

MÓDULO 5

5.1 - REDES E RAMAIS DE ÁGUA

1 – Normas Aplicáveis

- Tubos: NBR 15.561; NBR8417; NTS 048; NTS 194; EN 12.201-2
- Conexões Soldáveis: NBR 15.593;NTS 193; EN 12.201-3
- Diretrizes para Projetos: NBR 15.802;NTS189
- Conexões Mecânicas: NBR 15.803;NTS 192; NTS 175; ISO 14.236; UNI 9561
- Procedimentos de Instalação: NBR 15.950;NTS190
- Procedimentos de Reparo:NBR 15.979;NTS 191
- Procedimento para Solda de Topo: NTS 060
- Procedimento de Solda de Eletrofusão: NBR 14.465
- Requisitos p/qualificação Soldador, Instalador e Fiscal: NBR 14.472; NTS059
- Procedimento de Teste de Estanqueidade: NBR 15.952

2 – Seleção dos tubos:

2.1 – Material da Tubulação

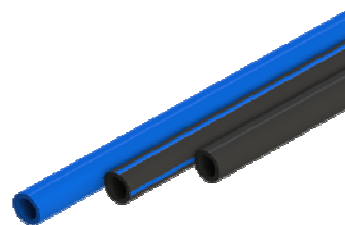
PE 80 (MRS 8) e PE 100 (MRS 10)

PE 80: Mais Flexível. Melhor custo-benefício em ramais

PE 100: Menos flexível, mais resistente a cisalhamento (cortes, danos superficiais), maior resistência a propagação de ruptura. Melhor custo-benefício em redes e adutoras

2.2 – Padronização de Cores:

Preto
Preto com listras Azuis
Azul



2.3 – Dimensões e Forma de Fornecimento

●RAMAIS: NBR 8417; NTS048

DE 20 SDR9 e 32SDR 11 (1 MPa): – BOBINA (PE 80) com 100 m de comprimento

●REDES: NBR 15.561; NTS 194; EN 12.201-2

		BOBINA				BARRA	
		PE 80		PE 100 ^(p)		PE 100 ^(p)	
		SDR13,6	SDR 11	SDR13,6	SDR 11	SDR 13,6	SDR 11
DE	DN	PN	PN	PN	PN	PN	PN
63	50	10	12,5	12,5	16	12,5	16
		PE 80		PE 100 ^(p)		PE 100 ^(p)	
		SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
DE	DN	PN	PN	PN	PN	PN	PN
90	75	8	12,5	10	16	10	16
110	100	8	12,5	10	16	10	16
160	150	-	-	-	-	10	16
200	-	-	-	-	-	10	16
250	-	-	-	-	-	10	16
315	300	-	-	-	-	10	16

(p) = preferencial – PE 100 - Via de regra: DE 63 SDR 13,6 e DE 90 a 315 SDR 17 (PN 12,5)

- **Comprimento de Barras: 12 m**, mas podem ser fornecidas em outros comprimentos.

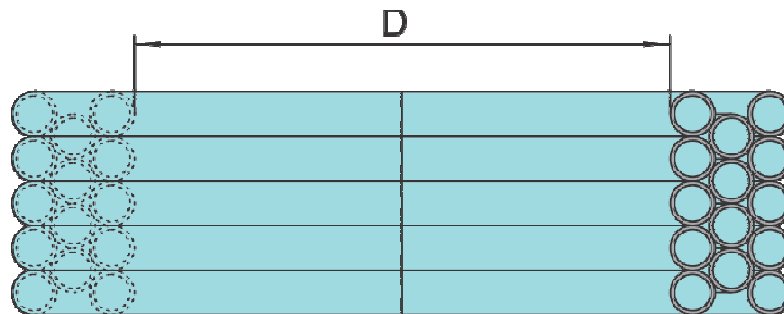
- **Dimensões de Bobinas SDR17 a 11:**

- Comprimento: 50 ou 100 m, mas podem ser fornecidas em outros comprimentos.

- Diâmetro Interno Mínimo (D): DE 63: 1300 mm

DE 90: 1800 mm

DE 110: 2200 mm



3 – Escolha do Método de União, Derivações, Transições e Elementos de Tubulação

3.1 – Métodos de União

- Junta Mecânica de Compressão: Material PP – PN 16: NBR 15.803; NTS192
- Conexões de Eletro fusão: PE 100 – SDR 11 – PN 16: NBR 15.593; NTS193
- Conexões de Topo por Termofusão: PE 100 – SDR 17 ou SDR 11: NBR 15.593; NTS193

DE	DISPONÍVEL			PREFERENCIAL		
	CP	EF	TP	CP	EF	TP
63	X	X	X	X	X	-
90	X	X	X	-	X	-
110	X	X	X	-	X	X
160	-	X	X	-	X	X
200	-	X	X	-	-	X
250	-	X	X	-	-	X
315	-	X	X	-	-	X

CP: Junta Mecânica de Compressão; EF: Eletrofundido; TP: Topo Termofusão



União de Compressão (CP)



Luva de Eletrofundido (EF)



União por Solda de Topo (TP)

Família de Conexões de Compressão para Redes (DE 63 a 110)



Família de Conexões de Eletrofundido para Redes (DE 63 a 315)



Família de Conexões de Ponta Polivalentes para Redes (DE 63 a 315)

Admitidas somente conexões injetadas monolíticas como NBR 15.593; NTS193; EN 12.201-3.

Para colarinhos e reduções podem ser admitidas peças usinadas.

Peças gomadas (segmentadas) não são aplicáveis em redes de água.



3.2 – Ramais – Possibilidades para Ligação

Rede (DE)	Ramal (DE)	EM CARGA		SEM CARGA	
		JM - TS	EF - TS	JM - CT	EF - CT
63	20/32	X	X	X	X
90	20/32	X	X	X	X
110	20/32	X	X	X	X
160	20/32	-	X	X	X
200	20/32	-	X	X	X
250	20/32	-	X	X	X
315	20/32	-	X	X	X

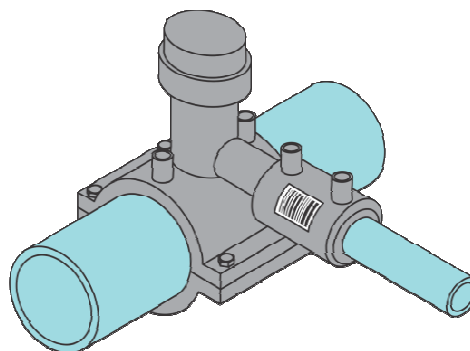
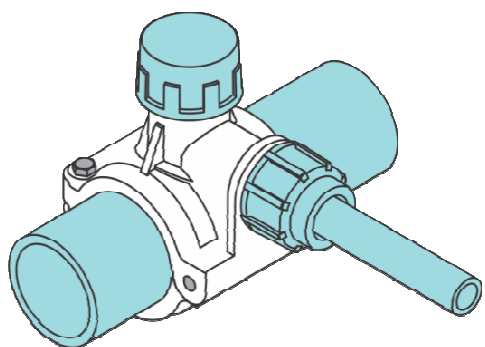
TS:Tê de Serviço/TappingTee;CT: Colar de Tomada/Tê de Sela



Tê de Serviço Mecânico (JM-TS)

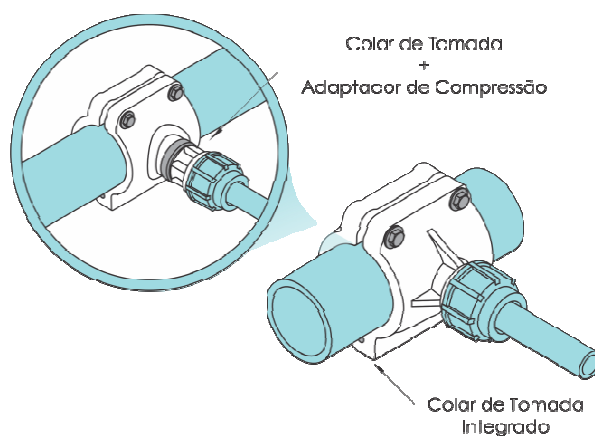


Tê de Serviço de Eletrofusão (EF-TS)

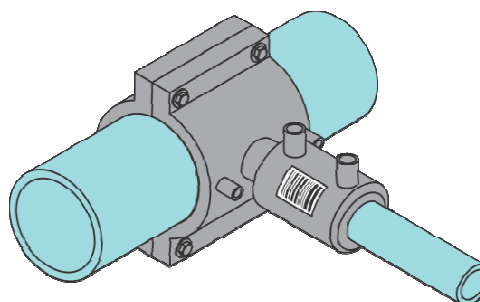




Colar de Tomada Mecânico (JM-CT)
Integrado com junta de compressão

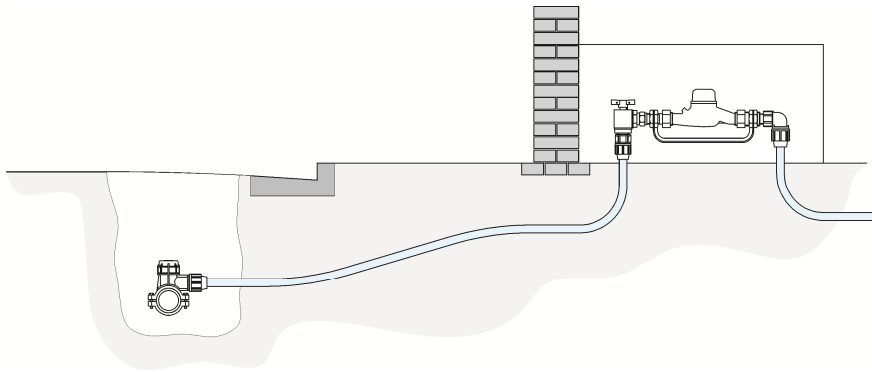


Colar de Tomada Mecânico Saída Rosca (JM-CT)



Colar de Tomada/Tê de Sela (EF-CT) Saída Ponta

Ligações e instalação de Ramais

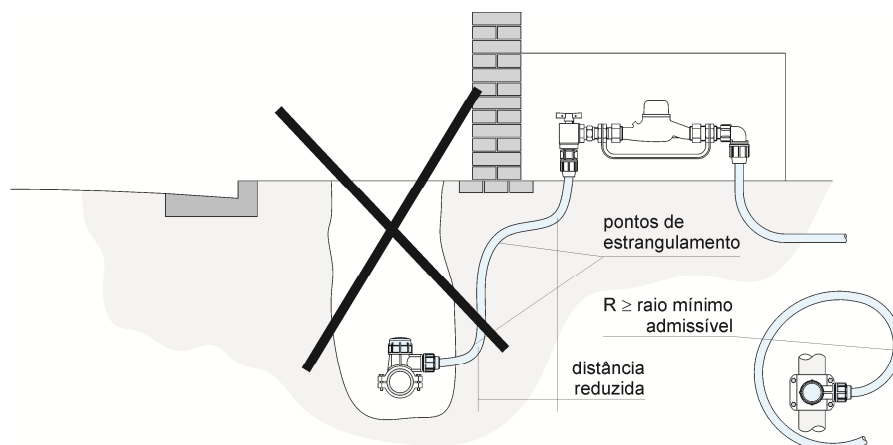


A conexão do ramal à rede pode ser feita por Tê de Serviço Mecânico ou por Eletrofundição. Em ligações novas, em especial em loteamentos e condomínios em construção, quando a rede ainda não está em carga, pode-se optar pelo uso de Colar de Tomada Mecânico ou por Eletrofundição.

A passagem do tubo do ramal pode ser por vala aberta ou por furo direcional.

Ao se assentar o tubo do ramal predial, antes de conectá-lo à entrada predial/medidor, deve-se atentar que o tubo não fique estrangulado ou tracionado.

O estrangulamento da parede do tubo pode ocorrer quando a distância entre a rede e o medidor for muito pequena, exigindo raios de curvatura menores que os admitidos. Nesse caso deve-se promover uma volta do tubo de polietileno em torno da derivação (pescoço de ganso), com raio maior ou igual ao mínimo admitido, de forma a obter seu posicionamento adequado em relação à entrada do medidor, evitando o estrangulamento.



3.3 – Derivações – Possibilidades de Execução de Derivações de Redes

Rede (DE)	Derivação DE	JM		EF		TP T
		T	CT	T	CT	
63	63	X	-	X	X	X
63	32	-	X ou AD	X	X	X
90	90	X	AD	X	X	X
90	63	-	AD	X	X	X ou R
90	32	-	X ou AD	R	X	R
110	110	X	AD	X	-	X
110	90	X	AD	X	X	X
110	63	-	AD	X	X	X
110	32	-	X ou AD	R	X	R
160	160	-	-	X	-	X
160	110	-	AD	X	-	X
160	90	-	AD	X	X	X
160	63	-	AD	X ou R	X	X ou R
160	32	-	AD	R	X	R
200	200	-	-	X	-	X
200	160	-	-	X ou R	-	X ou R
200	110	-	AD	X ou R	-	-
200	90	-	AD	X ou R	X	-
200	63	-	AD	R	X	-
200	32	-	AD	-	X	-
250	250	-	-	X	-	X
250	200	-	-	R	-	X ou R
250	160	-	-	R	-	R
250	110	-	AD	X	-	-
250	90	-	AD	X	X	-
250	63	-	AD	-	X	-
250	32	-	-	-	X	-
315	315	-	-	-	-	X
315	250	-	-	-	-	X ou R
315	200	-	-	-	-	R
315	160	-	-	-	-	X
315	110	-	AD	-	-	X
315	90	-	AD	-	X	-
315	63	-	AD	-	X	-
315	32	-	-	-	X	-

JM: Junta Mecânica; EF: Eletrofusão; TP: Ponta p/ Solda de Topo por Termofusão ou EF

T: Tê igual ou de Redução; CT: Colar de Tomada ou Tê de Sela

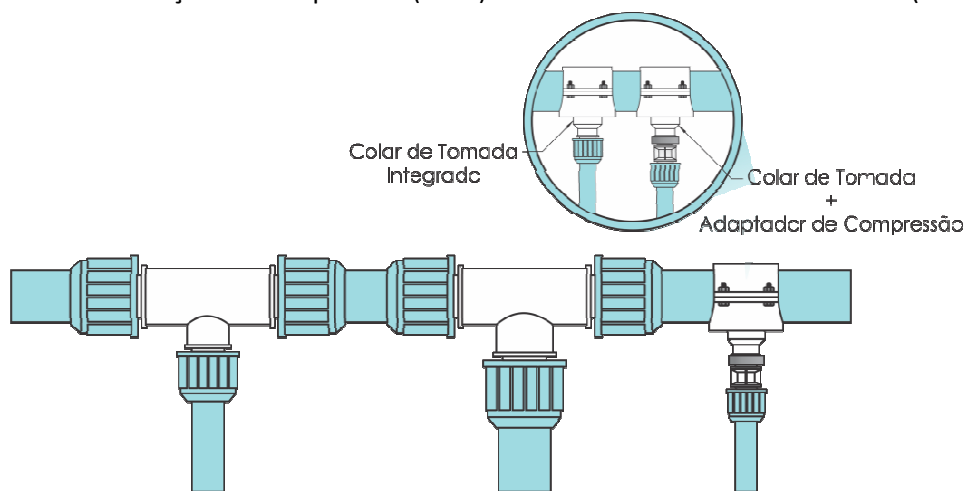
R: Tê mais Redução, AD: Colar Tomada Fêmea mais Adaptador Macho

Derivações com Conexões para Juntas Mecânicas (JM)



Tê Igual e Tê de Redução de Compressão (JM-T)

Colar de Tomada Mecânico (JM-CT)

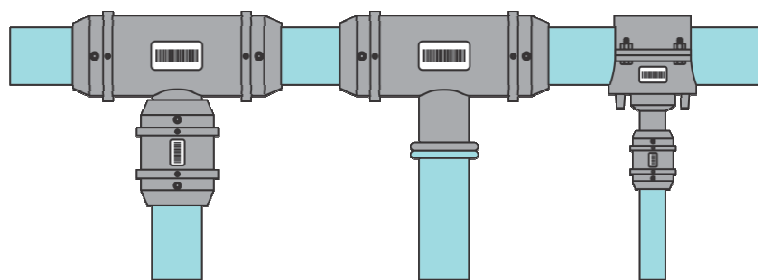


Derivações com Conexões de Eletrofusão (EF)



Tê Igual e Tê de Redução de Eletrofusão (EF-T)

Colar de Tomada de Eletrofusão (EF-CT)
Saída Ponta ou Bolsa

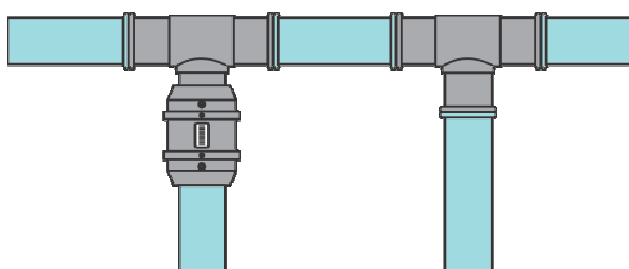


Derivações com Conexões Ponta Polivalentes Injetadas (Solda de Topo ou Eletrofusão)



Tê Igual ou Tê de Redução 90° de Ponta

Tê Igual 45° de Ponta



3.4 – Transições – Possibilidades para transições entre tubos ou elementos de tubulação

TRANSIÇÕES ROSCADAS

Tubo (DE)	Rosca "	JUNTA MECÂNICA			SOLDÁVEL		
		CP-M	CP-F	CT-F	M	F	CT-F
20	1/2	X	X	-	X	X	-
20	3/4	X	X	-	-	-	-
32	3/4	X	X	X	X	X	-
32	1	X	X	X	X	X	-
63	1 1/2	X	X	X	X	X	X
63	2	X	X	X	X	X	-
90	2	X	X	X	-	-	X
90	2 1/2	X	X	-	-	-	-
90	3	X	X	-	X	X	-
110	2	X	X	X	-	-	X
110	3	X	X	X	-	-	-
110	4	X	X	-	X	X	-
160	2	-	-	X	-	-	X
160	3	-	-	X	-	-	-
160	4	-	-	X	-	-	-

CP-M/F: Conexão de Compressão macho/fêmea; CT-F: Colar de Tomada fêmea
 Soldável: M/F: Macho ou Fêmea; Soldável: CT-F: Colar de Tomada fêmea

Transições Roscadas com Conexões Para Juntas Mecânicas (JM)

Conexões de Compressão



Adaptador Macho ou fêmea



Cotovelo Macho ou Fêmea



Tê macho ou Fêmea

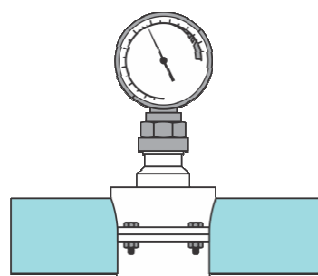
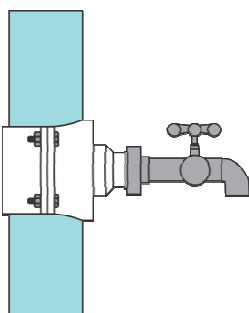
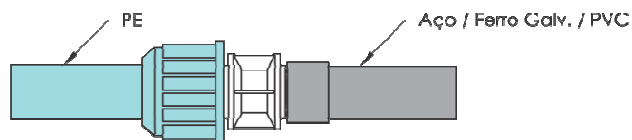
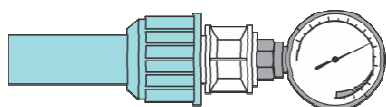
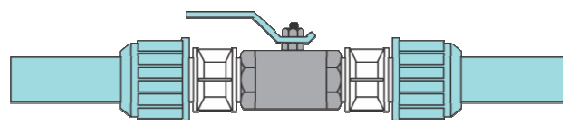
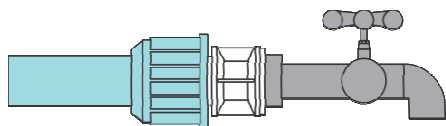


Colar de Tomada para Junta Mecânica



Fêmea com reforço da rosca em Inox, ou com rosca em inox ou latão

Desenhos Esquemáticos de Aplicações Possíveis para Transições Mecânicas com Rosca



Ligações de torneiras, registros, manômetros e transições p/ tubos de outros materiais até 2". Para ligações com roscas metálicas, a peça de plástico deve ser macho ou ter rosca fêmea metálica ou com reforço externo metálico

Juntas de Transição com Conexões Soldáveis



Adaptador de Transição Macho ou Fêmea de latão ou Inox para solda de topo ou EF



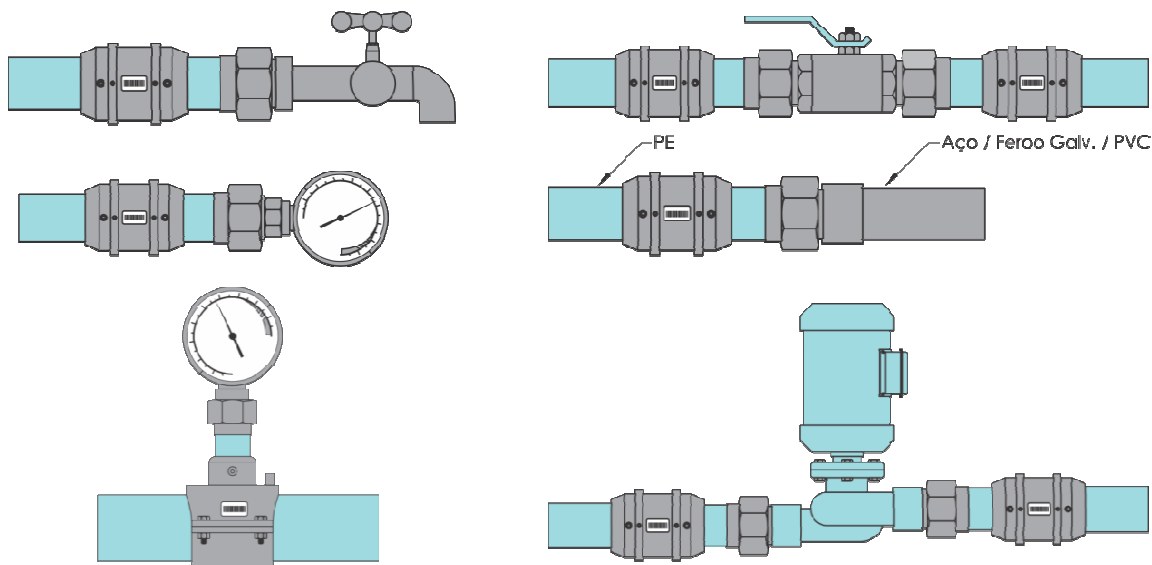
Cotovelos e Tês de Transição Macho ou Fêmea de latão ou Inox para solda de topo ou EF

Colar de Tomada de Eletrofusão



Com saída macho ou fêmea de latão ou inox

Desenhos Esquemáticos de Aplicações Possíveis para Transições Soldáveis com rosca



Ligações de torneiras, registros, manômetros, bombas e transições p/ tubos de outros materiais até 2". Para ligações com rosças metálicas, a peça de plástico deve ser macho ou ter rosca fêmea metálica ou com reforço externo metálico.

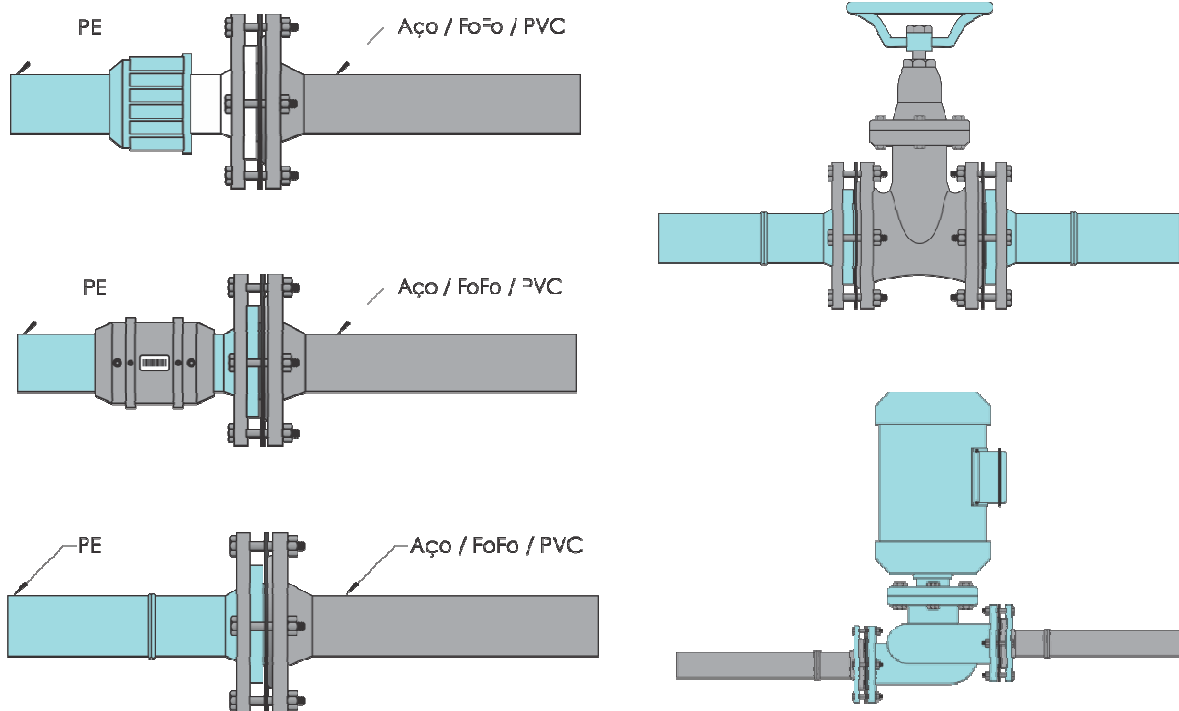
TRANSIÇÕES FLANGEADAS

Rede (DE)	JM PP	JM Fº Dúctil	TP
63	X	X	X
90	X	X	X
110	X	X	X
160	-	X	X
200	-	X	X
250	-	X	X
315	-	X	X

JM: Junta Mecânica; TP: Ponta

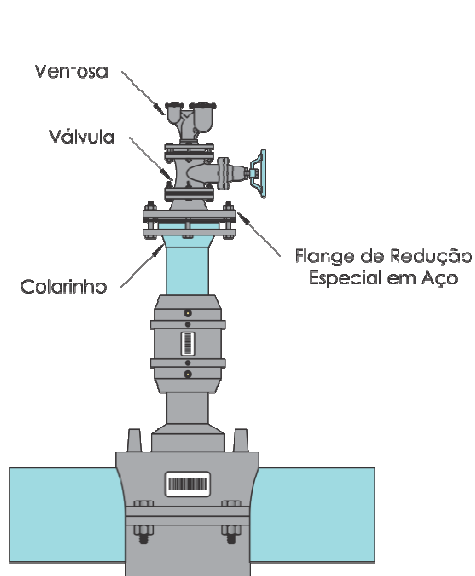


(JM) Adaptador p/ Flange de Compressão PP (TP) Colarinho ou Adaptador p/Flange até 110 mm, ou em Ferro Dúctil até 315 mm Ponta p/ Solda de Topo ou por Eletofusão

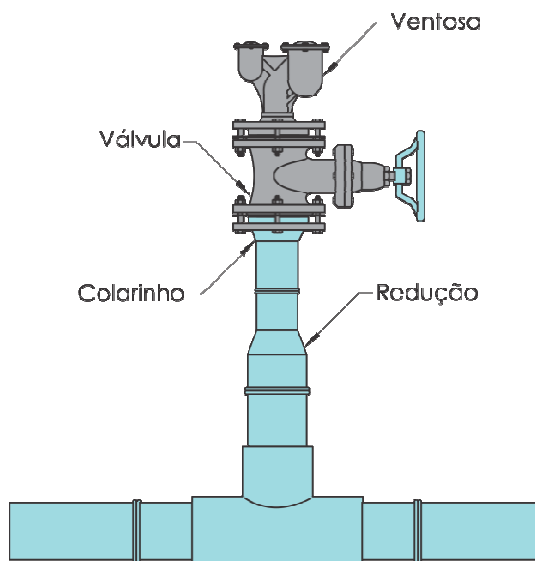


Para transição com outros materiais de tubos, ligações de bombas, válvulas, ventosas, etc.

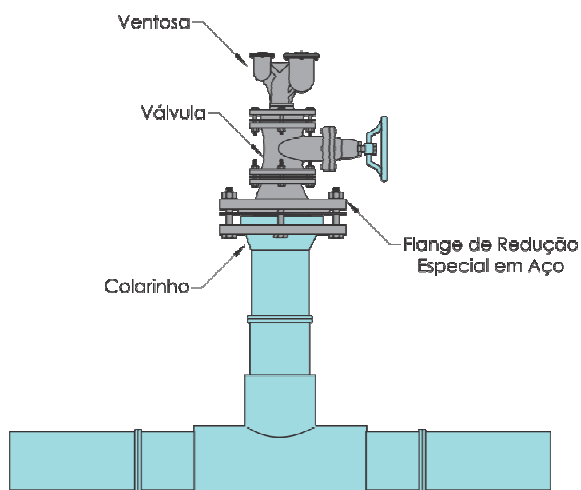
Algumas formas para ligações de Ventosas e Válvulas



CT-EF para ventosas de até 2"



Com Tê ponta ou EF para todas dimensões



Com Tê ponta ou EF para todas dimensões, redução em aço ou F°F°



Válvula de Gaveta com saída em PE

TRANSIÇÕES ESPECIAIS PARA TUBOS DE OUTROS MATERIAIS

Tubos PE x PVC-PBA

63 x DN50; 90 x DN75; 110 x DN100



PE x PVC/F°F°/AÇO/F.Cimento

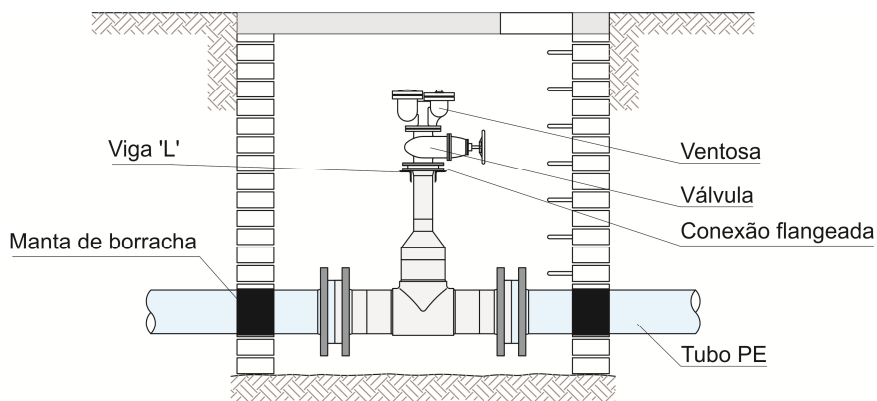
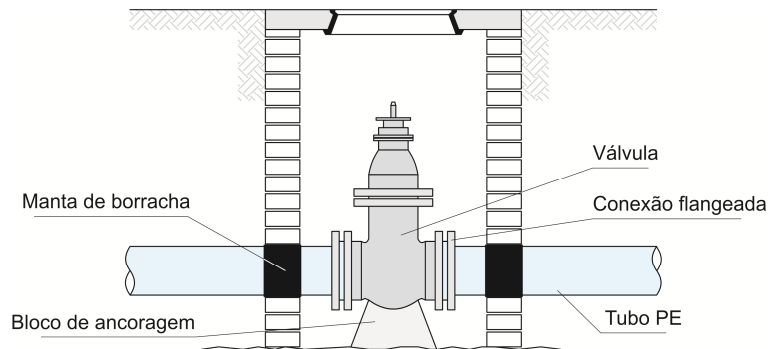
63 (DN 50) a 315 (DN 300)



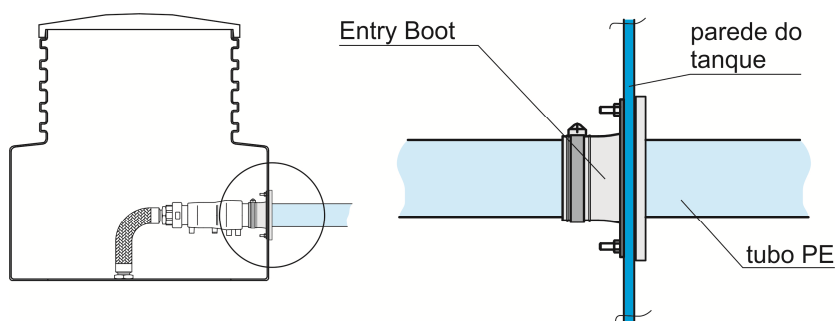
4 – Caixas Estanques para Medição, Válvulas, VRPs e Ventosas

É possível o uso de Caixas em alvenaria ou plásticas.

Caixas em Alvenaria



Caixas Plásticas



As caixas plásticas permitem soluções mais práticas e estanques que as em alvenaria, sendo porém ainda limitadas em dimensões, onde encontram mais alternativas nscixas de calçada para macromedidores e válvulas redutoras de pressão (VRP).

5 – Dimensionamento da Tubulação

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

d = diâmetro interno do tubo (m)
 Q = Vazão (m³/s)
 v = velocidade média do fluido (m/s)

5.1 – Vazão

Fórmula Universal (rugosidade k) ou por Hazen-Williams (fator C).

Diâmetro Interno (mm)	k (10 ⁻⁶ m)	C
≤ 100 (tubos novos - velhos)	10 - 25	150 - 145
> 100 (tubos novos - velhos)	50 - 100	145 - 140

5.2 – Máxima Pressão de Operação (MPO) ou Pressão de Serviço

$$MPO = PN \cdot f_T$$

f_T = fator devido a temperatura média do fluido/tubo

°C	25	27,5	30	35	40	45*	50*
f_T	1	0,86	0,81	0,72	0,62	0,52	0,43

* limitado a vida útil de 15 anos

5.3 – Transientes Hidráulicos

O cálculo da variação de pressão (ΔH) devido a transientes hidráulicos se faz por:

$$\Delta H = \frac{c \cdot v}{g}$$

ΔH = variação de pressão (+ ou -) (m)
 c = celeridade (velocidade de propagação da onda) (m/s)
 v = velocidade média do fluido (m/s)
 g = aceleração da gravidade (m²/s)

Para água, simplificadamente:

$$\text{Para PE 80: } c = 1035 / \sqrt{SDR - 1}$$

$$\text{Para PE 100: } c = 1280 / \sqrt{SDR - 1}$$

5.3.1 – Sobrepressão Máxima Admissível devido a Transientes Hidráulicos (PSO)

$$PSO = 1,5 \cdot MPO$$

Para PSO até 1,5 .MPO não há necessidade de se aumentar a classe de pressão do tubo.

5.3.2 – Subpressão Máxima Admissível devido a Transientes Hidráulicos

Para tubos $SDR \leq 17$ (SDR 17 e 11) a máxima subpressão admissível para o tubo supera as pressões negativas práticas encontradas em redes. Não se faz necessário cuidados especiais.

5.4 – Profundidades de Instalação

5.4.1 – Profundidade máxima de aterro

Para tubos $SDR \leq 17$ (SDR 17 e 11) a máxima profundidade de aterro admissível supera 6 m, mesmo em condições de aterro sem controle de compactação.

5.4.2 – Profundidade mínima de aterro para tubos $SDR \leq 17$

As profundidades mínimas recomendadas:

Calçada:	0,4 – 0,7 m
Rua Pavimentada:	1,0 m
Rua sem Pavimento:	1,2 m

6 – Métodos de Instalação

O método de instalação a ser escolhido, MND ou Vala Aberta, depende de fatores econômicos e impactos ambientais avaliados. Vide módulo 4 – Métodos de Instalação e Reparo.

7 – Especificações para Compra dos Materiais

Os materiais de tubos e conexões devem ser especificados conforme as normas aplicáveis (item 1), definindo-se e padronizando-se os materiais (PE 80 ou 100), as dimensões, classes de pressão (SDR), o método de união e os tipos de conexões utilizadas em cada situação, confoeme itens 2 e 3, bem como o método de instalação definido (item 6).

Os fabricantes e produtos devem ser pré-qualificados (vide módulo 2 – Controle de Qualidade) e atender aos procedimentos de inspeção aplicáveis para Recebimento de Materiais. Os fabricantes devem fornecer certificados de qualidade por lote de material fornecido acompanhando a Nota Fiscal dos Produtos, para sua rastreabilidade.

8 – Especificações para Contratação do Instalador

A empresa instaladora deve ter instaladores, soldadores e equipamentos de solda/Instalação qualificados conforme Módulo 3 – Qualificação de Soldador e Equipamentos de Instalação.

Devem apresentar os certificados dos profissionais e dos equipamentos dentro da validade antes do início da obra.

A Contratante deve avaliar os certificados de Soldadores e Equipamentos do Instalador e fazer inspeção dos mesmos, se julgar necessário, solicitar demonstração de soldas e de aplicação dos equipamentos para avaliar seu adequado desempenho, ou mesmo solicitar ensaios de ambos conforme normas pertinentes. Vide Módulo 3.

9 – Estocagem e Manuseio de Materiais

Devem se seguir as recomendações no módulo 4.1 – Procedimentos de Estocagem e Manuseio, e os de instalação e Reparo, respectivamente, módulos 4.2, 4.3 e 4.5.

Devem ser levadas em consideração as condições do local, acesso e armazenamento.

10 – Inspeção, Acompanhamento e Recebimento de Obras

A Contratante deve assegurar-se que os materiais nas obras tenham os respectivos certificados de qualidade e aprovação.

A Contratante deve inspecionar a qualidade das soldas e uniões executadas, bem como o correto manuseio dos equipamentos e adequados procedimentos de instalação, conforme Módulo 2–Controle de Qualidade e Módulo 4 – Instalação e Reparo.

A critério da Contratante, podem ser cortadas soldas para ensaios de laboratório, bem como exigir relatórios de todas as soldas executadas com os dados do soldador e equipamento que a realizou.

O recebimento da obra deve ser feito com a execução dos adequados procedimentos de limpeza da rede (higienização), testes de estanqueidade (módulo 4.8), e a entrega de as-built acompanhado dos relatórios de solda.

11 - Reparo

11.1 – Ramais

Usar União mecânica ou, preferencialmente, trocar todo o tubo do ramal.

Se a ligação não utiliza Tê de Serviço, trocar por Tê de Serviço Mecânico.

Se adaptador macho não for PN 16, substituir por PN 16 – NBR15.563

11.2 – Redes

DE 63 – DE 110: União de Compressão

DE 63 – DE 315: Luva de Eletrofusão

Furo na rede: Sela de reparo de Eletrofusão

Vide Módulo 4.5 – Procedimento de Reparo