O anel labial combina dois conceitos de vedação simultaneamente: vedação pela pressão da membrana labial e vedação por compressão do anel contra a parede do tubo

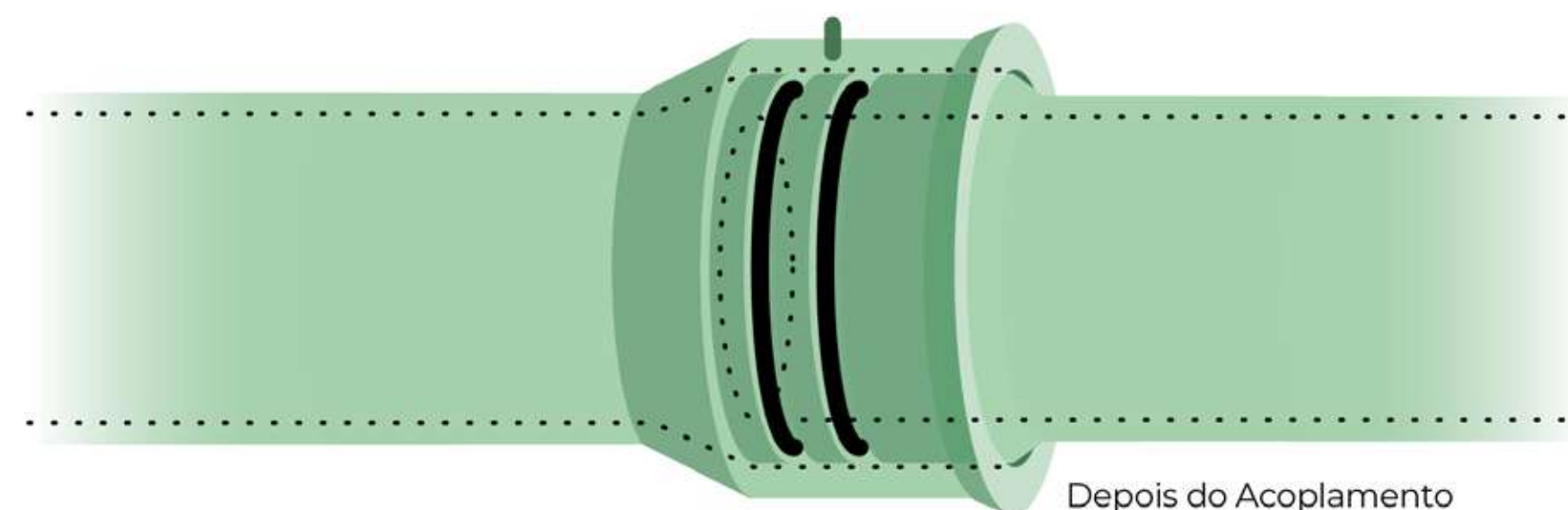
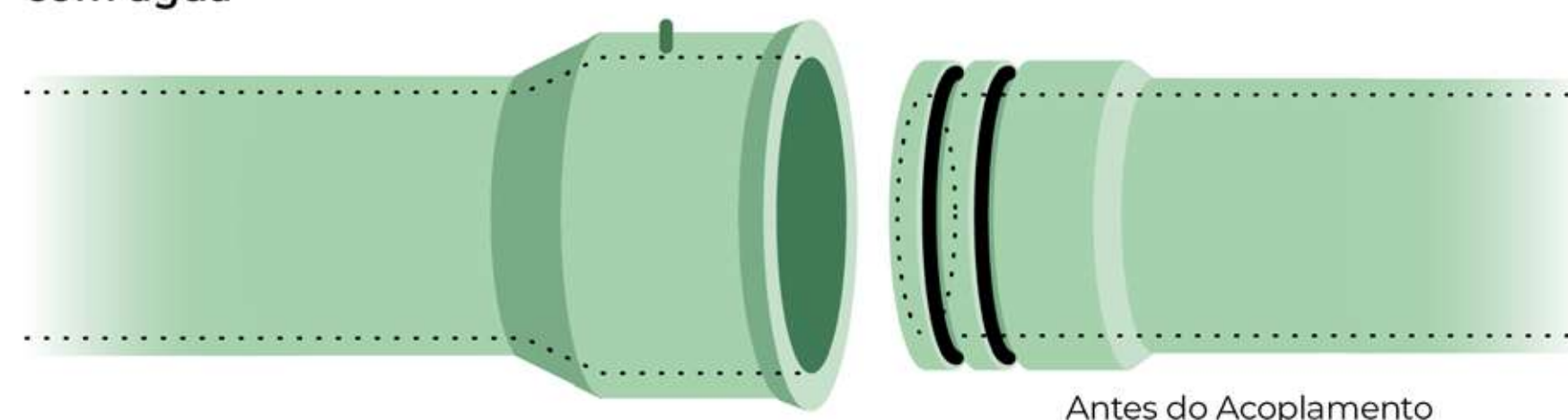


- 1 Folga entre a ponta e abolsa;
- 2 Pressão do fluido;
- 3 Vedação por força de compressão;
- 4 Vedação labial

Junta elástica tipo Ponta-Bolsa com Duplo Anel O-Ring (PB-DORG)

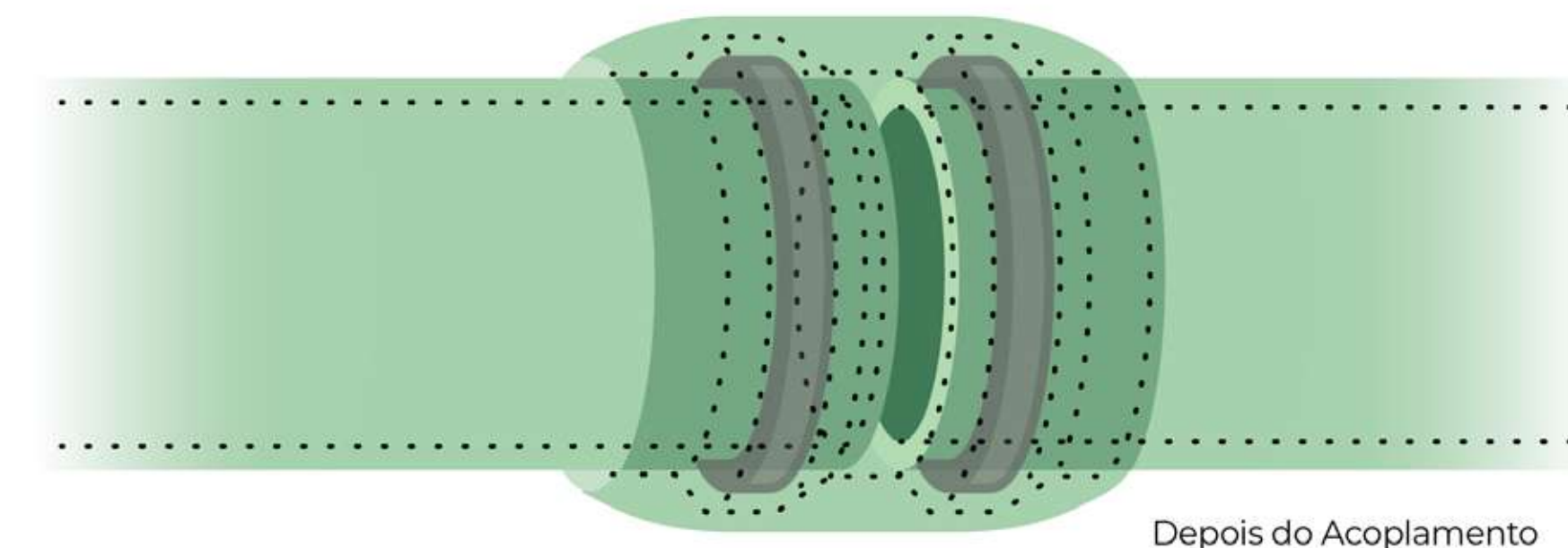
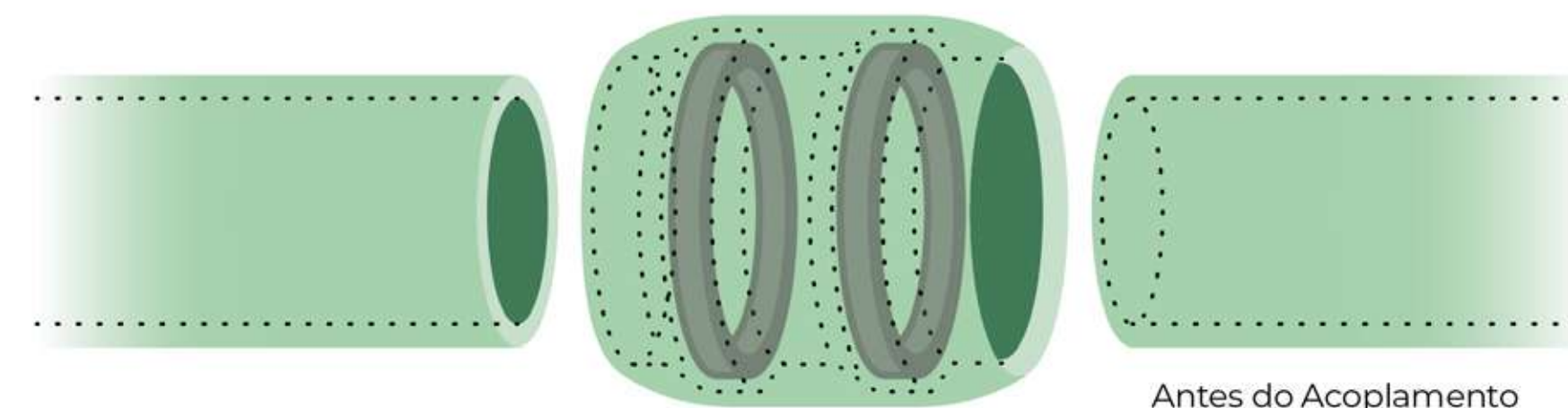
Nesse sistema de junta, são utilizados dois anéis de vedação tipo O-Ring instalados na ponteira do tubo. As bolsas, são internamente lisas e sem ranhuras de modo a acomodar os anéis de vedação que são instalados em cavidades usinadas nas pontas dos tubos. As pontas e bolsas são totalmente integradas ao tubo, formando uma estrutura monolítica.

Esse sistema de junta possibilita comprovar a estanqueidade imediatamente após o acoplamento dos tubos, não sendo necessário encher a tubulação com água



Ponta-Ponta com Luva de Correr

Existe a possibilidade de se fazer o acoplamento das tubulações em PRFV Petrofisa com um sistema Ponta-Ponta (PP) com luva de correr. Nesse caso, todos os tubos são fornecidos com duas pontas e o acoplamento se dará com uma luva de correr. O tubo e a luva de correr são produtos independentes que não formam uma estrutura monolítica.



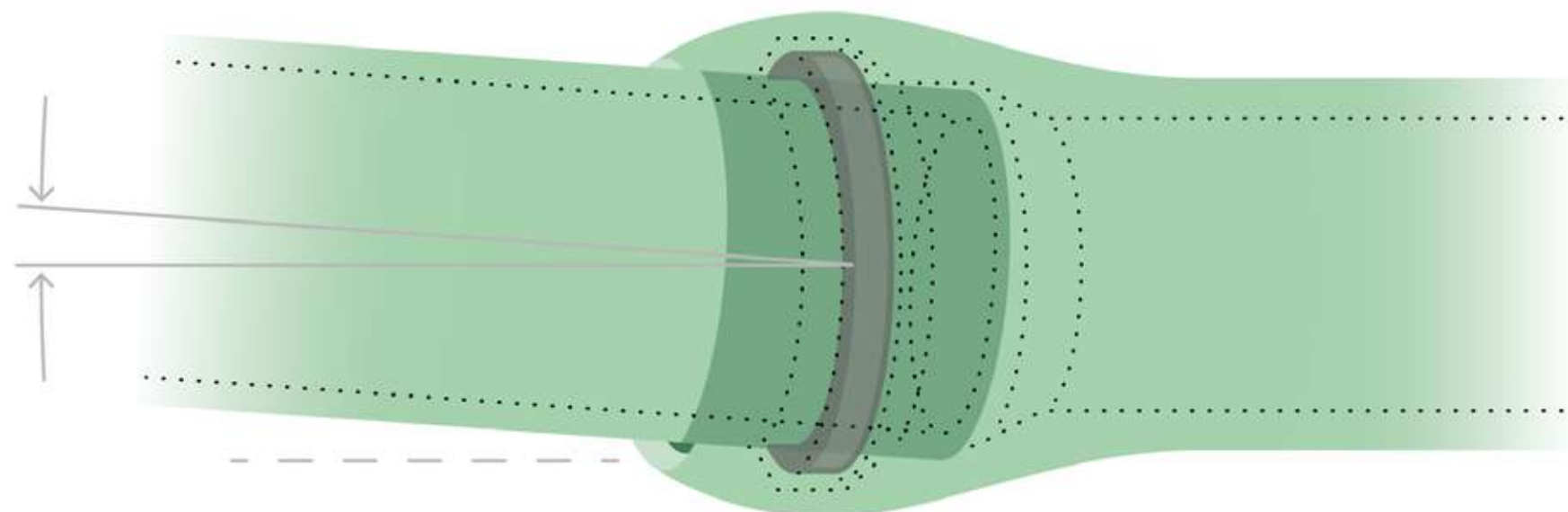
Deflexão Angular

O sistema de junta elástica dos tubos de PRFV proporciona grande flexibilidade à tubulação permitindo desalinhamentos angulares (horizontais e verticais) entre barras de tubos adjacentes, de modo que depois de montada a tubulação se acomode ao perfil terreno e traçado da adutora onde será instalada.

Os desvios angulares permitem a execução de curvas de grande raio sem a necessidade de conexões. Além da flexibilidade de montagem, a deflexão angular absorve possíveis movimentações axiais térmicas e recalques diferenciais do solo sem comprometer a estanqueidade da união.

Para conseguir de forma segura o desalinhamento angular, primeiramente o tubo deve ser acoplado com um perfeito alinhamento angular, isto é, sem nenhum ângulo de desalinhamento. Somente depois de montadas as barras elas serão desalinhadas de modo a atender à necessidade do projeto. Essa condição exige geralmente que na região da curva a largura da trincheira seja aumentada para atender a esse requisito.

Além da flexibilidade de montagem, a deflexão ou desalinhamento angular absorve possíveis movimentações do solo sem comprometer a estanqueidade da tubulação.



Deflexão máxima admitida na montagem

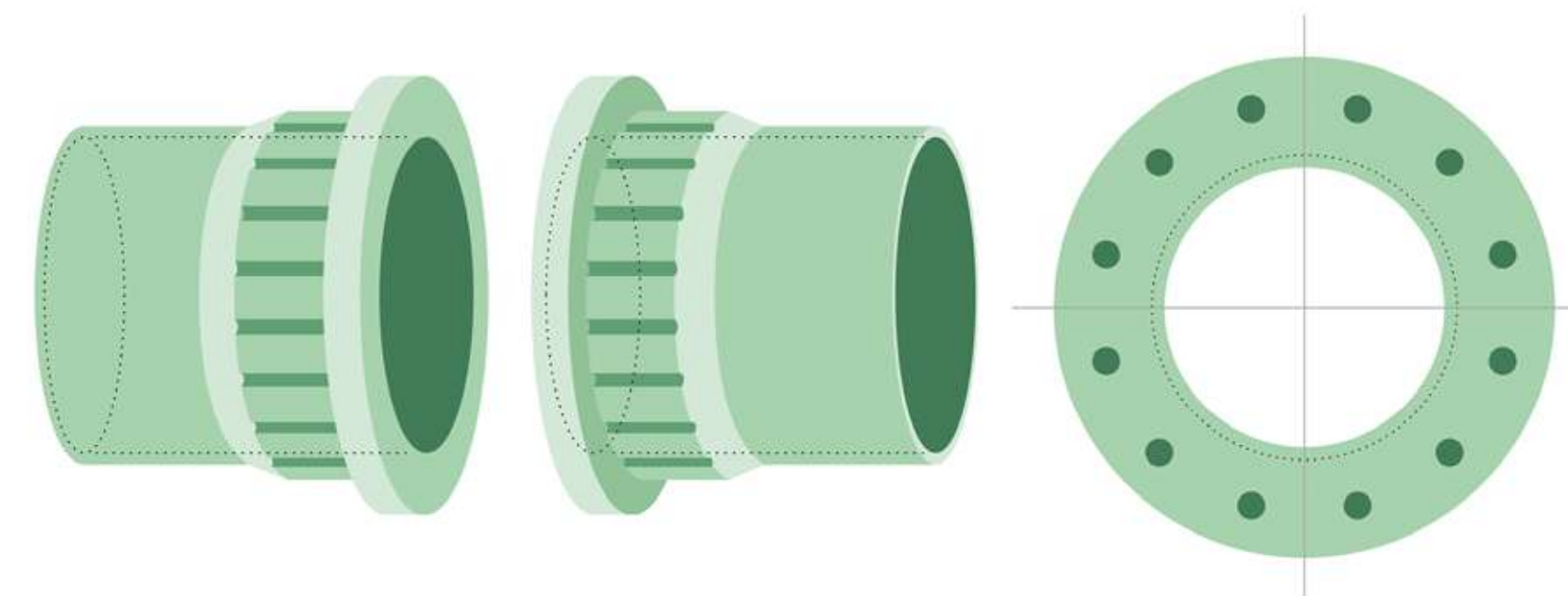
DIÂMETRO (mm)	ÂNGULO DE DEFLEXÃO MÁXIMO
> 500 mm	03°
600 – 1.000 mm	02°
1.200 – 1.600 mm	01°

ÂNGULO DE DEFLEXÃO	DEFLEXÃO POR COMPRIMENTO DE TUBO (mm)	
	6,0 M	12,0 M
03°	314 mm	628 mm
02°	209 mm	419 mm
01°	105 mm	209 mm

Outras Juntas

Existe a possibilidade de união de tubulações em PRFV com outros tipos de juntas, podendo ser elásticas ou rígidas. São elas:

• Junta Flangeada



• Junta Dresser



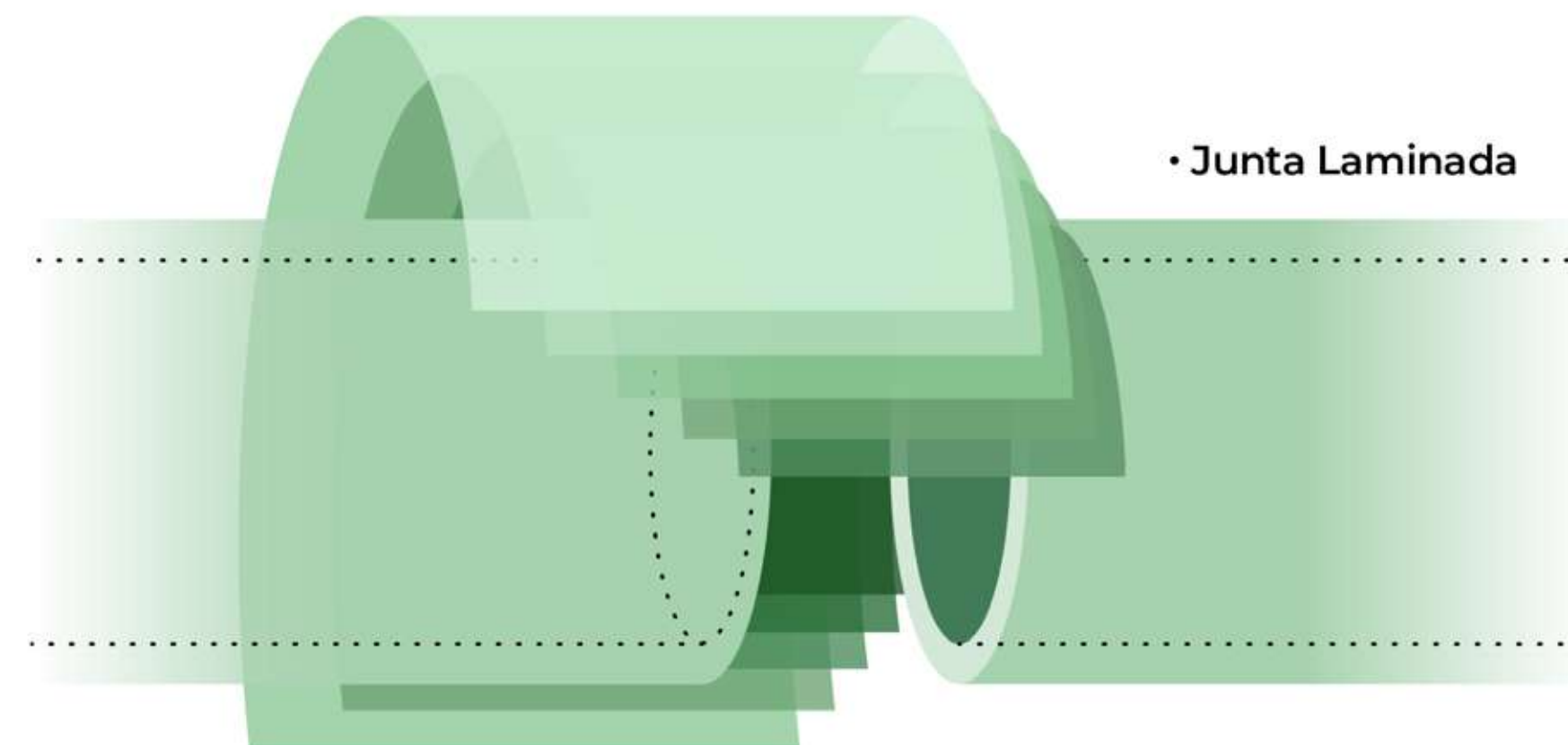
• Junta Gibault



• Junta Straub



• Junta Laminada





LINHA DE PRODUTOS PARA SANEAMENTO

Tubos PRFV DeFoFo com Junta Elástica Tipo Ponta-Bolsa com ANEL LABIAL (PBA)

DN = diâmetro nominal (mm)
DE = diâmetro externo médio (mm)
L = comprimento do tubo (m)
PN = pressão nominal (kgf/cm²)
R = Rigidez (N/m²)
e = espessura do tubo (mm)
M = Massa do tubo (kg/m)
DI = diâmetro interno médio = $DE - 2 \cdot e$

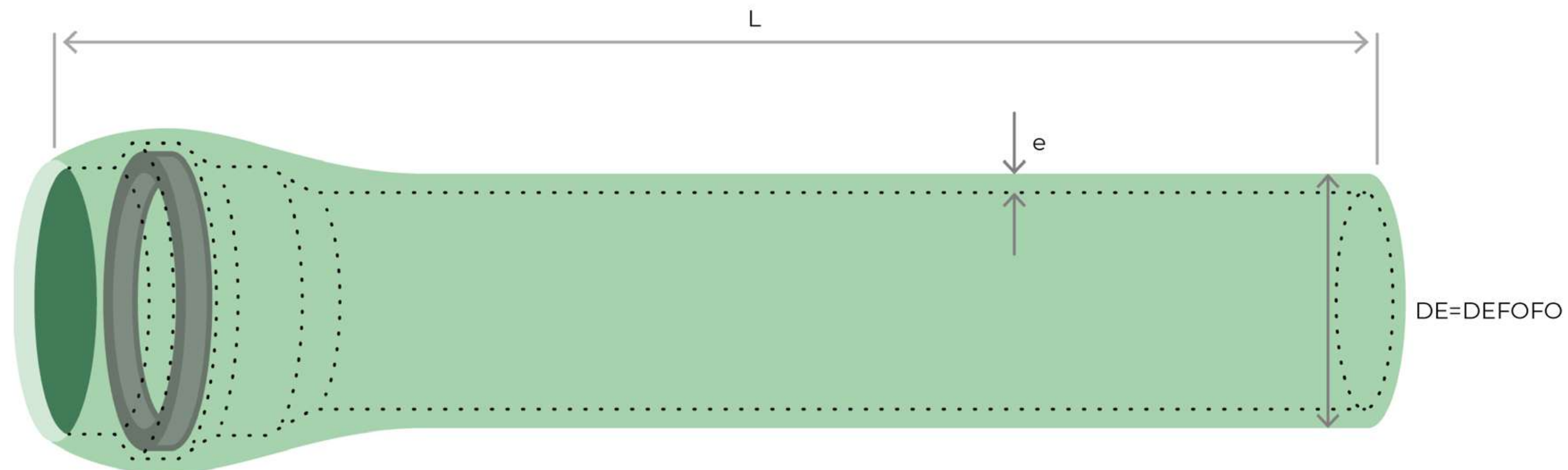


TABELA TUBULAÇÃO PRFV DEFOFO JUNTA PBA (LABIAL) - SANEAMENTO

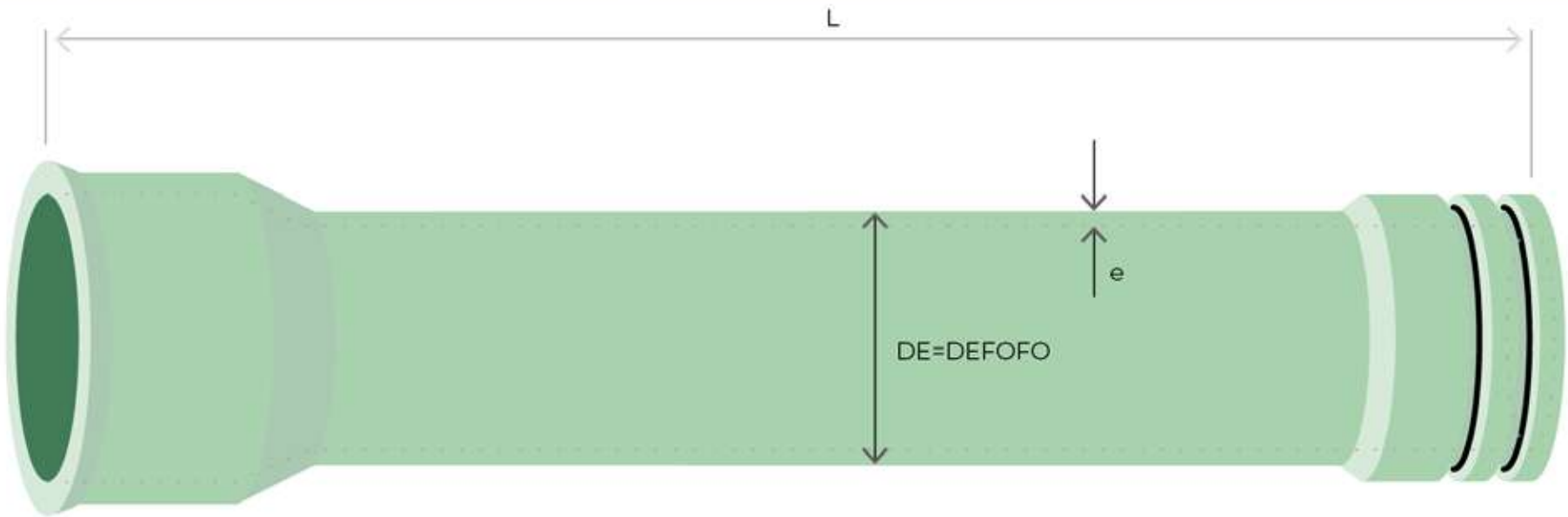
DN (mm)	DE (mm)	Tolerância / Limites (mm)		*L (m)	PN 6						PN 10					
					R 3.750		R 5.000		R 10.000		R 3.750		R 5.000		R 10.000	
		min	max		e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)	e (mm)	M (kg/m)
100	118,00	- 2,8	+ 1,0	3,0	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	3,54	3,55	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 outros comprimentos de tubo, sob consulta
** Para outros diâmetros, pressões e rigidez, sob consulta

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

TABELA TUBULAÇÃO PRFV DEFOFO JUNTA PB-DORG (DUPLO ANEL O-RING) - SANEAMENTO

DN = diâmetro nominal (mm)
DE = diâmetro externo médio (mm)
L = comprimento do tubo (m)
PN = pressão nominal (kgf/cm²)
R = Rigidez (N/m²)
e = espessura do tubo (mm)
M = Massa do tubo (kg/m)
DI = diâmetro interno médio = 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)	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 outros comprimentos de tubo, sob consulta
** Para outros diâmetros, pressões e rigidez, sob consulta

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

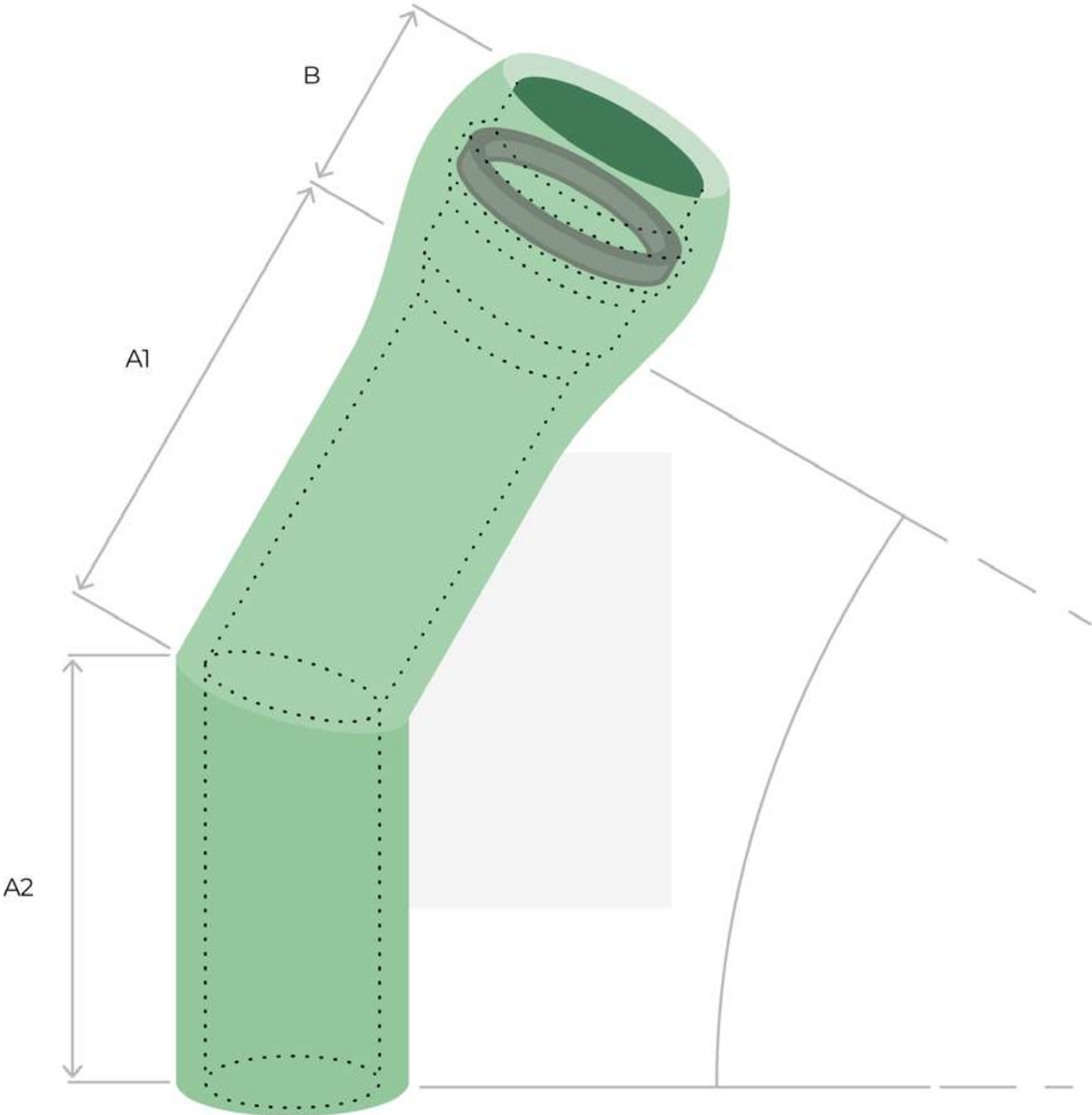
CONEXÕES

Curvas

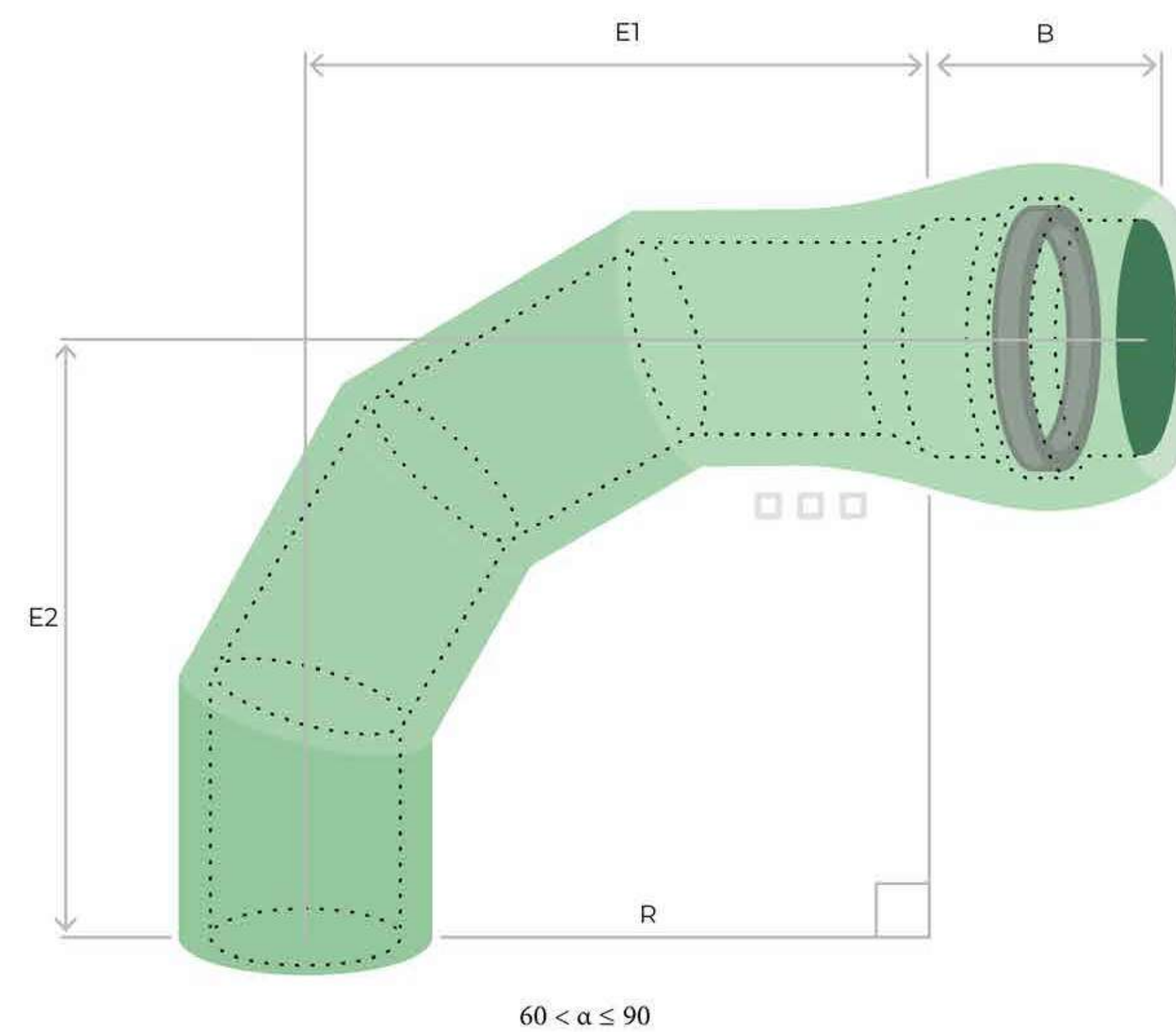
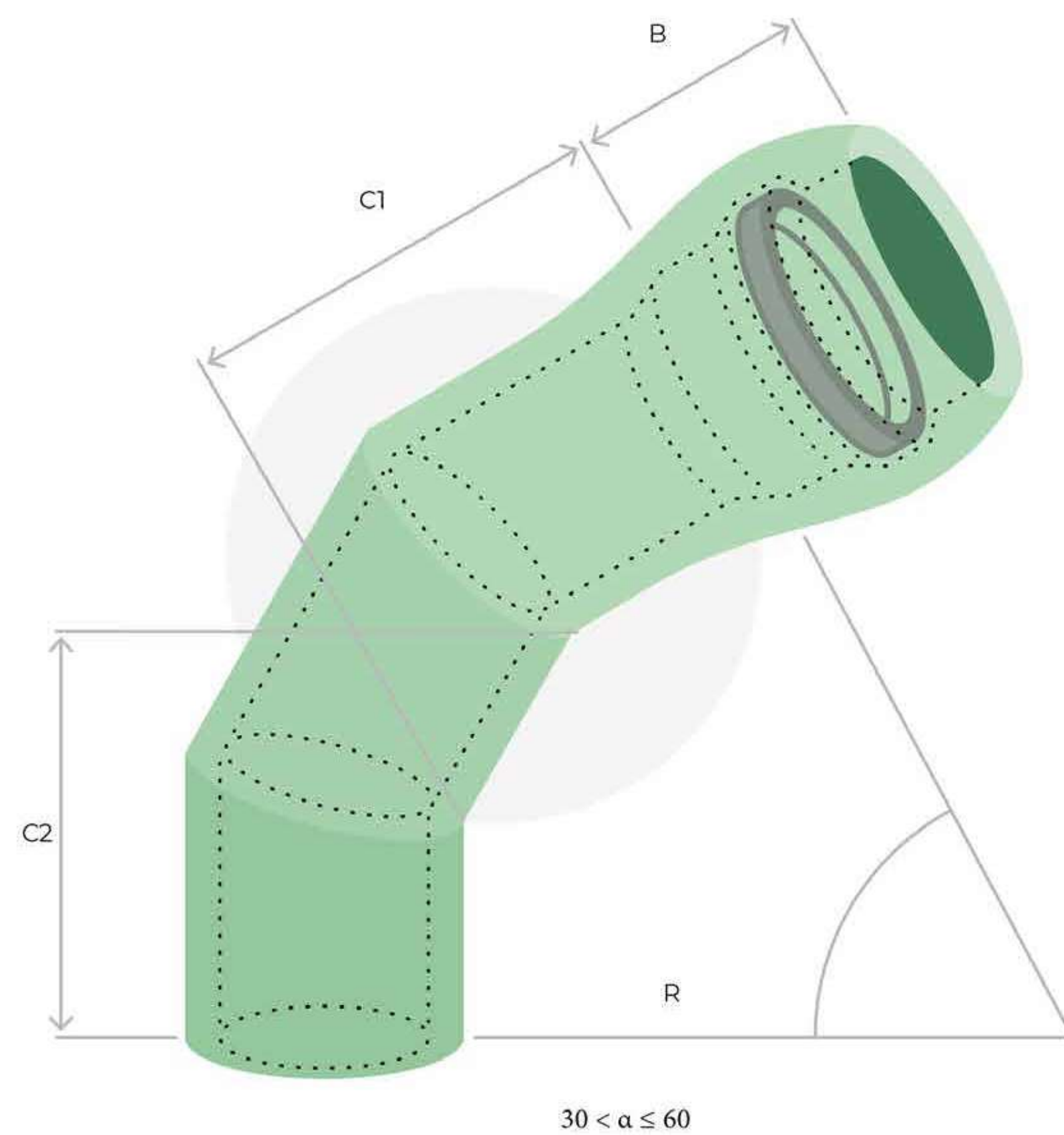
Extremidades disponíveis:

- Ponta-Ponta (PP)
- Bolsa-Bolsa (BB)
- Ponta-Bolsa (PB)
- Ponta-Flange (PF)
- Bolsa-Flange (BF)
- Flange-Flange (FF)

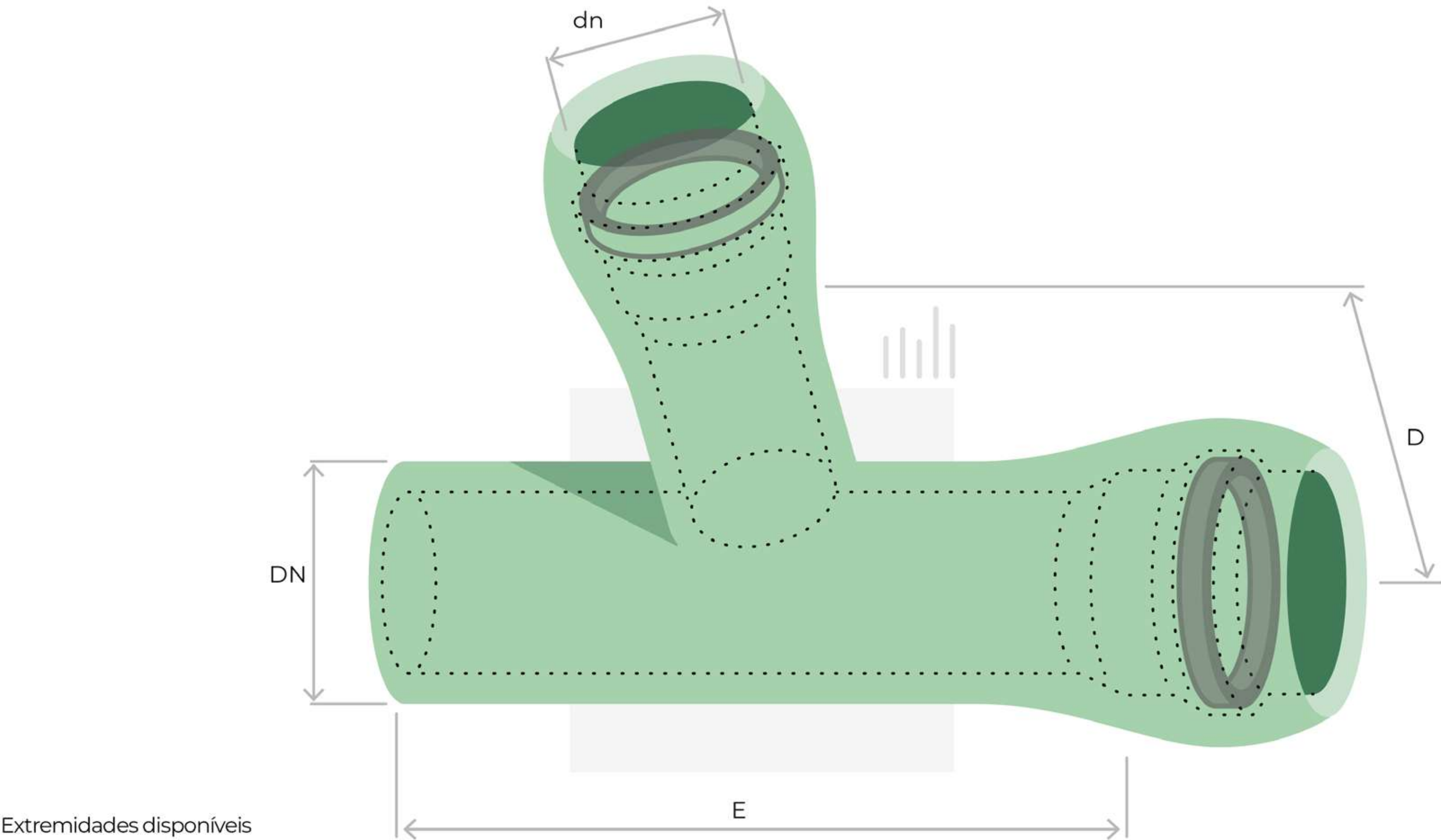
DN (mm)	B (mm)	0 > a ≤ 30		31 > a ≤ 60		61 > a ≤ 90		R (mm)
		A1 (mm)	A2 (mm)	C1 (mm)	C2 (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	
100	155	275	275	425	425	550	550	150
150	155	275	275	440	440	590	590	225
200	195	300	300	465	465	655	655	300
250	195	325	325	490	490	715	715	375
300	225	325	325	515	515	775	775	450
350	225	350	350	555	555	865	865	525
400	225	370	370	575	575	925	925	600
450	225	380	380	625	625	1015	1015	675
500	225	400	400	645	645	1080	1080	750
600	225	425	425	690	690	1160	1160	900
700	225	435	435	730	730	1260	1260	1050
800	225	455	455	815	815	1405	1405	1200
900	225	495	495	860	860	1570	1570	1350
1000	225	535	535	900	900	1735	1735	1500
1100	225	568	568	983	983	1878	1878	1650
1200	225	600	600	1065	1065	2020	2020	1800
1300	225	618	618	1115	1115	2145	2145	1950
1400	225	635	635	1165	1165	2270	2270	2100
1500	225	668	668	1218	1218	2385	2385	2250
1600	225	700	700	1270	1270	2500	2500	2400
1700	225	718	718	1330	1330	2683	2683	2550
1800	225	735	735	1390	1390	2865	2865	2700



0 < α ≤ 30



Tês e Tês Redução



EXTREMIDADE 1	EXTREMIDADE 2	DERIVAÇÃO
PONTA (P)	PONTA (P)	PONTA (P)
BOLSA (B)	BOLSA (B)	BOLSA (B)
FLANGE (F)	FLANGE (F)	FLANGE (F)

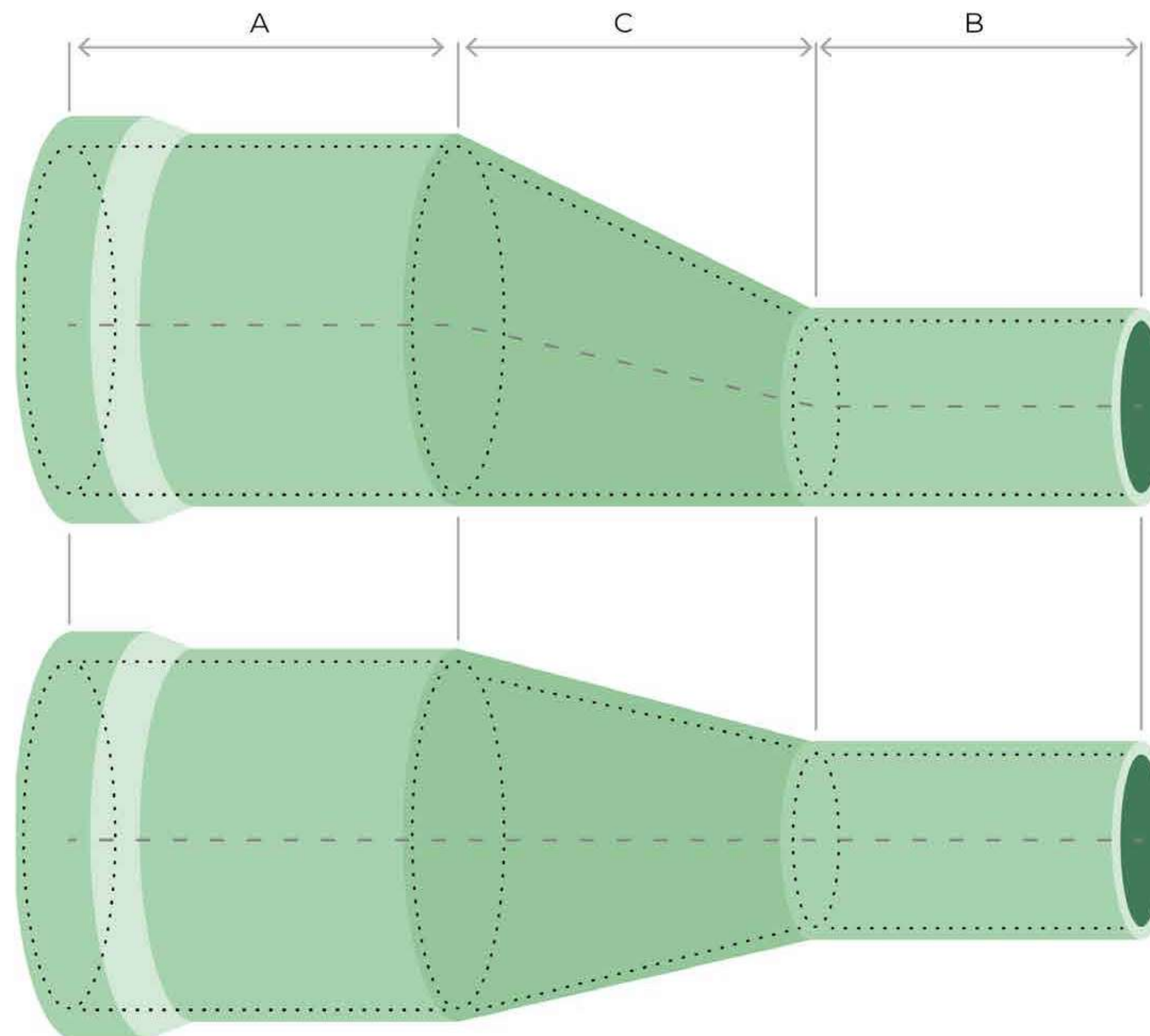
Diâmetro nominal da tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	Classe de Pressão (kgf/cm²)					
		1		6 a 10		16	
		E	D	E	D	E	D
100	100	600	300	600	300	800	400
150	100	600	300	700	400	900	500
	150	600	300	800	400	1000	500
200	100	600	350	900	450	1100	600
	150	600	350	900	500	1200	600
	200	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

Diâmetro nominal da tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	Classe de Pressão (kgf/cm²)					
		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
	500	1200	600	2000	1000	2700	1350
600	300	900	600	1100	700	1400	800
	400	1100	600	1400	750	1700	900
	500	1200	600	1500	750	1800	900
	600	1300	650	1700	850	1900	950
700	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
	700	1400	700	1900	900	2100	1050
800	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
	800	1600	800	2100	1050	2300	1150
900	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

Diâmetro nominal da tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	Classe de Pressão (kgf/cm²)					
		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
	1200	2200	1100	2800	1400	3200	1600
1400	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	-	-

Diâmetro nominal da tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	Classe de Pressão (kgf/cm²)					
		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	-	-	-	-

Redução



Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	CLASSE DE PRESSÃO (kgf/cm²)					
		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

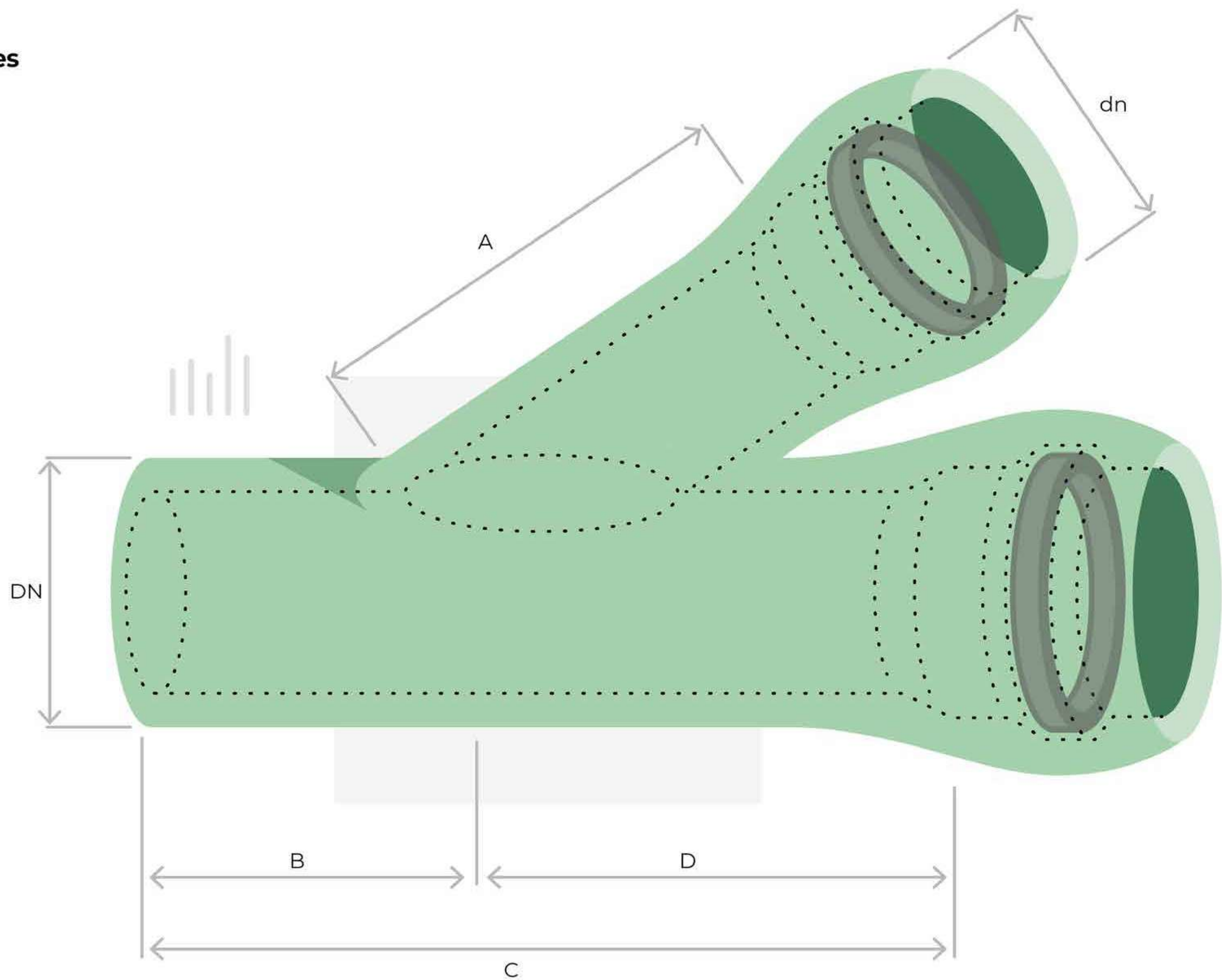
Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	CLASSE DE PRESSÃO (kgf/cm²)					
		PN 06			PN 10 A 16		
		A	B	C	A	B	C
500	100	360	280	1000	360	280	1000
	150	360	280	875	360	280	875
	200	360	320	750	360	320	750
	250	360	320	625	360	320	625
	300	360	360	500	360	360	500
	350	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

Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	CLASSE DE PRESSÃO (kgf/cm²)					
		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

Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	CLASSE DE PRESSÃO (kgf/cm²)					
		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

Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	CLASSE DE PRESSÃO (kgf/cm²)					
		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

Derivações



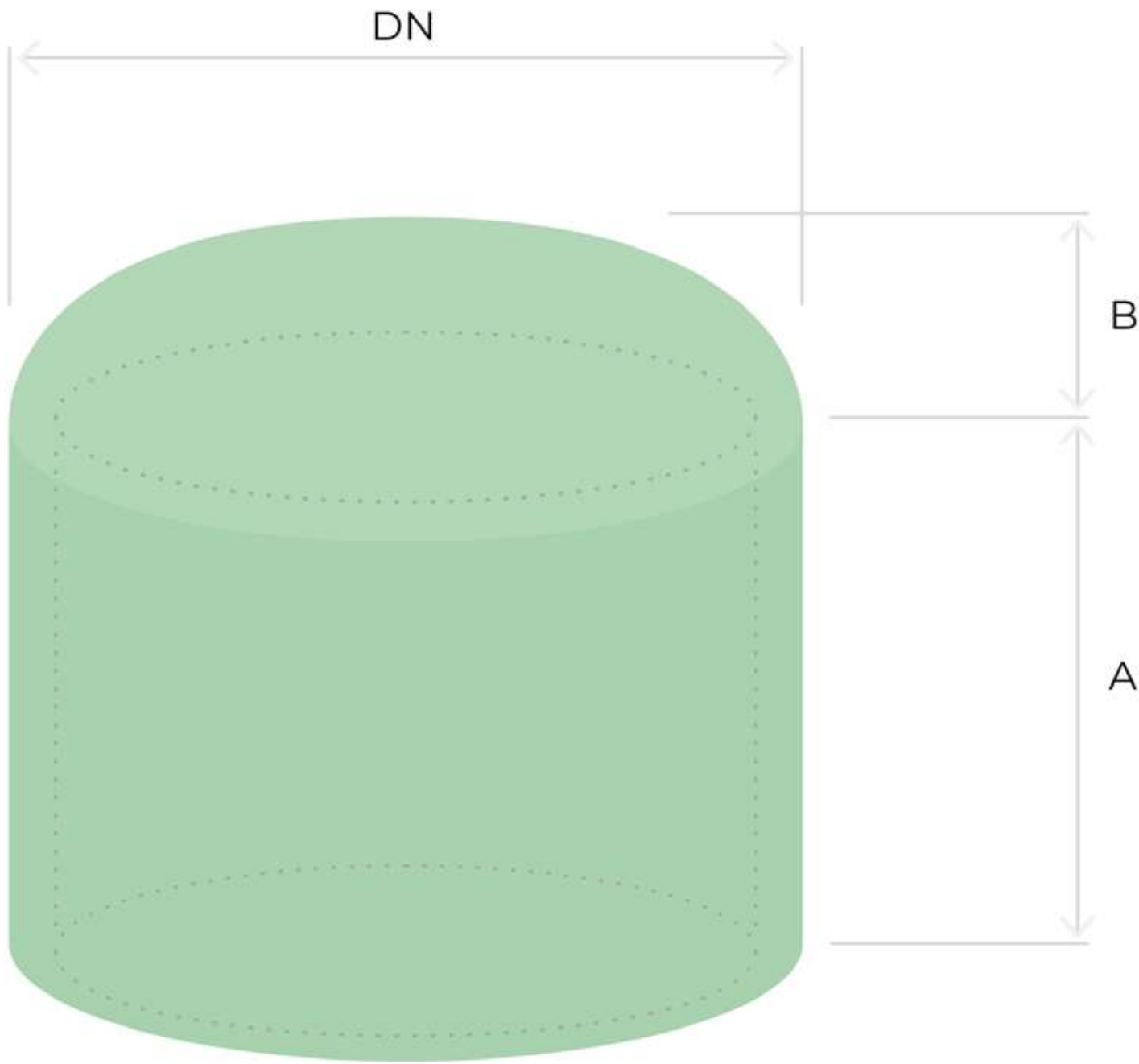
Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	DIMENSÕES (mm)			
		A	B	C	D
100	100	420	250	600	350
150	100	420	225	600	375
	150	420	275	700	425
200	100	420	200	600	400
	150	500	250	700	450
	200	500	300	800	500
250	100	500	200	625	425
	150	500	225	700	475
	200	570	275	800	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

Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	DIMENSÕES (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
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

Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	DIMENSÕES (mm)			
		A	B	C	D
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

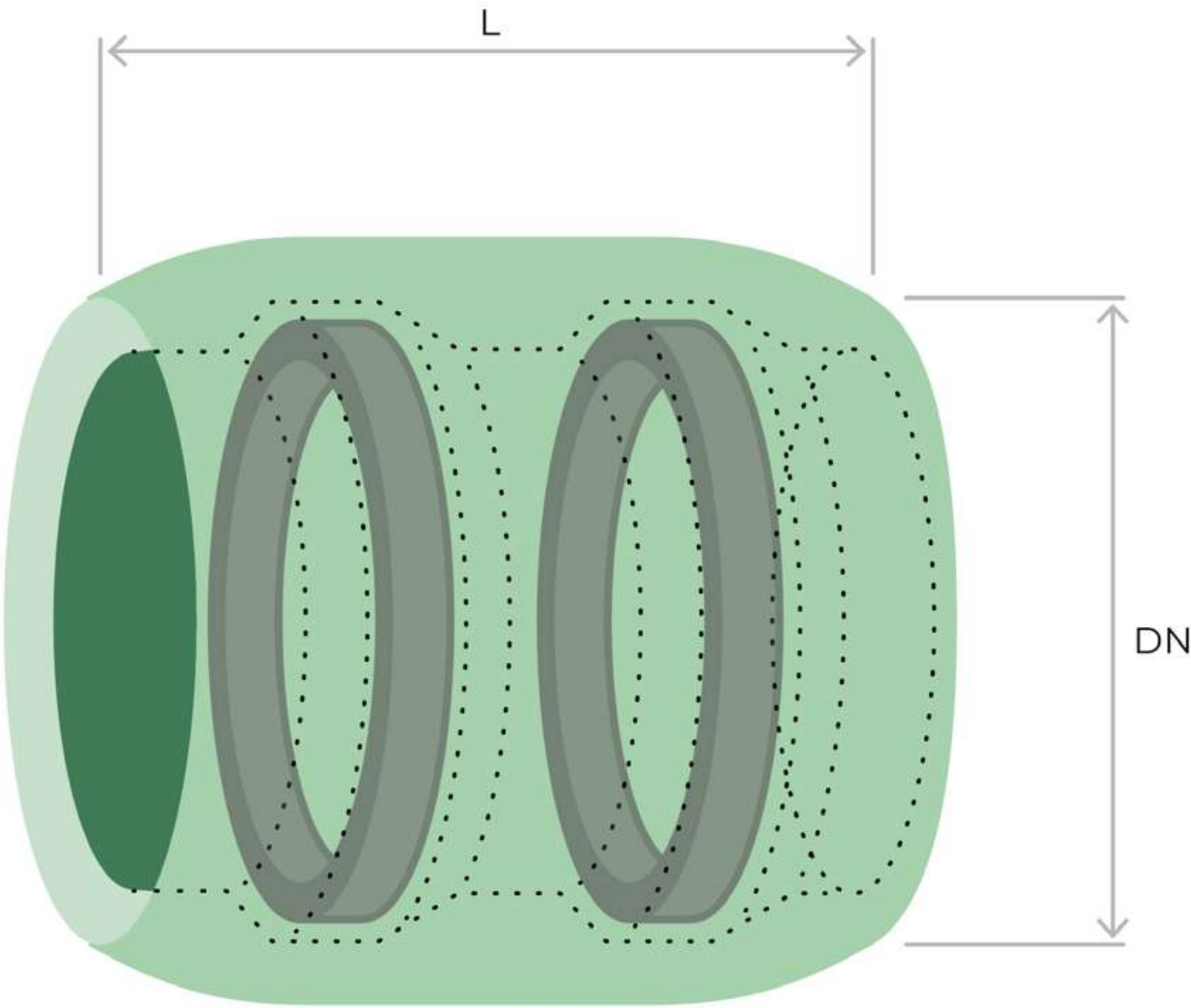
Diâmetro Nominal da Tubulação DN (mm)	Diâmetro Nominal da Derivação dn (mm)	DIMENSÕES (mm)			
		A	B	C	D
1600	300	1700	200	1600	1400
	400	1770	200	1700	1500
	500	1840	200	1800	1600
	600	1910	200	1900	1700
	700	1980	200	2000	1800
	800	2050	300	2200	1900
	900	2190	400	2400	2000
	1000	2260	500	2600	2100
	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

CAP



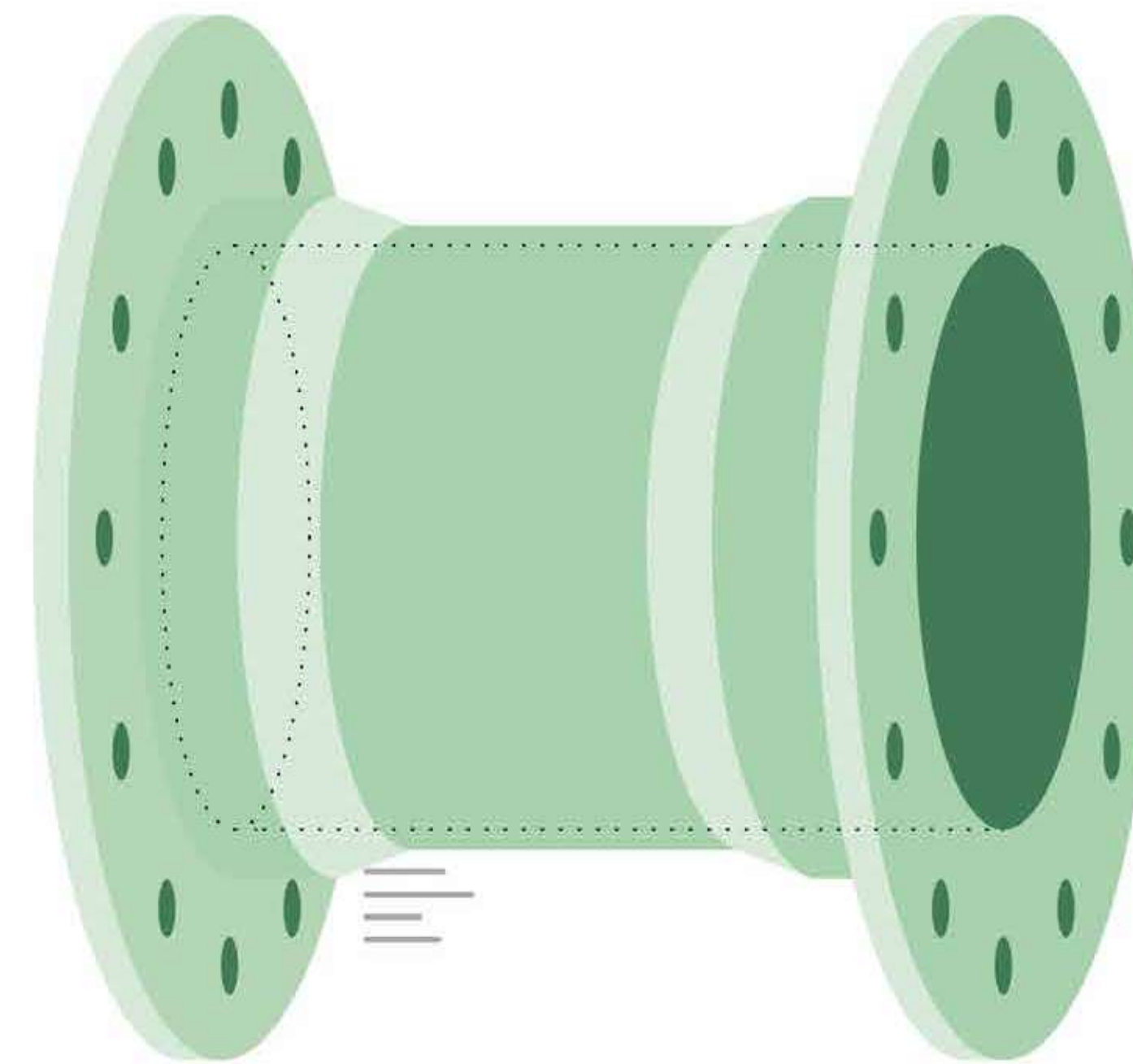
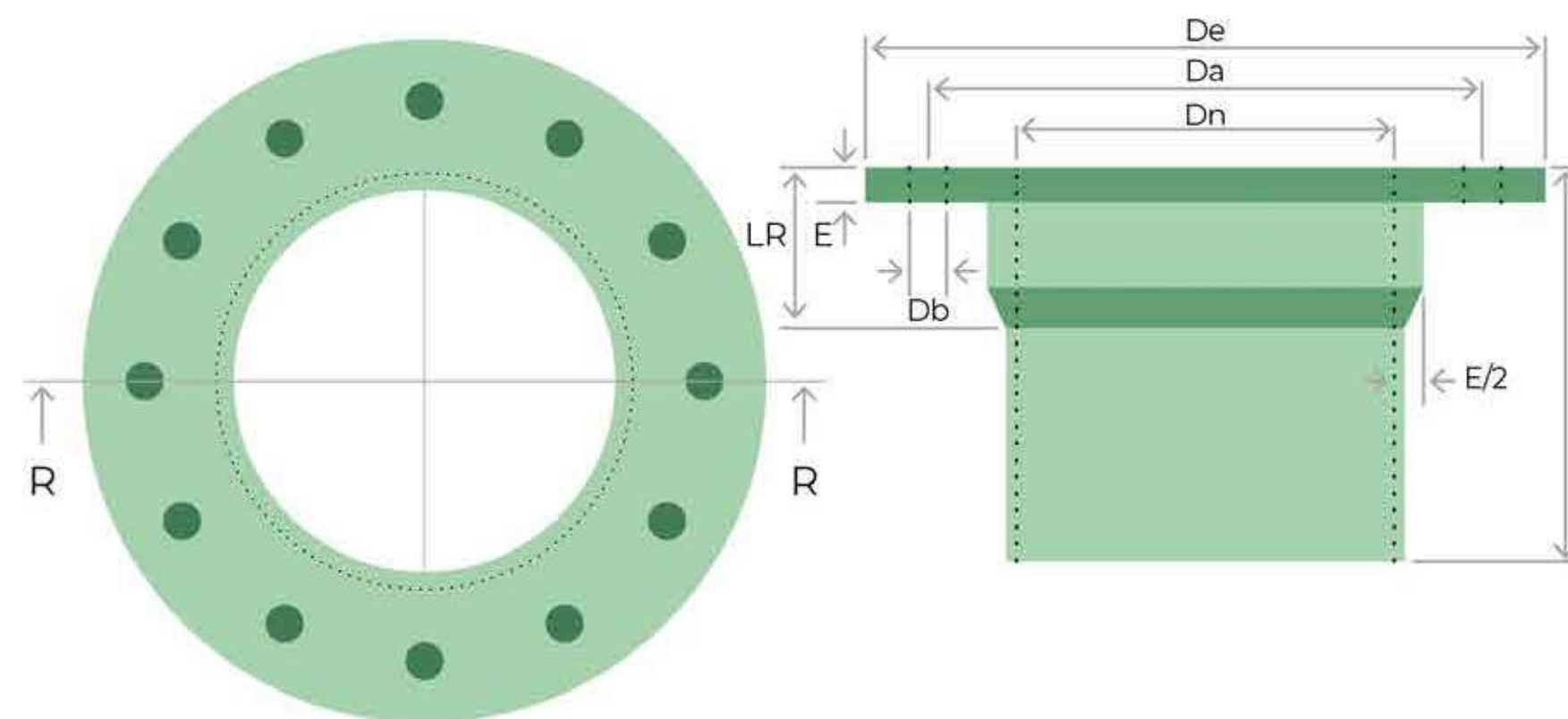
Diâmetro Nominal DN (mm)	DIMENSÕES (mm)	
	A	B
100	100	25
150	150	37,5
200	200	50
250	200	50
300	250	62,5
350	300	75
400	300	75
450	300	75
500	350	87,5
600	400	100
700	400	100
800	500	125
900	600	150
1000	600	150
1100	650	162,5
1200	700	175
1300	800	200
1400	800	200
1500	900	225
1600	1000	250
1700	1000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

Luva de Correr

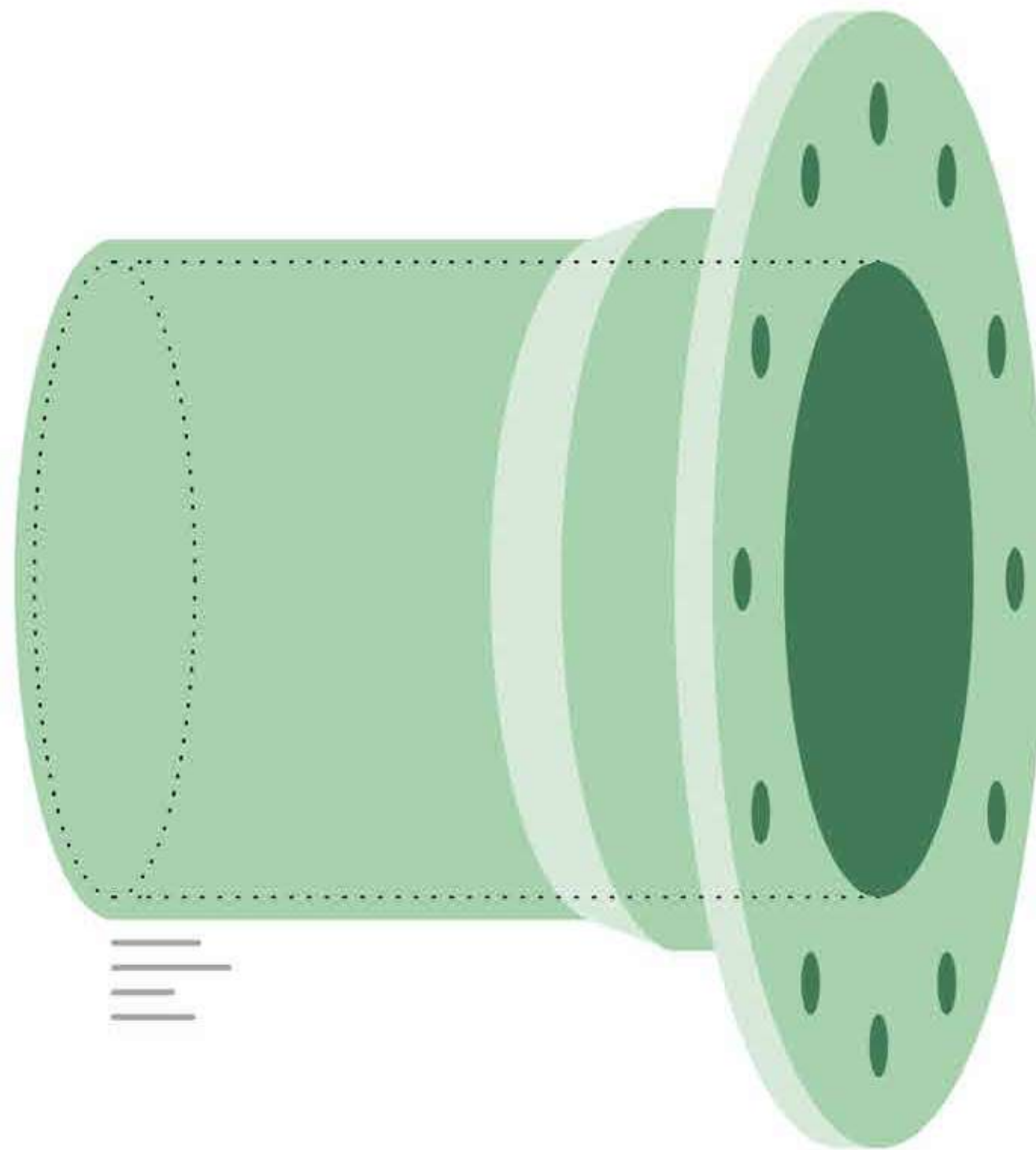


Diâmetro Nominal DN (mm)	DIMENSÕES (mm)
	L
100	600
150	600
200	600
250	600
300	600
350	600
400	600
450	600
500	600
600	600
700	600
800	600
900	600
1000	800
1100	800
1200	800
1300	800
1400	800
1500	800
1600	800
1700	800
1800	800

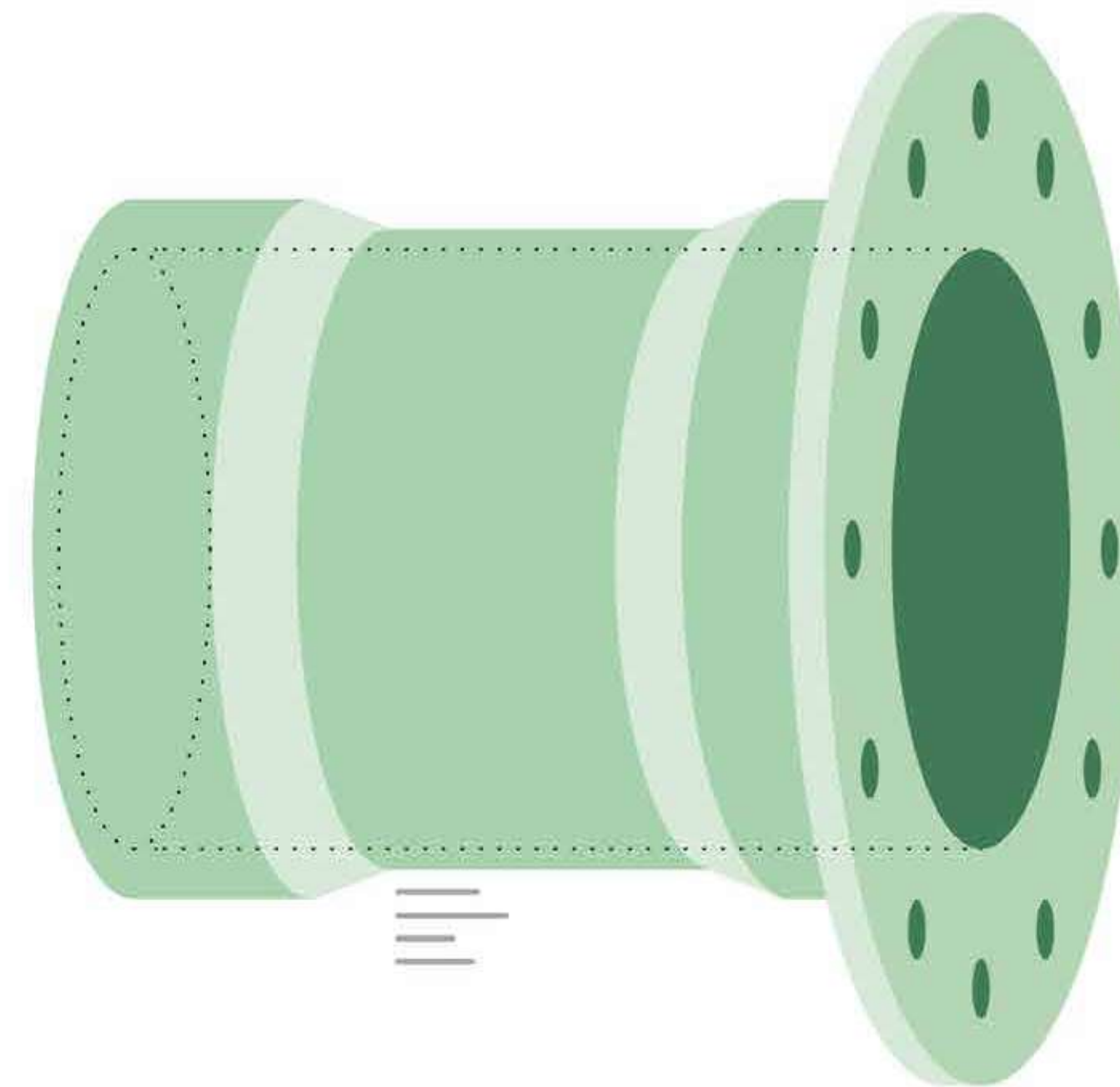
Extremidades Flangeadas



Exemplo Extremidade Flange-Flange

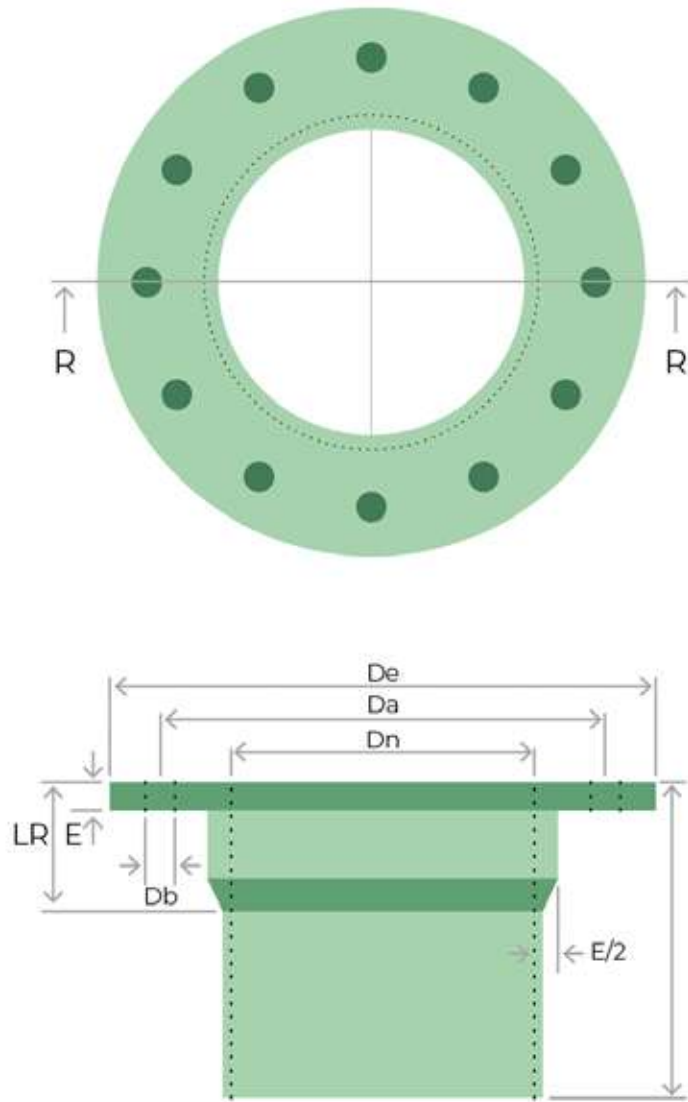


Exemplo Extremidade Flange-Ponta



Exemplo Extremidade Flange-Bolsa

TABELA DIMENSIONAL PADRÃO



Diâmetro Nominal DN (mm)	*Diâmetro Externo DE (mm)	DIMENSÕES (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

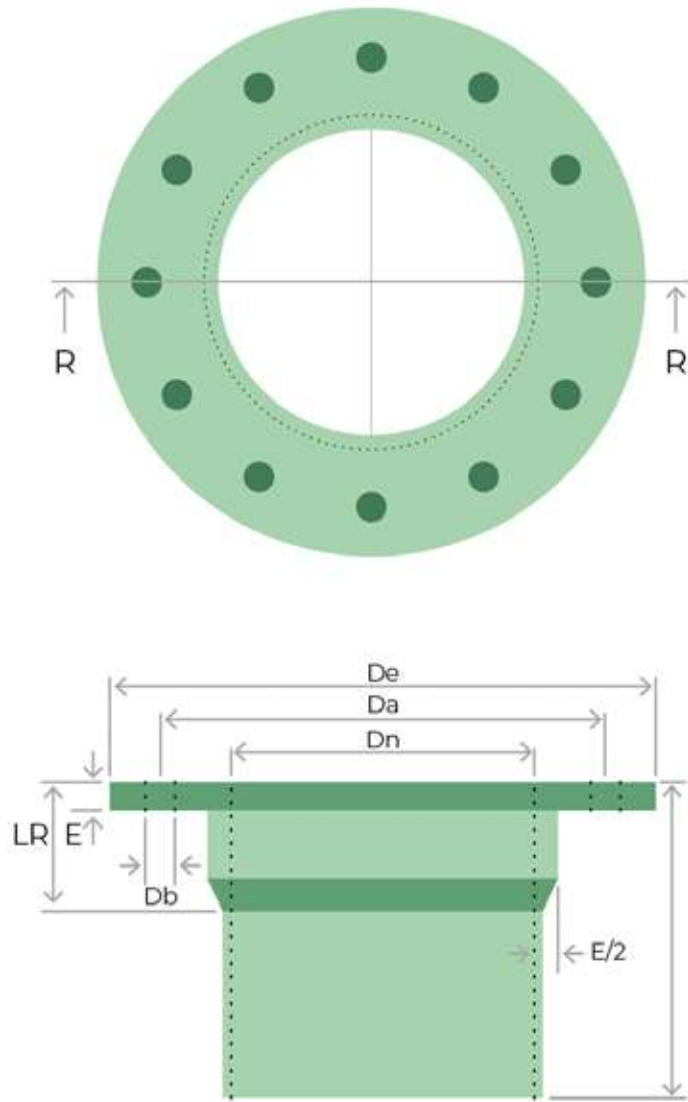
*DE válido para flanges PN 06, 10, 12 e 16
** Para outras furações e/ou classes de pressão consultar engenharia

TABELA DIMENSIONAL PADRÃO

DIMENSÕES (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 flanges PN 06, 10, 12 e 16
** Para outras furações e/ou classes de pressão consultar engenharia

NBR 7675 / ISO 2531



Diâmetro Nominal DN (mm)	Diâmetro Externo (DE)	Dimensões NBR 7675 / ISO 2531							
		Classe #100 - PN 06				Classe #150 - PN 10			
		DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diâmetro Parafuso (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diâmetro Parafuso (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

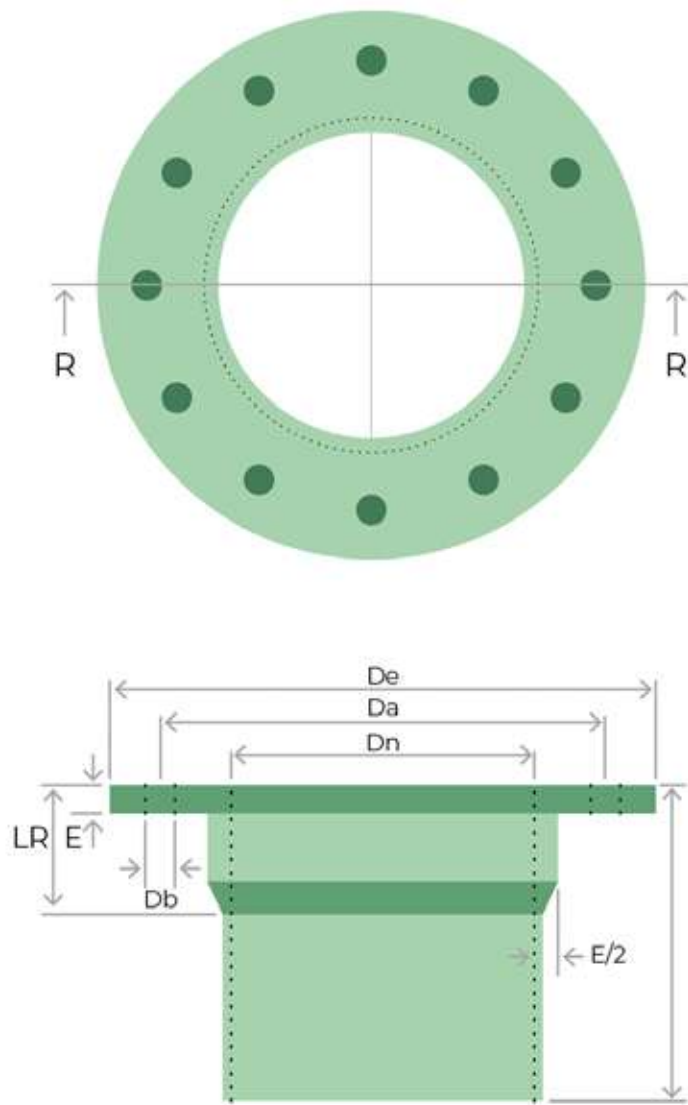
*DE válido para flanges PN 06, 10, 12 e 16
** Para outras furações e/ou classes de pressão consultar engenharia

NBR 7675 / ISO 2531

Dimensões NBR 7675 / ISO 2531												
Classe #175 - PN 12				Classe #230 - PN 16				Classe #300 - PN 20				
DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro Parafuso (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro Parafuso (mm)	DE (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro Parafuso (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 flanges PN 06, 10, 12 e 16
** Para outras furações e/ou classes de pressão consultar engenharia

ANSI B-16.5 / AWWA



Diâmetro Nominal DN (mm)	Diâmetro Externo (DE)	Dimensões ANSI B-16.5 / AWWA							
		Classe #100 - PN 06				Classe #150 - PN 10			
		DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro Parafuso (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro Parafuso (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

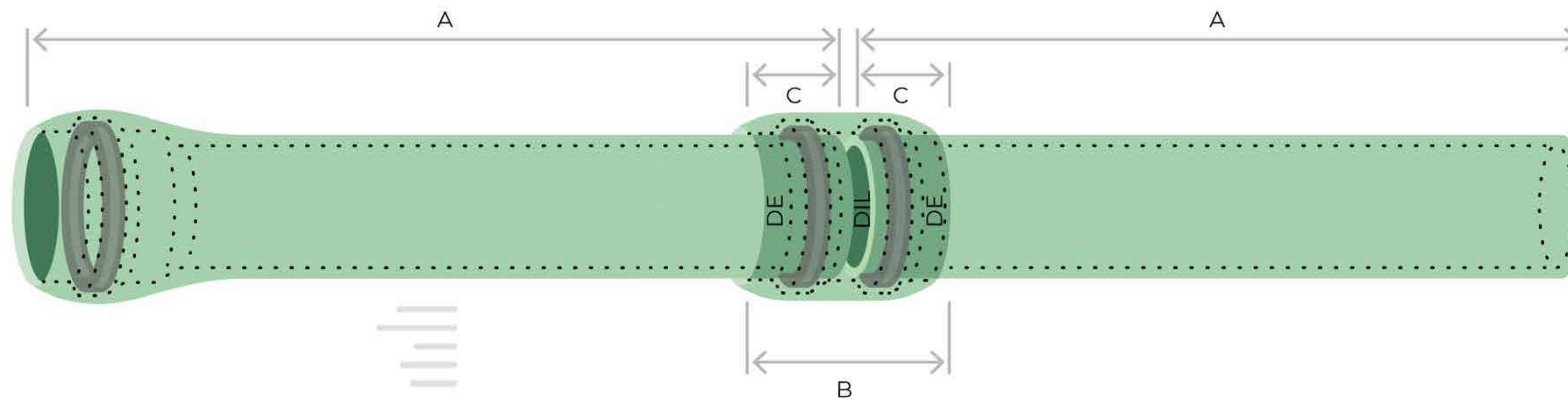
*DE válido para flanges PN 06, 10, 12 e 16
** Para outras furações e/ou classes de pressão consultar engenharia

ANSI B-16.5 / AWWA

Dimensões ANSI B-16.5 / AWWA								
Classe #175 - PN 12				Classe #300 - PN 20				
DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro Parafuso (mm)	DE (mm)	DA (mm)	Db (mm)	Quantidade	Diametro 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 flanges PN 06, 10, 12 e 16
** Para outras furações e/ou classes de pressão consultar engenharia

Tubo Reparo



DN (mm)	DE (mm)	TOLERÂNCIA / LIMITES (mm)		DIMENSÕES (mm)			
		MIN.	MÁX.	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

Perda de Carga - Equação de Darcy-Weisbach

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

Onde:

Δh_f = perda de carga distribuída (mca)

f = coeficiente de atrito – equação 2

L = comprimento da tubulação (metros)

D = diâmetro interno da tubulação (metros)

V = velocidade de escoamento interno (m/s)

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

Coeficiente de Atrito – Equação de Colebrook-White

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

Onde:

f = coeficiente de atrito

* k = rugosidade da parede do tubo (m)

Re = número de Reynolds – equação 3

* Rugosidade absoluta para tubos de fibra de vidro é 0,03 mm, porém esse valor não é utilizado devido a perturbações na união PBA (ponta-bolsa-anel). Valores de correção estão presentes na tabela 1.

QUALIDADE DE INSTALAÇÃO X RUGOSIDADE AJUSTADA (k ajustada)			
TIPO	QUALIDADE DA INSTALAÇÃO	COMPRIMENTO DA BARRA	
		L = 6M	L = 12M
		K ajustada (mm)	
RUIM	Terreno muito acidentado ou falta de cuidado de alinhamento	0,12	0,09
REGULAR	Terreno ondulado, curvas naturais. Cuidados razoáveis com alinhamento	0,10	0,07
BOA	Terreno plano, bons cuidados com alinhamento e nivelamento visual	0,06	0,04
ÓTIMA	Terreno plano, alinhamento e nivelamento com auxílio de topógrafo	0,04	0,03

Número de Reynolds

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

Onde:

Re = número de Reynolds

V = velocidade de escoamento interno (m/s)

D = diâmetro interno da tubulação (metro)

ν = viscosidade cinemática (m²/s)

Perda de Carga – Equação de Hazen-Williams

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

Onde:

J = perda de carga (mca/m)

Q = vazão da tubulação (m³/s)

D = diâmetro interno da tubulação (metro)

C = coeficiente de Hazen – Williams, variando entre 120 a 150 para tubos de PRFV

Perda de Carga em canais – Equação de Manning

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

Onde:

Q = vazão do canal (m³/s)

n = coeficiente de Manning (0,009 para tubos em PRFV)

R_h = raio hidráulico (m) – equação 6

j = gradiente hidráulico ou declividade (m/m) – equação 7

A = área da seção molhada (m²)

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

Onde:

R_h = raio hidráulico (m)

A = área da seção molhada (m²)

P = perímetro da seção molhada (m)

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

Onde:

j = gradiente hidráulico (m/m)

Δh = declividade vertical (m)

L = comprimento do canal (m)

Perda de Carga Localizada

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

Onde:

Δh_k = perda de carga localizada (mca)

k = coeficiente de atrito na singularidade – tabela 2

V = velocidade de escoamento interno (m/s)

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

DESCRIÇÃO	COEFICIENTE DE ATRITO “k”
Curva 90° moldada	0,50
Curva de 90° com 1 gomo	1,40
Curva de 90° com 2 gomos	0,80
Curva de 90° com 3 gomos	0,60
Curva de 45° moldada	0,30
Curva de 45° com 1 gomo	0,50
Curva de 45° com 2 gomos	0,40
Tê com passagem de fluxo reto	0,40
Tê de passagem de fluxo pela derivação	1,40
Tê com dupla entrada e saída pela derivação	1,70
Redução concêntrica e excêntrica d1/d2 = 0,80	0,06
Redução concêntrica e excêntrica d1/d2 = 0,50	0,07
Ampliação concêntrica e excêntrica d1/d2 = 0,80	0,12
Ampliação concêntrica e excêntrica d1/d2 = 0,50 0,28	0,28

Velocidades Recomendadas

De acordo com o Manual M45 da AWWA C950 (Fiberglass Pipe Design), recomenda-se que a velocidade de escoamento deve ser adotada em função do comprimento da adutora, natureza do líquido e agressividade.

• Líquidos limpos e não agressivos (ex.: água filtrada ou tratada):

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

• Líquidos erosivos (ex.: água bruta ou polpa de minério) ou líquidos corrosivos:

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

Onde:

V_{max} = velocidade máxima de escoamento (m/s)

ρ = densidade do fluido (kgf/m³)

Transiente Hidráulico – Golpe de Aríete

Fenômeno caracterizado pela variação das condições do regime e velocidade de escoamento, ocasionado por paradas emergenciais de bombas ou manobras bruscas de válvulas, provocando ondas de choques com valores positivos ou negativos. Ondas de choque com valores positivos, ou sobre pressões, são chamadas de golpe de aríete. Ondas de choque com valores negativos, ou sub pressões, podem chegar a valores abaixo da atmosfera, ocasionando vácuo na tubulação.

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

Onde:

Δh_s = variação da pressão – sobre pressão (mca)

c = celeridade da onda de choque (m/s) – equação 10

ΔV = variação da velocidade de escoamento interno (m/s)

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

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

Onde:

- c = celeridade da onda de choque (m/s)
- K = módulo de compressibilidade do líquido – para água (2,06.10⁹ Pa)
- ρ = densidade do líquido – para água (1000 kg/m³)
- D = diâmetro interno da tubulação (m)
- * t = espessura da parede da tubulação (m)
- * E_c = módulo de elasticidade circunferencial do material (de 9 a 12 GPa)

* A espessura e módulo de elasticidade do tubo de fibra de vidro variam de acordo com diâmetro, classe de pressão e rigidez. Para valores corretos de celeridade, consultar engenharia da Petrofisa.

Equação para determinar a classe de pressão do tubo

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

Onde:

- P_N = pressão nominal do tubo ou classe de pressão (kgf/cm²)
- P_w = pressão de trabalho do sistema (kgf/cm²)
- Δh_s = variação da pressão – sobre pressão (kgf/cm²)
- cs = coeficiente de segurança golpe de aríete – tabela 3

FREQUÊNCIA ANUAL DE DESLIGAMENTO DE EMERGÊNCIA (fa)	COEFICIENTE DE SEGURANÇA GOLPE DE ARÍETE (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





GERAR VALOR
E CONSTRUIR SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS.
É ISSO QUE NOS MOVE!