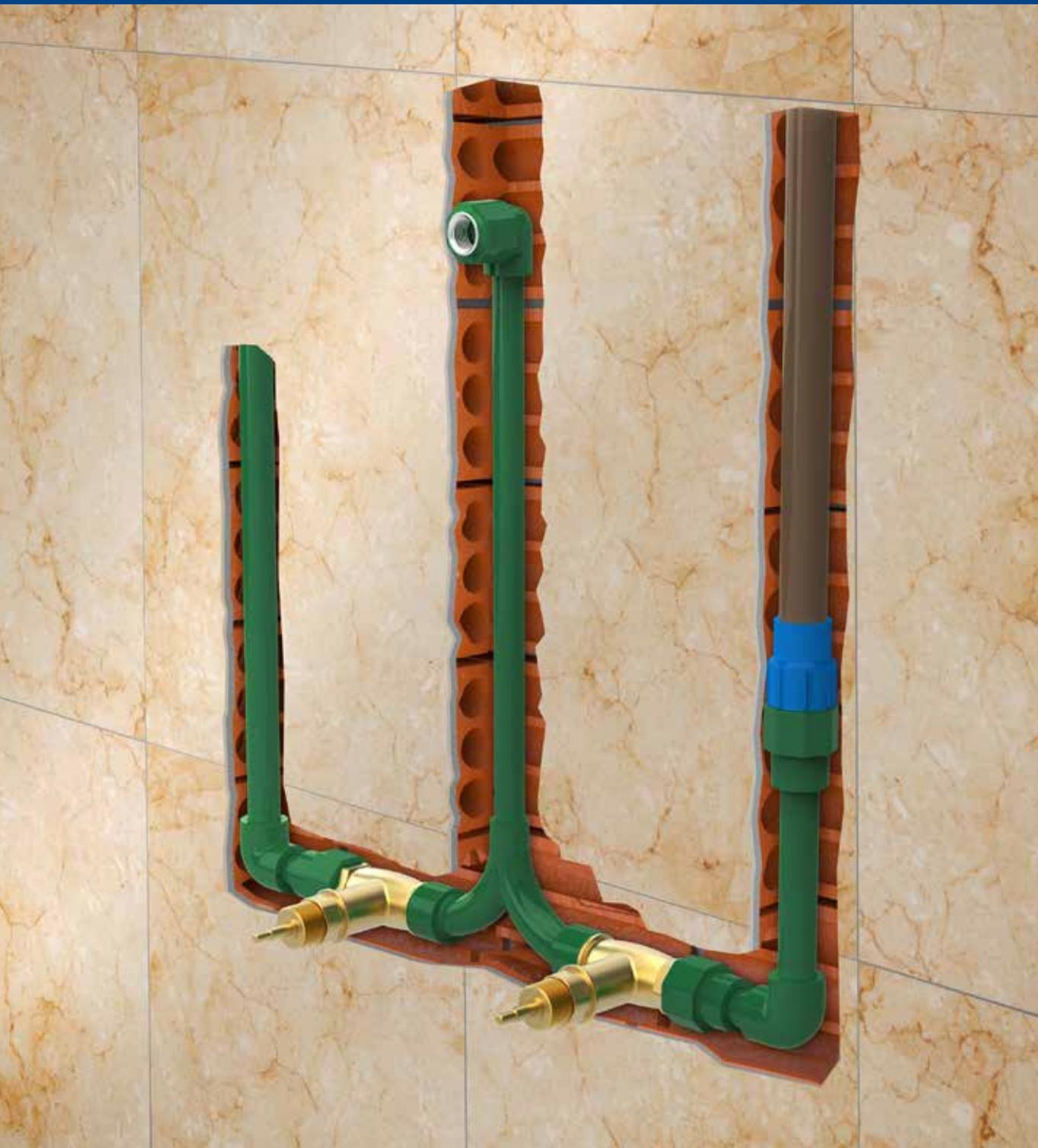


PPR TERMOFUSÃO

ÁGUA QUENTE



2. PPR Termofusão

A linha PPR Termofusão da Tigre oferece ao cliente toda a confiança e garantia de um produto de alta qualidade, que já está presente nos mais diferentes países. Com elevada resistência à temperatura e pressão, confere o melhor custo benefício para obras compactas.

2.1. Função/Aplicação

Condução de água fria e quente com alta exigência de desempenho e durabilidade. A linha é utilizada em residências, hotéis, clubes, hospitais, em sistemas de calefação e em instalações navais e industriais.



2.2. Benefícios e Diferenciais



Custo benefício

A linha fabricada em polipropileno oferece melhor custo benefício para obras de pequeno porte.



Segurança contra vazamentos

A solda por termofusão entre o tubo e a conexão confere a proteção contra vazamentos.



Alta durabilidade

Fabricado em PP a linha não sofre com oxidações no interior do tubo e das conexões, reduzindo o índice de manutenção e incrustações na rede.



Fácil operação e deslocamento

Produtos mais leves que facilitam a instalação e transporte das peças.



Excelente isolamento térmico

Melhor perda de calor em comparação com materiais metálicos, garantindo a temperatura ideal para o usuário.

2.3. Características Técnicas

Matéria-prima: A matéria-prima utilizada para a fabricação do Sistema é o PPR (Polipropileno Copolímero Random).

Cor: verde.

Diâmetros: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75 e 90 mm.

Classe de pressão: PN 12 (12 kgf/cm²), PN 20 (20 kgf/cm²) e PN 25 (25 kgf/cm²).

Características	Método de Medição	Unidades	Valores
Índice de Fluidez (230°C/2.16kg)	ISO 1133	G / 10 MIN	0,3
Densidade	ISO 1183	g/cm ³	0,9
Temperatura de Fusão	Microscópio de polarização	°C	140 - 150
Módulo de Elasticidade e Flexão 23°C	ISO 178	Mpa	830
Resistência à Tração no Limite Elástico	ISO 527-2	Mpa	25
Alongamento no Limite Elástico	ISO 527-2	%	11
Dureza Short D	ASTM D2240	—	70
Resistência ao Impacto Charpy c/e a 23°C	ISO179	KJ/m ²	50
Resistência ao Impacto Charpy c/e a 0°C	ISO179	KJ/m ²	5
Ponto de Fusão	Método interno	°C	136,5 - 142,5
Condutividade Térmica a 23°C	DIN 8078	W/mk	0,23
Resistividade de Volume a 20°C	—	Ω cm	>1x1016

A seguir, veja a relação de normas de referência que regem a fabricação do Sistema PPR Termofusão e que asseguram excelente desempenho, proporcionando um alto grau de segurança às instalações.

NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA	
IRAM 13470	Sistemas de tubos de polipropileno para união por termofusão. Tubos de polipropileno para transporte de líquidos sob pressão. Medidas e pressões nominais.
IRAM 13471	Tubos de polipropileno para união por termofusão destinados ao transporte de líquidos à baixa pressão. Requisitos.
IRAM 13472	Tubos de polipropileno. Conexões de polipropileno, para união por termofusão, com tubos de mesmo material, para a condução de líquidos à baixa pressão (partes 1 e 2).
DIN 2000	Diretivas e requisitos de água potável. Estudo, construção e funcionamento das instalações.
DL/S 2203	Prova das conexões a fundir em materiais termoplásticos.
DVS 2207	Soldagem para materiais termoplásticos.
DVS 2208	Máquinas e equipamentos adequados para termofusão.
DIN 2999	Conexão com junta metálica.
DIN 8076	Tubos termoplásticos sob pressão.
DIN 8077	Tubos em polipropileno PP, dimensões.
DIN 8078	Tubos em polipropileno. Requisitos gerais de qualidade - provas, especificações e métodos de ensaio.
UNI 9182	Sistema de alimentação e sistema de engenharia para distribuição de água quente e água fria.
DIN 16960	Soldagem de materiais termoplásticos - princípios.
DIN 16962	Tubos e conexões de polipropileno (PP) - dimensões e ensaios para conexões.
DIN 16774	Massa termoplástica: polipropileno (PP).
DIN 53735	Provas dos materiais plásticos: determinação do índice de fusão dos termoplásticos.

2.3.1. A Estrutura Molecular do PPR

O polipropileno é uma resina poliolefínica, composta principalmente por petróleo, e foi desenvolvida pelos europeus em 1954. Derivações químicas, conforme abaixo, geram a ruptura das cadeias moleculares originando o polipropileno. Para que se chegasse à última geração de polipropilenos, foi necessário um profundo desenvolvimento, como abaixo:

Tipo 01 - Polipropileno homopolímero

-P-P-P-P-P-P-P-...-P-P-P-P-P-P-P

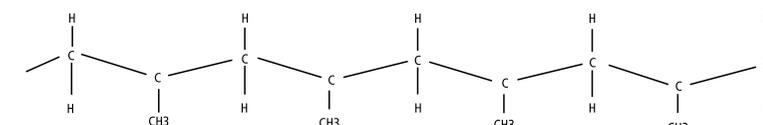
Tipo 02 - Polipropileno block

(P-P-P-...P) + (P-P-E-E-E-P-P-E-E-E-P-P-)

Tipo 03 - Polipropileno Copolímero Random

-P-P-P-E-P-P-P-E-P-...-P-P-P-E-P-P-P

Produção do Polipropileno - Cadeia de Polímeros



O Polipropileno Copolímero Random – Tipo 3 – precisa agregar elevada resistência à temperatura à alta resistência à pressão. Por isso, atualmente poucas empresas petroquímicas mundiais possuem tecnologia para fabricá-lo. Essa matéria-prima de cor verde em pequenos grânulos é submetida a diversos testes, de acordo com as normas:

ISO/R 527 - Tensão de ruptura

ISO 1133 - Índice de fluência

ISO/R 1183 - Densidade e massa volumétrica

ISO 1191 - Coeficiente de viscosidade

ISO 2039 - Dureza à penetração

Países como Alemanha, Turquia, Itália e Argentina utilizam essa solução para condução de água quente com sucesso há mais de 30 anos, comprovando sua aplicabilidade depois de ser submetida às mais severas condições de utilização e a testes em renomados laboratórios.

2.3.2. Comparativo de Diâmetros

Tabela 7 - Comparativo de Diâmetros PPR, Soldável, Roscável e Aquatherm®

PPR PN 12		PPR PN 20		PPR PN 25		Soldável		Roscável		Aquatherm®	
DN	DI	DN	DI	DN	DI	DN	DI	DN	DI	DN	DI
20	16,2	20	14,4	20	13,2	20	17	1/2"	7,5	15	12,2
25	20,4	25	18	25	16,6	25	21,6	3/4"	13,25	22	18
32	26,2	32	23,2	32	21,2	32	27,8	1"	18,4	28	23,4
40	32,6	40	29	40	24,6	40	35,2	1 1/4"	24,35	35	28,5
50	40,8	50	36,2	50	33,2	50	44	1 1/2"	30,1	42	33,7
60	48,4	60	45	60	42	60	53,4	2"	41,4	54	44,2
75	61,4	75	54,4	75	50	75	66,6	2 1/2"	54,1	73	60
90	73,6	90	65,4	90	60	90	80,6	3"	66,6	89	74,1
110	90	110	79,8	110	73,4	110	97,8	4"	91,6	114	93,9

2.4. Instruções

2.4.1. Execução de Juntas

1 Antes de iniciar o processo de termofusão, é fundamental realizar a limpeza dos bocais da termofusora com um pano embebido em álcool e verificar o seu correto ajuste sobre a placa do equipamento.



2 Recomenda-se o corte dos tubos com tesoura para evitar rebarbas.



3 Limpe a ponta do tubo e o interior do bocal com um pano embebido em álcool.



4 Marque a profundidade de inserção na ponta do tubo, conforme a medida especificada na tabela 8, de acordo com o diâmetro.



5 Introduza simultaneamente o tubo e a conexão em seus respectivos bocais, de forma perpendicular à placa termofusora.

Obs.: A conexão deve ser encaixada até o final do bocal macho. O tubo não deverá ultrapassar a marca da profundidade anteriormente feita.



6 Retire o tubo e a conexão da termofusora após passado o tempo mínimo determinado para a fusão, conforme tabela 9.



7 Imediatamente proceda à união. Pare a introdução do tubo na conexão quando os dois anéis visíveis que se formam em função do movimento do material estiverem unidos.

Obs.: Durante 3 segundos, é possível alinhar a conexão ou girá-la não mais que 15°.



8 Recomenda-se deixar a junta em repouso até atingir esfriamento total, conforme especificado na tabela 9.



- 9** Uma vez concluída a instalação, armazene corretamente a termofusora após o esfriamento da placa.



Tabela 8 - Profundidades de Inserção

Diâmetro (tubo e conexão)	Profundidade de Inserção no Bocal - P(MM)
20	12
25	13
32	14,5
40	16
50	18
63	24
75	26
90	29

Tabela 9 - Tempos para Termofusão

Diâmetro (tubo e conexão)	Tempo mínimo de Aquecimento (segundos)	Intervalo máximo para acoplamento (segundos)	Tempo de esfriamento (minutos)
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	6

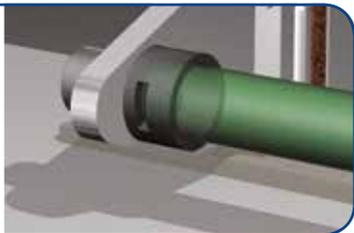
Obs.: Aumentar em 50% quando a temperatura ambiente for menor que 10°C.

2.4.2. Execução de Juntas com Bocais Ranhurados

- 1** Caso sejam utilizados bocais ranhurados, não é necessário fazer a marcação da profundidade nos tubos, já que a ranhura serve como marca visual para a correta inserção do tubo.

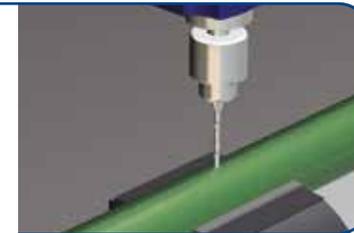


- 2** Introduza o tubo até que este atinja o início da ranhura do bocal.

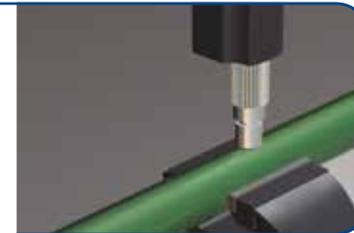


2.4.3. Instalação do Selim de Derivação

- 1** Perfure o tubo com uma broca de 12 mm no lugar onde se fará a derivação.



- 2** Utilize a furadeira com perfurador para selim de derivação.



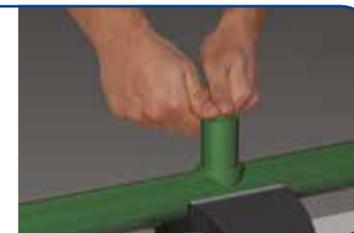
- 3** Coloque na termofusora os bocais para selins de derivação. Utilize o bocal côncavo para aquecer o tubo, e o convexo para a derivação. Aqueça o tubo durante 30 segundos até que se forme um anel ao redor do bocal.



- 4** A seguir, aqueça o selim durante 20 segundos, mas sem retirar o bocal do tubo (aquecimento total do tubo: 50 segundos).



- 5** Rapidamente, retire a termofusora e pressione o selim durante 30 segundos. A seguir, deixe esfriar a união durante 10 minutos.



Importante:

Esse procedimento deve ser respeitado em cada um dos seus passos e deve ser feito com o ferramental indicado a fim de assegurar o sucesso da fusão.

Os selins de derivação do sistema de Termofusão TIGRE são conexões desenvolvidas especificamente para acompanhar e completar a linha de "tês" de redução. A sua utilização é simples e com excelentes resultados se forem seguidas as indicações e usadas as ferramentas correspondentes. O tubo onde for efetuada a fusão do selim deve estar perfeitamente limpo e seco. No caso de adicionar um selim a uma tubulação existente, verifique se esta se encontra sem água e seca no local onde se fará a fusão. Realize as operações com a máquina perfuradora na posição perpendicular em relação ao tubo para evitar que o furo fique descentralizado.

2.4.4 .Utilização do Termofusor

O Termofusor é um equipamento de utilização manual com elemento térmico de contato, utilizado em soldagens por termofusão entre tubos e conexões de Polipropileno Random - Tipo 3. Esse equipamento possui um dispositivo de regulação de temperatura para atingir o ponto de fusão (260°C) do material. Antes de instalar o Termofusor, leia com atenção as instruções contidas no manual que acompanha o produto e as informações abaixo.

Importante:

- O operador do termofusor deve ler o manual antes de começar a operar o equipamento.
- Certifique-se do comprimento das medidas de segurança informadas no manual e nos catálogos técnicos para evitar acidentes como choques elétricos, ferimentos e incêndios.
- Utilize o termofusor somente para as finalidades descritas neste manual.
- O conteúdo do equipamento, as imagens e as ilustrações, bem como as informações contidas neste manual, podem sofrer alterações sem aviso prévio, com o objetivo de melhorar a qualidade e o funcionamento do produto, ou até mesmo devido às alterações nas regras de segurança.

Cuidado

Veja a seguir alguns procedimentos que devem ser respeitados durante o manuseio do termofusor. Tais situações podem apresentar perigos de morte, ferimentos graves ou danos materiais ao usuário.

- 1 - Certifique-se de que utilizará a tensão correta para o equipamento (110 V ou 220 V). Se a tensão for diferente, pode queimar o equipamento, além de facilitar a formação de fogo ou incêndio.
- 2 - Somente conecte o termofusor à rede elétrica após tê-lo fixado ao suporte.
- 3 - Não manuseie o equipamento com as mãos molhadas.
- 4 - Não utilize o termofusor em condições de contato com água, sob chuva, em ambientes úmidos ou molhados.
- 5 - Não utilize o equipamento próximo de gases ou fluidos inflamáveis, como gasolina ou aguarrás, pois poderá provocar explosões ou incêndios.
- 6 - Mantenha limpo e iluminado o local onde utilizará o termofusor.
- 7 - Não sobrecarregue o termofusor, apenas utilize-o nas condições para o qual foi fabricado.
- 8 - Não manipule o cabo de alimentação elétrica de forma perigosa e jamais o desconecte da tomada puxando pelo cabo.
- 9 - Inspeção regularmente o cabo de alimentação elétrica. Caso esteja danificado, solicite o reparo a fim de evitar choques elétricos e acidentes.
- 10 - Diante de odor não habitual, vibrações ou ruídos no equipamento, desligue-o imediatamente e entre em contato com o representante ou distribuidor local.

Descrição do Equipamento

Aplicação: Destinado a realizar a soldagem por termofusão entre tubos e conexões de PPR.
Modelos: T-63 (para tubos até DN 63 mm) e T-110 (para tubos até DN 110 mm)

Nomenclatura das peças:

- | | |
|--|--------------------|
| 1 - Maleta de metal | 2 - Chave Allen |
| 3 - Chave reforçada | 4 - Parafusos |
| 5 - Suporte de mesa | 6 - Suporte manual |
| 7 - Jogo de bocais (não acompanha o produto) | |



2.4.4.1. Características Técnicas

Modelo T-63



Tensão: 230 V
Potência Nominal: 800 W
Frequência: 50/60 Hz
Amplitude de trabalho:
20 mm a 63 mm
Temperatura de trabalho:
260°
Dimensões: 37 x 5 x 13,5 cm
Peso: 1,8 Kg

Modelo T-110

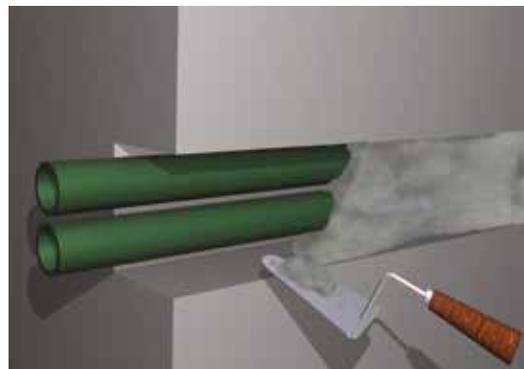
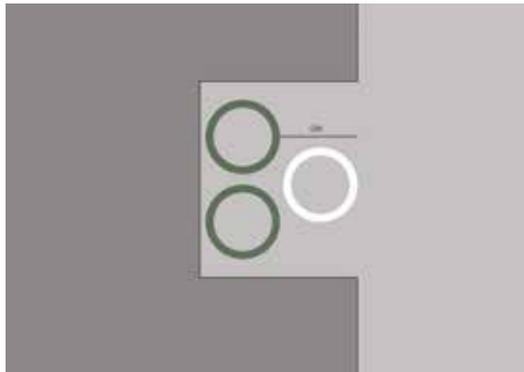


Tensão: 230 V
Potência Nominal: 1200 W
Frequência: 50/60 Hz
Amplitude de trabalho:
20 mm a 110 mm
Temperatura de trabalho:
260°
Dimensões: 38 x 6 x 15,5 cm
Peso: 2,0 Kg

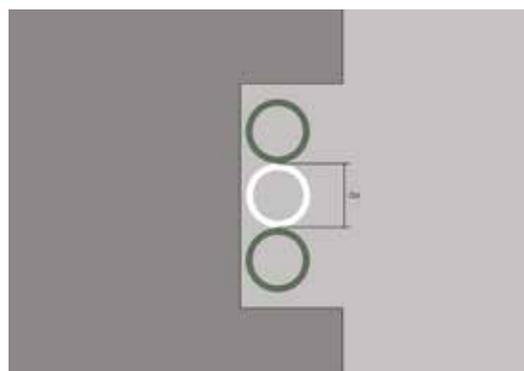
Obs.: Produtos com garantia de 1 ano a partir da data de aquisição.

2.4.5. Instalações Embutidas

Para embutir o sistema de Termofusão TIGRE, no caso de uma parede profunda, a tubulação deverá ficar a uma profundidade mínima igual ao diâmetro da tubulação, fazendo-se o recobrimento com argamassa como apresentado nas figuras abaixo. Não é necessário argamassa de grande resistência para fechamento da canaleta.



Em caso de paredes estreitas e passagem de tubulação de água fria e quente pela mesma canaleta, deve-se aumentar a sua largura de forma a separar ambas as tubulações a uma distância equivalente ao diâmetro da tubulação como mostra a imagem a seguir.



2.4.6. Instalações Aparentes

As tubulações aparentes devem ser instaladas de forma a permitir a dilatação térmica natural do sistema. Devem ser instaladas por meio de braçadeiras, intercaladas entre pontos fixos e pontos deslizantes.

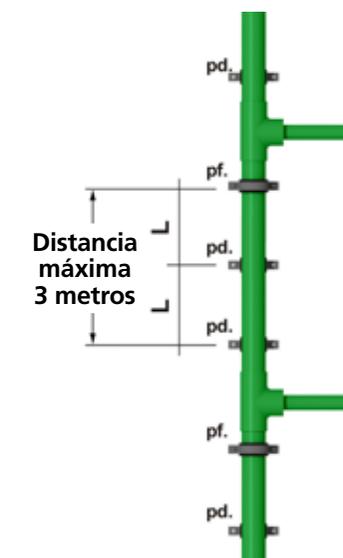
Pontos Fixos

Devem estar posicionados em todas as mudanças de direção da instalação hidráulica (tês, joelhos, etc.), impedindo que os esforços de dilatação térmica da tubulação sejam descarregados sobre as tubulações aparentes. A distância entre apoios fixos não deve ser maior do que 3 metros.

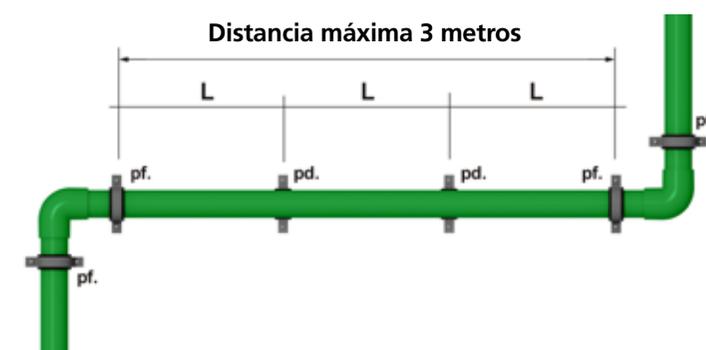
Pontos Deslizantes

São suportes que permitem o deslocamento axial da tubulação, devendo ser instalados conforme tabela de distância máxima entre pontos fixos:

Instalação Vertical – distância entre pontos fixos e deslizantes:



Instalação Horizontal – distância entre pontos fixos e deslizantes:



Especificações para Braçadeiras

As braçadeiras normalmente usadas são metálicas, revestidas com material que impede seu contato direto com os tubos (borracha), evitando avarias à superfície da tubulação.

Deve-se considerar os seguintes valores de distância máxima entre suportes:

Tabela 10 - Distância Máxima Entre Apoios

Distância Máxima Entre Apoios (em cm) para PN 12, PN 20 e PN 25										
Tipo de tubo		Temperatura de Serviço C°								
		0 C	10 C	20 C	30 C	40 C	50 C	60 C	70 C	80 C
PN 12	20	65	60	50	50	45				
	25	75	70	60	60	50				
	32	90	85	80	70	65				
	40	100	100	90	80	75				
	50	125	110	100	95	85				
	63	145	130	120	100	100				
	75	160	150	135	120	115				
	90	180	170	150	140	130				
PN 20	20	75	70	60	55	50	50	45	40	40
	25	85	80	70	65	60	55	50	50	40
	32	100	90	80	75	70	65	60	55	50
	40	120	100	100	90	80	75	70	65	60
	50	135	120	110	100	95	90	80	75	70
	63	160	140	130	120	110	100	95	85	80
	75	180	160	150	130	125	115	100	100	90
	90	200	180	165	150	140	130	120	110	100
PN 25	20	80	70	60	60	50	50	45	40	40
	25	90	80	70	70	60	60	50	50	45
	32	100	90	90	80	70	70	60	60	50
	40	120	110	100	90	85	80	70	65	60
	50	140	130	120	100	100	90	80	80	70
	63	160	150	135	120	115	100	100	90	80
	75	180	170	150	140	130	120	110	100	90
	90	200	190	170	160	150	130	125	115	100

Essa tabela indica as distâncias máximas admissíveis entre apoios consecutivos horizontais. Para instalações verticais, pode-se aumentar a distância em 30%.

Dilatação Térmica

Da mesma forma que todos os materiais da obra, os tubos de Termofusão TIGRE sofrem os efeitos de contração e dilatação. As características de resistência dos tubos e das conexões não requerem nenhum tipo de proteção especial para esse fim, porém é conveniente criar um espaço livre entre a tubulação e o reboco, o que pode ser obtido através do envolvimento da tubulação em material como papelão, com o objetivo de impedir a formação de trincas na alvenaria.

Em instalações aparentes maiores que 40 metros de comprimento, deve-se considerar a dilatação linear antes de iniciar o projeto. O traçado da tubulação deve ser de forma a permitir a livre movimentação da tubulação.

A dilatação linear se calcula com a seguinte fórmula:

$$\Delta L = \Delta T \times L \times \alpha$$

Onde:

ΔL = dilatação linear - variação do comprimento da tubulação (mm)

α = coeficiente de dilatação linear do tubo (0,15 mm/m°C)

L = comprimento do tubo (m)

ΔT = variação de temperatura (Tt - Tm): °C

Cálculo do T:

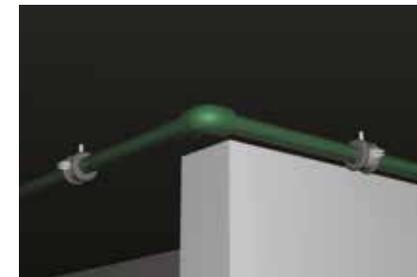
$$T = Tt - Tm$$

Onde:

Tt = temperatura de trabalho (°C)

Tm = temperatura de montagem (°C)

Para compensar as variações de comprimento causadas pela dilatação térmica, pode-se utilizar mudanças de direção ou liras, conforme abaixo:



A) Mudanças de direção

Fórmula para cálculo do comprimento do braço flector:

$$LB = \sqrt{C \times DE \times \Delta L}$$

Onde:

LB = comprimento do braço (mm)

C = constante específica do PPR (15)

DE = diâmetro externo do tubo (mm)

ΔL = dilatação linear da tubulação (mm)



B) Liras de dilatação, formadas por 4 curvas a 90°, funcionam como um duplo braço deslizante. O comprimento da lira (LC) deve ser pelo menos 10 vezes o diâmetro do tubo. Já o comprimento do braço deslizante (L_b) se calcula pela fórmula anterior.

Isolamento Térmico

No caso de instalações de água quente central para os montantes, retornos e tubulações de distribuição e em instalações de água quente individuais com tubulação de grande extensão, recomenda-se recobrir a tubulação com proteções térmicas a fim de otimizar o rendimento dos equipamentos.

2.4.7. Execução de Reparos

- 1 Faça um corte perpendicular no trecho danificado do tubo. Puxe as extremidades para fora da abertura da parede, apoiando-as em calços de madeira.



- 2 Aqueça as extremidades dos tubos e da luva.

Obs.: O tempo de aquecimento da luva deverá ser o dobro do tempo usado para o tubo.



- 3 Imediatamente proceda à união, retirando os calços para que a tubulação volte à sua posição normal.



2.4.8. Execução de Braços Elásticos

$$L_s = \sqrt{C \times DE \times \Delta L}$$

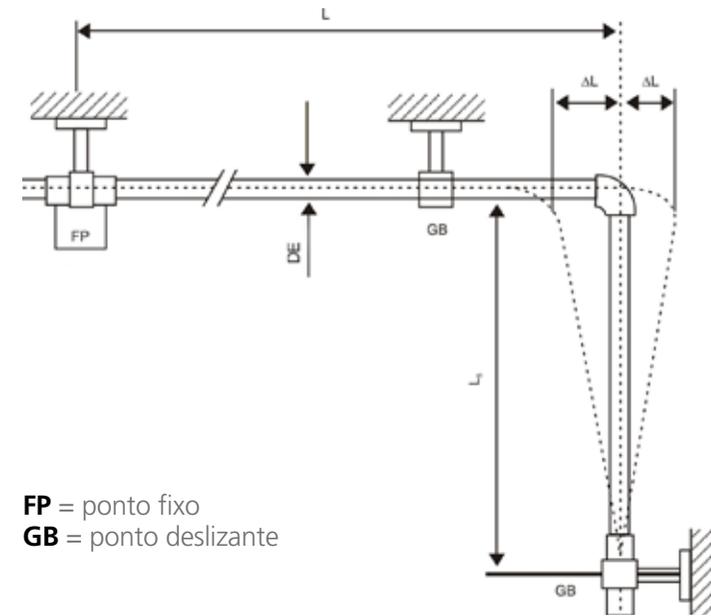
Onde:

L_s = comprimento do braço elástico (mm)

DE = diâmetro externo do tubo (mm)

ΔL = dilatação linear do tubo (mm)

C = constante para o PPR (30)



2.4.9. Transporte/Armazenamento

- Transportar as tubulações cuidadosamente empilhadas.



- Não armazenar as tubulações ao ar livre nem em pilhas com mais de 1,50 metro.



- Não submeter a termofusão a movimentações durante a fase de resfriamento.
- Não interromper o processo de termofusão por erro na escolha das peças. Ao terminar a termofusão errada, deve-se cortar e guardar o segmento para voltar a utilizá-lo.

- Não trocar os bocais quentes com qualquer ferramenta – utilize pinça especial fornecida pelo fabricante do equipamento.
- Não deixar exposto ao sol nenhum trecho da instalação sem proteção (nem em regiões de temperatura muito baixa).
- Não executar termofusão na presença de água.
- Não utilizar brocas comuns no lugar dos perfuradores para selim de derivação.
- Proteja os tubos dos impactos na obra.



Proteção contra a Radiação do Sol

Todos os materiais sintéticos são atacados, em maior ou menor grau, pelos raios solares (principalmente a radiação ultravioleta). Esse ataque se manifesta como uma degradação paulatina do produto de fora para dentro, que se observa como uma casca.

Para que esse problema não surja nos tubos, a recomendação é proteger a instalação exposta ao sol desde o momento do transporte até sua montagem.

Para isso, o mercado conta com a oferta de bainhas de polietileno expandido, muito aconselháveis como proteção contra os raios UV, e também conta com fitas engomadas de diferentes procedências, que devem ser fortes para resistir em si mesmas à ação degradante dos UV e também fitas de alumínio que atuam como proteção contra os raios UV.

Teste Hidráulico

O teste hidráulico de pressão e estanqueidade para os Tubos PPR Termofusão TIGRE deve ser realizado a uma pressão de 1,5 vezes a pressão de trabalho, para tubulações de até 100 m de distância. Para trechos maiores, recomendamos subdividir em setores menores, com no máximo 100 metros.

Nas instalações prediais, o teste hidráulico deve ser realizado somente 1 hora após a última termofusão. Caso a pressão manométrica supere 40 m.c.a., deve-se instalar uma Válvula Redutora de Pressão. Deve ser utilizado um manômetro aferido próximo ao ponto a ser testado.

O manômetro informará a pressão estática normal da tubulação pressurizada. Com o auxílio da Válvula Redutora de Pressão, aumente a pressão estática em um intervalo de 10 minutos. Após o teste, regule a Válvula Redutora de Pressão, voltando à situação original.

2.4.10. Informações Gerais

Soldagem

Os tubos e conexões a serem soldados devem estar sempre bem limpos, e o termostato do Termofusor deve indicar a temperatura adequada (luz verde).

Evite torcer as partes soldadas durante a soldagem, bem como após o procedimento.

Conexões com Inseto Metálico

Quando forem utilizadas conexões PPR que possuam insertos metálicos, deve-se evitar forçar apertos na realização das uniões e não usar quantidades excessivas de Fita Veda Rosca.

Contato com Corpos Cortantes

O contato involuntário com produtos cortantes pode provocar danos sobre a superfície externa dos tubos, podendo causar rupturas posteriormente. É imprescindível atentar quanto a isso durante o armazenamento, o transporte ou a instalação.

Condensação

Em instalações de sistemas de refrigeração, ocorre o fenômeno da condensação, onde a temperatura interna da tubulação é menor em relação à pressão atmosférica e umidade relativa do ar no local. Para isso, recomenda-se cobrir a tubulação com um isolante térmico, como poliuretano expandido, lã de vidro ou EPS.

2.5. Perda de Carga para Tubos PPR

Tabela 11 - Perda de Carga para Tubos PPR - PN20

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	2,8	14,4	0,4	234,5	0,07	19,23	192,35	1,92
25	3,5	18	0,4	366,4	0,1	14,34	143,45	1,43
32	4,5	23	0,4	598,3	0,17	10,42	104,22	1,04
40	5,6	28,8	0,4	938,1	0,26	7,79	77,92	0,78
50	6,9	36,2	0,4	1482,1	0,41	5,81	58,1	0,58
63	8,7	45,6	0,4	2351,7	0,65	4,33	43,29	0,43
75	10,4	54,2	0,4	3322,4	0,92	3,48	34,78	0,35
90	12,5	65	0,4	4778,4	1,33	2,77	27,66	0,28
20	2,8	14,4	0,6	351,8	0,1	38,55	385,48	3,85
25	3,5	18	0,6	549,7	0,15	28,86	288,6	2,89
32	4,5	23	0,6	897,4	0,25	21,05	210,51	2,11
40	5,6	28,8	0,6	1407,1	0,39	15,79	157,93	1,58
50	6,9	36,2	0,6	2223,1	0,62	11,81	118,14	1,18
63	8,7	45,6	0,6	3527,6	0,98	8,83	88,3	0,88
75	10,4	54,2	0,6	4983,6	1,38	7,11	71,09	0,71
90	12,5	65	0,6	7167,5	1,99	5,67	56,66	0,57
20	2,8	14,4	0,8	469	0,13	63,53	635,31	6,35
25	3,5	18	0,8	732,9	0,2	47,68	476,79	4,77
32	4,5	23	0,8	1196,6	0,33	34,86	348,64	3,49
40	5,6	28,8	0,8	1876,1	0,52	26,21	262,13	2,62
50	6,9	36,2	0,8	2964,1	0,82	19,65	196,49	1,96
63	8,7	45,6	0,8	4703,4	1,31	14,71	147,14	1,47
75	10,4	54,2	0,8	6644,8	1,85	11,86	118,63	1,19
90	12,5	65	0,8	9556,7	2,65	9,47	94,68	0,95

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	2,8	14,4	1	586,3	0,16	93,95	939,47	9,39
25	3,5	18	1	916,1	0,25	70,63	706,27	7,06
32	4,5	23	1	1495,7	0,42	51,74	517,36	5,17
40	5,6	28,8	1	2345,2	0,65	38,96	389,57	3,9
50	6,9	36,2	1	3705,2	1,03	29,24	292,44	2,92
63	8,7	45,6	1	5879,3	1,63	21,93	219,3	2,19
75	10,4	54,2	1	8306	2,31	17,7	176,98	1,77
90	12,5	65	1	11945,9	3,32	14,14	141,39	1,41

20	2,8	14,4	1,2	703,6	0,2	129,64	1296,45	12,96
25	3,5	18	1,2	1099,3	0,31	97,59	975,89	9,76
32	4,5	23	1,2	1794,9	0,5	71,58	715,81	7,16
40	5,6	28,8	1,2	2814,2	0,78	53,96	539,62	5,4
50	6,9	36,2	1,2	4446,2	1,24	40,55	405,53	4,06
63	8,7	45,6	1,2	7055,1	1,96	30,44	304,42	3,04
75	10,4	54,2	1,2	9967,2	2,77	24,59	245,87	2,46
90	12,5	65	1,2	14335,1	3,98	19,66	196,56	1,97

20	2,8	14,4	1,4	820,8	0,23	170,51	1705,15	17,05
25	3,5	18	1,4	1282,5	0,36	128,48	1284,85	12,85
32	4,5	23	1,4	2094	0,58	94,34	943,42	9,43
40	5,6	28,8	1,4	3283,3	0,91	71,18	711,85	7,12
50	6,9	36,2	1,4	5187,3	1,44	53,54	535,43	5,35
63	8,7	45,6	1,4	8231	2,29	40,23	402,27	4,02
75	10,4	54,2	1,4	11628,4	3,23	32,51	325,09	3,25
90	12,5	65	1,4	16724,3	4,65	26,01	260,06	2,6

20	2,8	14,4	1,6	938,1	0,26	216,48	2164,78	21,65
25	3,5	18	1,6	1465,7	0,41	163,25	1632,54	16,33
32	4,5	23	1,6	2393,1	0,66	119,98	1199,75	12
40	5,6	28,8	1,6	3752,3	1,04	90,59	905,94	9,06
50	6,9	36,2	1,6	5928,3	1,65	68,19	681,9	6,82
63	8,7	45,6	1,6	9406,8	2,61	51,27	512,66	5,13
75	10,4	54,2	1,6	13289,6	3,69	41,45	414,5	4,14
90	12,5	65	1,6	19113,4	5,31	33,17	331,75	3,32

20	2,8	14,4	1,8	1055,3	0,29	267,47	2674,74	26,75
25	3,5	18	1,8	1649	0,46	201,85	2018,53	20,19
32	4,5	23	1,8	2692,3	0,75	148,45	1484,47	14,84
40	5,6	28,8	1,8	4221,3	1,17	112,16	1121,63	11,2
50	6,9	36,2	1,8	6669,3	1,85	84,48	844,76	8,45
63	8,7	45,6	1,8	10582,7	2,94	63,55	635,47	6,35
75	10,4	54,2	1,8	14950,8	4,15	51,4	514	5,14
90	12,5	65	1,8	21502,6	5,97	41,15	411,55	4,12

20	2,8	14,4	2	1172,6	0,33	323,45	3234,55	32,35
25	3,5	18	2	1832,2	0,51	244,24	2442,43	24,42
32	4,5	23	2	2991,4	0,83	179,73	1797,33	17,97
40	5,6	28,8	2	4690,4	1,3	135,87	1358,73	13,59
50	6,9	36,2	2	7410,4	2,06	102,39	1023,85	10,24
63	8,7	45,6	2	11758,5	3,27	77,06	770,57	7,71
75	10,4	54,2	2	16612	4,61	62,35	623,49	6,23
90	12,5	65	2	23891,8	6,64	49,94	499,39	4,99

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	2,8	14,4	2,5	1465,7	0,41	484,98	4849,79	48,5
25	3,5	18	2,5	2290,2	0,64	366,64	3666,37	36,66
32	4,5	23	2,5	3739,3	1,04	270,12	2701,24	27,1
40	5,6	28,8	2,5	5863	1,63	204,42	2044,19	20,44
50	6,9	36,2	2,5	9263	2,57	154,19	1541,92	15,42
63	8,7	45,6	2,5	14698,1	4,08	116,16	1161,59	11,62
75	10,4	54,2	2,5	20765	5,77	94,05	940,52	9,41
90	12,5	65	2,5	29864,8	8,3	75,39	753,85	7,54

20	2,8	14,4	3	1758,9	0,49	677	6769,98	67,7
25	3,5	18	3	2748,3	0,76	512,24	5122,42	51,22
32	4,5	23	3	4487,1	1,25	377,74	3777,36	37,77
40	5,6	28,8	3	7035,6	1,95	286,08	2860,77	28,61
50	6,9	36,2	3	11115,5	3,09	215,95	2159,47	21,59
63	8,7	45,6	3	17637,8	4,9	162,8	1627,98	16,28
75	10,4	54,2	3	24917,9	6,92	131,88	1318,83	13,19
90	12,5	65	3	35837,7	9,95	105,76	1057,61	10,58

20	2,8	14,4	3,5	2052	0,57	899,23	8992,29	89,92
25	3,5	18	3,5	3206,3	0,89	680,84	6808,45	68,08
32	4,5	23	3,5	5235	1,45	502,41	5024,15	50,24
40	5,6	28,8	3,5	8208,2	2,28	380,73	3807,31	38,07
50	6,9	36,2	3,5	12968,1	3,6	287,56	2875,64	28,76
63	8,7	45,6	3,5	20577,4	5,72	216,91	2169,08	21,69
75	10,4	54,2	3,5	29070,9	8,08	175,79	1757,87	17,58
90	12,5	65	3,5	41810,7	11,61	141,03	1410,27	14,1

Tabela 12 - Perda de Carga para Tubos PPR - PN25

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	3,4	13,2	0,4	197,1	0,05	21,58	215,8	2,16
25	4,2	16,6	0,4	311,7	0,09	15,95	159,51	1,6
32	5,4	21,2	0,4	508,3	0,14	11,59	115,86	1,16
40	6,7	26,6	0,4	800,2	0,22	8,63	86,33	0,86
50	8,4	33,2	0,4	1246,6	0,35	6,49	64,91	0,65
63	10,5	42	0,4	1995	0,55	4,81	48,06	0,48
75	12,5	50	0,4	2827,4	0,79	3,85	38,52	0,39
90	15	60	0,4	4071,5	1,13	3,06	30,59	0,31

20	3,4	13,2	0,6	295,6	0,08	43,18	431,8	4,32
25	4,2	16,6	0,6	467,5	0,13	32,05	320,48	3,2
32	5,4	21,2	0,6	762,5	0,21	23,37	233,72	2,34
40	6,7	26,6	0,6	1200,3	0,33	17,48	174,77	1,75
50	8,4	33,2	0,6	1869,9	0,52	13,18	131,82	1,32
63	10,5	42	0,6	2992,6	0,83	9,79	97,93	0,98
75	12,5	50	0,6	4241,2	1,18	7,87	78,65	0,79
90	15	60	0,6	6107,3	1,7	6,26	62,61	0,63



De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	3,4	13,2	0,8	394,1	0,11	71,09	710,95	7,11
25	4,2	16,6	0,8	623,3	0,17	52,9	529	5,29
32	5,4	21,2	0,8	1016,6	0,28	38,68	386,78	3,87
40	6,7	26,6	0,8	1600,5	0,44	28,99	289,87	2,9
50	8,4	33,2	0,8	2493,2	0,69	21,91	219,08	2,19
63	10,5	42	0,8	3990,1	1,11	16,31	163,08	1,63
75	12,5	50	0,8	5654,9	1,57	13,12	131,17	1,31
90	15	60	0,8	8143	2,26	10,46	104,56	1,05

20	3,4	13,2	1	492,7	0,14	105,06	1.050,59	10,51
25	4,2	16,6	1	779,1	0,21	78,31	783,14	7,83
32	5,4	21,2	1	1270,8	0,35	57,36	573,62	5,74
40	6,7	26,6	1	2000,6	0,55	43,06	430,56	4,31
50	8,4	33,2	1	3116,5	0,86	32,59	325,89	3,26
63	10,5	42	1	4987,6	1,39	24,29	242,93	2,43
75	12,5	50	1	7068,6	1,96	19,56	195,59	1,96
90	15	60	1	10178,8	2,82	15,61	156,07	1,56

20	3,4	13,2	1,2	591,2	0,17	144,9	1449,03	14,49
25	4,2	16,6	1,2	935	0,25	108,16	1081,6	10,82
32	5,4	21,2	1,2	1524,9	0,42	79,33	793,32	7,93
40	6,7	26,6	1,2	2400,7	0,66	59,62	596,16	5,96
50	8,4	33,2	1,2	3739,8	1,03	45,17	451,72	4,52
63	10,5	42	1,2	5985,1	1,67	33,71	337,11	3,37
75	12,5	50	1,2	8482,3	2,35	27,16	217,62	2,18
90	15	60	1,2	12214,5	3,38	21,69	216,91	2,17

20	3,4	13,2	1,4	689,7	0,18	190,5	1905,04	19,05
25	4,2	16,6	1,4	1090,8	0,3	142,35	1423,51	14,24
32	5,4	21,2	1,4	1779,1	0,49	104,52	1045,21	10,45
40	6,7	26,6	1,4	2800,8	0,78	78,62	786,16	7,86
50	8,4	33,2	1,4	4363,1	1,21	59,6	596,23	5,96
63	10,5	42	1,4	6982,6	1,94	44,53	445,33	4,45
75	12,5	50	1,4	9896	2,75	35,9	359,04	3,59
90	15	60	1,4	14250,3	3,96	28,69	286,89	2,87

20	3,4	13,2	1,6	788,2	0,22	241,77	2417,74	24,18
25	4,2	16,6	1,6	1246,6	0,35	180,82	1808,2	18,08
32	5,4	21,2	1,6	2033,2	0,56	132,88	1328,83	13,29
40	6,7	26,6	1,6	3200,9	0,89	100,03	1000,29	10
50	8,4	33,2	1,6	4986,4	1,39	75,91	759,13	7,59
63	10,5	42	1,6	7980,1	2,22	56,74	567,41	5,67
75	12,5	50	1,6	11309,7	3,14	45,77	457,69	4,58
90	15	60	1,6	16286	4,52	36,59	365,9	3,66

20	3,4	13,2	1,8	886,8	0,25	298,64	2986,44	29,86
25	4,2	16,6	1,8	1402,4	0,39	223,52	2235,15	22,35
32	5,4	21,2	1,8	2287,4	0,64	164,38	1643,8	16,44
40	6,7	26,6	1,8	3601	1	123,82	1238,18	12,38
50	8,4	33,2	1,8	5609,7	1,56	94,02	940,22	9,4
63	10,5	42	1,8	8977,7	2,49	70,32	703,18	7,03
75	12,5	50	1,8	12723,5	3,53	56,75	567,45	5,67
90	15	60	1,8	18321,8	5,09	45,38	453,84	4,54

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	3,4	13,2	2	985,3	0,27	361,06	3610,62	36,11
25	4,2	16,6	2	1557,3	0,43	270,4	2703,99	27,04
32	5,4	21,2	2	2541,5	0,71	198,98	1989,84	19,9
40	6,7	26,6	2	4001,2	1,11	149,96	1499,65	15
50	8,4	33,2	2	6233	1,73	113,93	1139,34	11,39
63	10,5	42	2	9975,2	2,77	85,25	852,53	8,53
75	12,5	50	2	14137,2	3,93	68,82	688,22	6,88
90	15	60	2	20357,5	5,65	55,06	550,63	5,51

20	3,4	13,2	2,5	1234,6	0,34	541,11	5411,1	54,11
25	4,2	16,6	2,5	1947,8	0,54	405,73	4057,31	40,57
32	5,4	21,2	2,5	31769	0,88	298,94	2989,4	29,89
40	6,7	26,6	2,5	5001,4	1,39	225,54	2255,39	22,55
50	8,4	33,2	2,5	7791,3	2,16	171,52	1715,2	17,15
63	10,5	42	2,5	12469	3,46	128,47	1284,71	12,85
75	12,5	50	2,5	17671,5	4,91	103,78	1037,84	10,38
90	15	60	2,5	25446,9	7,07	83,09	830,94	8,31

20	3,4	13,2	3	1478	0,41	755,09	7550,9	75,51
25	4,2	16,6	3	2337,4	0,65	566,69	5666,88	56,67
32	5,4	21,2	3	3812,3	1,06	417,91	4179,11	41,79
40	6,7	26,6	3	6001,7	1,67	315,55	3155,49	31,55
50	8,4	33,2	3	9349,5	2,6	240,15	2401,49	24,01
63	10,5	42	3	14962,8	4,16	180,01	1800,08	18
75	12,5	50	3	21205,8	5,89	145,49	1454,95	14,55
90	15	60	3	30536,3	8,48	116,55	1165,5	11,66

20	3,4	13,2	3,5	1724,3	0,48	1002,69	10026,85	100,27
25	4,2	16,6	3,5	2726,9	0,76	753,03	7530,32	75,3
32	5,4	21,2	3,5	4447,7	1,24	555,72	5557,24	55,57
40	6,7	26,6	3,5	7002	1,95	419,87	4198,66	41,99
50	8,4	33,2	3,5	10907,8	3,03	319,72	3197,22	31,97
63	10,5	42	3,5	17456,6	4,86	239,79	2397,92	23,98
75	12,5	50	3,5	24740	6,87	193,9	1938,95	19,39
90	15	60	3,5	35625,7	9,9	155,86	1553,86	15,54

2.6. Perda de Carga Localizada

As perdas de carga localizadas são ocasionadas pelas conexões, válvulas, medidores, etc., que, pela forma e disposição, elevam a turbulência, provocando, assim, atrito e choques de partículas.

Tabela 13 - Coeficiente de Resistência Localizada (R)

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coeficiente
—		Luva Simples F/F – PPR	0,25

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coefficiente
		Bucha de Redução M/F – PPR (até 2")	0,55
		Joelho 90° F/F – PPR	2
		Joelho 45° F/F – PPR	0,6
		Tê F/F/F – PPR	1,8
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	3,6
		Tê F/F/F – PPR	1,3
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	2,6
		Tê F/F/F – PPR	4,2
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	9
		Tê F/F/F – PPR	2,2
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	5

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coefficiente
		Tê F/F/F com Rosca Central Metálica – PPR	0,8
		Conector Macho	0,4
		Joelho 90° com Inseto Metálico – PPR	2,2
		Joelho 90° Inseto Metálico e Redução – PPR	3,5

Cálculo de Perda de Carga Total (Jt):

$$Jt = Lt \cdot Ju$$

Onde:

Jt = perda de carga total em (m)

Lt = comprimento total em (m)

Ju = perda de carga unitária em m.c.a./m*

$$Lt = Lr + Leq$$

Onde:

Lr = comprimento real da tubulação (m)

Leq = comprimento equivalente das conexões (m)

$$Leq = SR \cdot V^2 / 2 \cdot g$$

Onde:

SR = somatório do coeficiente de resistência para conexão PPR (Tabela de Coeficiente de Resistência Localizada - R)

V = velocidade média do fluido em m/s

* Retiramos da tabela (Perda de Carga por Metro de Tubulação) a perda de carga unitária em função do diâmetro, da velocidade de escoamento e temperatura de serviço.

Exemplo:

- Tubulação PN 25 com diâmetro de 50 mm.
- Velocidade escolhida para cálculo: 2,0 m/s.
- Temperatura da água: 80°C.
- Comprimento real da tubulação: 60 m.
- Conexões existentes no trecho:
 - 10 luvas
 - 2 joelhos 90°
 - 3 tês 90°

$$Jt = Lt \cdot Ju$$

$$Lt = Lr + Leq$$

$$Lr = 60 \text{ m}$$

$$Leq = SR \cdot \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

$$SR = 10 \text{ luvas} = 10 \times 0,25 = 2,50$$

$$2 \text{ joelhos } 90^\circ = 2 \times 2,200 = 4,00$$

$$3 \text{ tês } 90^\circ = 3 \times 1,80 = 5,40$$

Então:

$$SR = 11,90$$

$$Leq = 11,90 \cdot \left(\frac{2,0^2}{2 \cdot 9,81} \right)$$

Sendo:

$$Leq = 2,43 \text{ m de tubulação}$$

$$Lt = 60 + 2,43$$

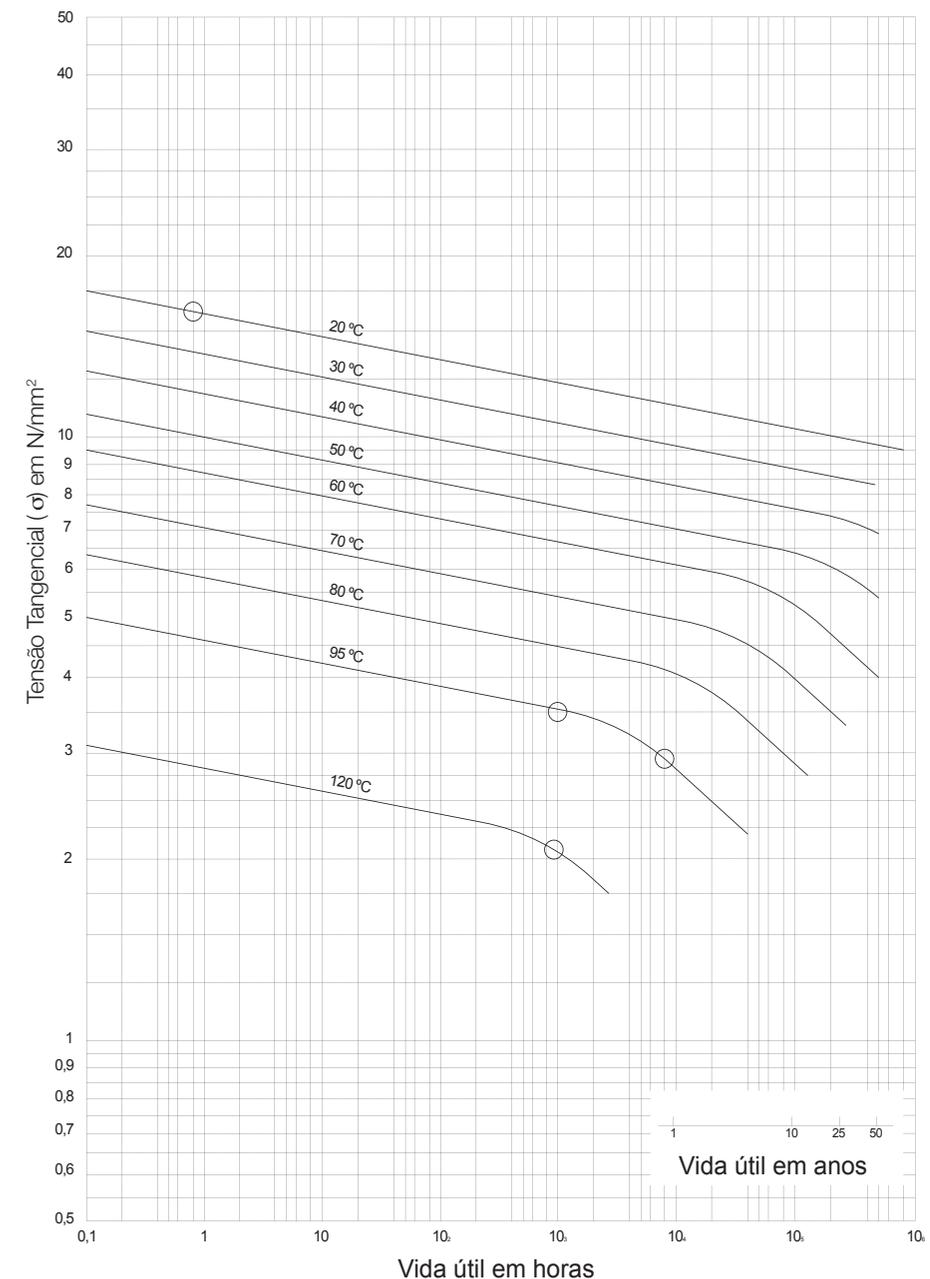
$$Lt = 62,43 \text{ m}$$

$$Ju = 0,112 \text{ m.c.a./m}$$

$$Jt = 62,43 \text{ m} \cdot 0,112 \text{ m.c.a./m}$$

Curva de Regressão segundo DIN 8078

A curva de regressão relaciona a tensão tangencial, a temperatura e a durabilidade da tubulação. Essa curva de regressão é obtida com base em ensaios realizados em laboratórios especializados e que fazem parte de normas internacionais. Permitem relacionar as condições de utilização da tubulação (pressão e temperatura) à durabilidade.



Atenção: as curvas de regressão se referem à matéria-prima polipropileno, independentemente da classe de pressão.

Indicações para a Leitura das Curvas de Regressão:**Exemplo:**

Consideremos a durabilidade prevista do tubo em 50 anos e da temperatura de exercício de 70°C. Podemos calcular a solitação equivalente $a = \bar{\sigma}$, que será obtida através da interseção da linha vertical que representa a durabilidade e a curva de regressão que indica a temperatura (neste exemplo, o valor obtido é 3,23). Essa especificação obtém-se trazendo uma linha horizontal que parte do ponto de interseção já referido, prosseguindo até o valor da solitação. Conforme Ábaco acima, Curva de Regressão.

Para obtermos a pressão máxima admissível ($P_{m\acute{a}x}$), tomamos a seguinte fórmula:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{20 \times e \times \delta}{de - e}$$

Onde:

δ = Tensão tangencial (curva de regressão)

e = Espessura da parede do tubo PPR

de = Diâmetro externo do tubo PPR

t = Temperatura de exercício

Sendo:

δ = 3,2 kgf/cm²

e = 3,4 mm

de = 20 mm

t = 70°C

Então:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{20 \times 3,4 \times 3,2}{20 - 3,4} = 13,1 \text{ kgf/cm}^2$$

O resultado obtido corresponde à pressão máxima admissível. Para obter-se o valor da pressão máxima de serviço, divide-se o valor da pressão máxima admissível pelo coeficiente de segurança que, no caso, é 1,5. Portanto, seguindo o exemplo mencionado, o valor da pressão máxima de serviço é igual a:

$$P_e \text{ máx} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{f}$$

Onde:

$P_{m\acute{a}x}$ = Pressão máxima admissível

f = Coeficiente de segurança

Sendo:

$P_{m\acute{a}x}$ = 13,1 kgf/cm²

f = 1,5

Então:

$$P_e \text{ máx} = \frac{13,1}{1,5} = 8,7 \text{ kgf/cm}^2$$

Conclusão: o tubo PPR classe PN 25 admite operar a pressão máxima de serviço de 8,7 kgf/cm² à temperatura constante de 70°C por 50 anos, já considerando o coeficiente de segurança de 1,5, conforme previsto na norma europeia DIN 8078.

Tabela 14 - Pressão Máxima Admissível e de Serviço em Diferentes Temperaturas

TEMPERATURA (°C)	TEMPO DE SERVIÇO (ANOS)	PRESSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL (kgf/cm ²)	COEFICIENTE DE SEGURANÇA	PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO (PN 25 kgf/cm ²)
10	10	48,8	1,5	32,5
	25	47,1	1,5	31,4
	50	46	1,5	30,6
20	100	47,2	1,5	31,5
	10	41,3	1,5	27,6
	25	39,9	1,5	26,6
40	50	38,9	1,5	25
	100	37,9	1,5	29,3
	10	29,7	1,5	19,8
60	25	28,5	1,5	19
	50	27,8	1,5	18,5
	10	25	1,5	16,6
70	25	24,1	1,5	16
	50	23,3	1,5	15,5
	10	17,7	1,5	11,8
80	25	15,4	1,5	10,2
	50	13,1	1,5	8,7
	10	12,3	1,5	8,2
95	25	9,9	1,5	6,6
	50	9	1,5	6
	5	11,6	1,5	5,3
100	10	7,8	1,5	4,4
	20	6,7	1,5	3,8

A pressão máxima admissível não deve ser considerada para projeto, por não incluir o coeficiente de segurança de 1,5, conforme previsto na norma europeia DIN 8078.

2.7. Pressão de Trabalho do PPR

Com o objetivo de simplificar os cálculos da curva de regressão, pode-se tomar os valores de resistência à pressão interna das tubulações PPR da tabela a seguir:

Tabela 15 - Pressão de Trabalho em Diferentes Temperaturas

Temperatura (C°)	Duração (anos)	PPR (bar)
10	1	27.8
10	5	26.4
10	10	25.5
10	25	24.7
10	50	24.0
20	1	23.8
20	5	22.3
20	10	21.7
20	25	21.1
20	50	20.4
30	1	20.2
30	5	19.0
30	10	18.3
30	25	17.7
30	50	17.3
40	1	17.1
40	5	16.0
40	10	15.6
40	25	15.0
40	50	14.5
50	1	14.5
50	5	13.5
50	10	13.1
50	25	12.6
50	50	12.2
60	1	12.2
60	5	11.4
60	10	11.0
60	25	10.5
60	50	10.1
70	1	10.3
70	5	9.5
70	10	9.3
70	25	8.0
70	50	6.7
80	1	8.6
80	5	7.6
80	10	6.3
80	25	5.1
95	1	6.1
95	5	4.0

Segundo a norma DIN 8078, com um coeficiente de segurança de 1,25.

2.8. Perda Térmica nos Tubos PPR

Quando a temperatura da água que circula por uma tubulação é superior à temperatura ambiente, a água quente perde calor para o ambiente.

A quantidade de calor perdida pela água depende, entre outros fatores, da diferença de temperatura (temperatura de circulação do fluido – temperatura ambiente) e do coeficiente de condutividade térmica do material, o polipropileno. Quando a tubulação tem um fluido com a temperatura inferior à do ambiente, é o ambiente que cederá calor ao fluido. Abaixo apresentamos uma tabela que nos dá valores de perda térmica em diferentes temperaturas, dado em Watt/metro de tubo (W/m):

Tabela 16 - Perda Térmica em Diferentes Temperaturas

Diâmetro Externo	Diferença de Temperatura em °C (Temperatura do fluido – Temperatura ambiente)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
20	6.0	11.9	17.9	23.8	29.8	35.7	41.7	47.7	53.6
25	7.2	14.5	21.7	28.9	36.1	43.4	50.6	57.8	65.1
32	8.9	17.8	26.7	35.6	44.5	53.5	62.4	71.3	80.2
40	10.7	21.4	32.0	42.7	53.4	64.1	74.7	85.4	96.1
50	12.7	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3
63	15.1	30.1	45.2	60.2	75.3	90.3	105.4	120.4	135.5
75	17.0	34.0	51.0	68.0	84.9	101.6	118.9	135.9	152.9
90	19.1	38.3	57.4	76.6	95.7	114.9	134.0	153.2	172.3
100	21.7	43.3	65.0	86.6	108.3	129.9	151.6	173.2	194.9

Apesar de os valores anteriormente citados não apresentarem grandes perdas de calor, os componentes de uma instalação devem dispor de um isolamento térmico com uma espessura mínima quando apresentar fluidos à temperatura:

Inferior à do ambiente: o isolamento servirá para evitar a formação de condensações.

Superior a 40 °C: situados em locais sem calefação, entre os quais se devem considerar corredores, galerias, salas de máquinas e similares.

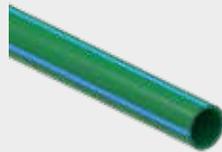
2.9. Propriedades Físicas, Químicas e Térmicas do PPR

Tabela 17 - Propriedades do PPR

PROPRIEDADES	MÉTODO PROVA	UN. MEDIDA	VALOR
Índice de fluência MFI 190°C / 5 Kg	ISO 1133	g/10 min	0,55
Índice de fluência MFI 230°C / 2,16 Kg	ISO 1133	g/10 min	0,3
Índice de fluência MFI 230°C / 5 Kg	ISO 1133	g/10 min	1,3
Densidade a 23°C	ISO 1183	g/cm³	0,909
Zona de fusão	DIN 53736 B2	°C	150 - 154
Carga de ruptura alongamento à ruptura	ISO R 527 / DIN 53455	N/mm²	>20
Módulo de elasticidade	ISO R 527 / DIN 53457	N/mm²	>800
Coefficiente de dilatação térmica linear	VDE 0304 Parte 1B4	MM/M°C	0,15
Condutividade térmica a 20°C (-)	DIN 52612	W/m K	0,24
Temperatura específica a 20°C	Calorímetro adiabático	Kj/Kg K	2
Teste de impacto a 23°C com entalhe	ISO 180/1A	Kj/m²	30
Teste de impacto a 0°C com entalhe	ISO 180/1A	Kj/m²	3
Teste de impacto a -30°C com entalhe	ISO 180/1A	Kj/m²	1,8
Coefficiente de viscosidade	ISO 1191	cm³/g	430
Resistência à tração	ISO R 527	N/mm²	40
Dureza à penetração	ISO 2039	N/mm²	45

2.10. Itens da Linha PPR Termofusão

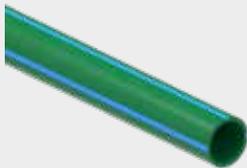
• Tubo - PPR PN 12.5



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010565	DN 32	3	32	3000
17010581	DN 40	3.7	40	3000
17010603	DN 50	4.6	50	3000
17010620	DN 63	5.8	63	3000
17010646	DN 75	6.9	75	3000
17010670	DN 90	8.2	90	3000
17010689	DN 110	10	110	3000

• Tubo - PPR PN 20



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010026	DN 20	2.8	20	3000
17010042	DN 25	3.5	25	3000
17010069	DN 32	4.5	32	3000
17010085	DN 40	5.6	40	3000
17010107	DN 50	6.9	50	3000
17010123	DN 63	8.7	63	3000
17010140	DN 75	10.4	75	3000
17010174	DN 90	12.5	90	3000
17010182	DN 110	15.1	110	3000

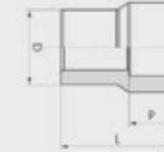
• Tubo - PPR PN 25



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010328	DN 20	3.4	20	3000
17010344	DN 25	4.2	25	3000
17010360	DN 32	5.4	32	3000
17010387	DN 40	6.7	40	3000
17010409	DN 50	8.4	50	3000
17010425	DN 63	10.5	63	3000
17010441	DN 75	12.5	75	3000
17010476	DN 90	15	90	3000

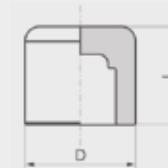
• Bucha de Redução PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22326520	DN 25 x 20	30	15.25	38
22326554	DN 32 x 20	36	15.25	40
22326562	DN 32 x 25	36	16.75	43
22326724	DN 40 x 25	43	16.75	46.5
22326732	DN 40 x 32	43	18.75	46.5
22326830	DN 50 x 32	55.2	18.75	51.5
22326848	DN 50 x 40	55.2	21.25	54.5
22326945	DN 63 x 40	66.15	21.25	64.5
22326953	DN 63 x 50	66	24.25	64.5
22327054	DN 75 x 50	75.25	24.25	68.5
22327062	DN 75 x 63	84.3	28.25	72.5
22327267	DN 90 x 63	90.3	28.25	79.5
22327275	DN 90 x 75	106.5	30.75	82
22327291	DN 110 x 75	89,6	31,8	82
22327283	DN 110 x 90	110.5	37.75	85.25

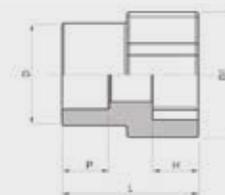
• Cap PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L
22325507	DN 20	30	26.5
22325523	DN 25	36	30
22325531	DN 32	43	34
22325540	DN 40	55.2	36.5
22325558	DN 50	66.1	41
22325566	DN 63	84.2	48
22325574	DN 75	106.5	58
22325590	DN 90	126.5	64
22325116	DN 110	140.5	37,75

• Conector Fêmea A PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	H
22327500	DN 20 x 1/2"	30	44	15,25	51	16
22327518	DN 20 x 3/4"	30	44	15,25	51	18
22327526	DN 25 x 1/2"	35.7	44	16.75	51	18
22327534	DN 25 x 3/4"	35.7	44	16.75	51	18
22327569	DN 32 x 3/4"	43	57.8	18.75	47.5	16
22327577	DN 32 x 1"	43	57.8	20	47.5	22.5

• Conector Fêmea PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	H
22327631	DN 40 x 1.1/4"	55	70	21.25	68.5	29
22327690	DN 50 x 1.1/2"	66	81.5	24.25	71.5	29
22327755	DN 63 x 2"	84	91	28.25	76.5	34
22327860	DN 75 x 2.1/2"	100	115	30.75	64	25
22327976	DN 90 x 3"	120	134	33.75	67	25

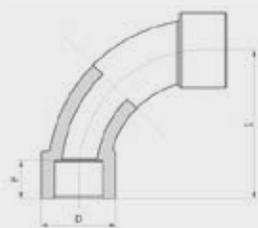
• Conector Macho PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	H
22328000	DN 20 x 1/2"	28,13	37,5	17	53,2	13,2
22328018	DN 20 x 3/4"	28,13	44	17	56,5	14,5
22328026	DN 25 x 1/2"	36	44	23	64,2	13,2
22328034	DN 25 x 3/4"	34,95	44	20	59,5	14,5
22328069	DN 32 x 3/4"	43	45	20	64,5	14,5
22328077	DN 32 x 1"	43	50	20	66,8	16,8
22328131	DN 40 x 1.1/4"	53,65	58,15	22	87,5	34
22328247	DN 50 x 1.1/2"	66,2	81,5	25	94,5	34
22328352	DN 63 x 2"	83,55	106,8	33	104	40
22328468	DN 75 x 2.1/2"	100,8	61	32	113	45
22328573	DN 90 x 3"	126,5	130,5	36,5	126	50
22328581	DN 110 x 4"	140,5	147,5	61	147,25	61

• Curva 90° PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22321706	DN 20	30	15.25	60
22321722	DN 25	36	16.75	70
22321730	DN 32	43	18.75	80

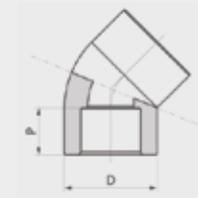
• Curva de Transição PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22322001	DN 20	20	21	360
22322028	DN 25	25	26	360
22322036	DN 32	32	33	360

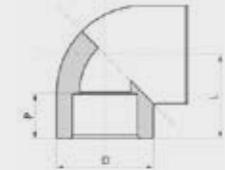
• Joelho 45° PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P
22320505	DN 20	30	15
22320521	DN 25	36	16.75
22320530	DN 32	43	18.75
22320548	DN 40	56	21.25
22320556	DN 50	67.1	24.25
22320564	DN 63	85.3	28.25
22320572	DN 75	106.5	30.75
22320599	DN 90	126.5	33.75
22320726	DN 110	140.5	33.75

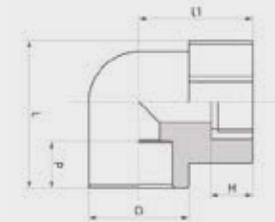
• Joelho 90° PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22320807	DN 20	30	15.25	26.5
22320823	DN 25	36	16.75	30
22320831	DN 32	43	18.75	34
22320840	DN 40	55.2	21.25	36.5
22320858	DN 50	66.1	24.25	41
22320866	DN 63	84.2	28.25	48
22320874	DN 75	106.5	30.75	58
22320890	DN 90	126.5	33.75	64
22320700	DN 110	140.5	37.75	97.8

• Joelho 90° com Rosca Fêmea PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
22321005	DN 20 x 1/2"	30	37	15.25	45	35	16
22321021	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	53	41	15
22321030	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	53	41	16
22321056	DN 32 x 1/2"	43	56.5	18.75	65.8	44.6	16
22321048	DN 32 x 3/4"	43	56.5	18.75	65.8	44.6	16
22321064	DN 32 x 1"	43	56.5	18.75	65.8	44.6	20



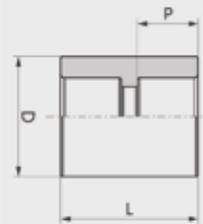
• Joelho 90° com Rosca Macho PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	d
22321218	DN 20 x 1/2"	30	37	15.25	45.5	48	20
22321226	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	53	56	25
22321234	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	53	57	25
22321269	DN 32 x 1"	42.95	56.5	18.75	74	60.6	32

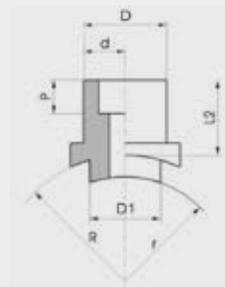
• Luva PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22325000	DN 20	30	15.25	26.6
22325027	DN 25	35.95	16.75	30.85
22325035	DN 32	43	18.75	37
22325043	DN 40	55.2	21.25	43
22325051	DN 50	66.15	24.25	51
22325060	DN 63	84.3	28.5	61.5
22325078	DN 75	106.5	30.75	67
22325094	DN 90	126.5	33.75	74
22325205	DN 110	140.5	37.75	82

• Selim de Derivação PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
37645516	DN 63 x 25	35	25	16.75	32	34	28
37645524	DN 63 x 32	35	25	16.75	32	34	28
37645540	DN 75 x 25	35	25	16.75	38	34	28
37645559	DN 75 x 32	42	32	18.75	31	37	30

• Tê com Rosca Central Fêmea PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
22324500	DN 20 x 1/2"	30	37	15.25	54	35	15
22324527	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	62	43	16
22324535	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	62	43	16.5
22324543	DN 32 x 1/2"	43	56.5	18.75	74	48.6	16
22324551	DN 32 x 3/4"	43	56.5	18.75	74	48.6	16.5
22324578	DN 32 x 1"	43	56.5	18.75	74	48.6	22

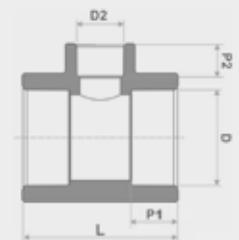
• Tê com Rosca Central Macho PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
22324802	DN 20 x 1/2"	36	37	15.25	54	50	15
22324829	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	62	56	12.5
22324837	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	62	57.5	14.5

• Tê de Redução Central PPR

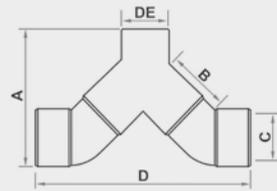


DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D2	P1	P2	L
22323032	DN 25 x 20 x 25	24.35	19.35	16.75	15,25	58.1
22323067	DN 32 x 25 x 32	31.3	24.35	18.75	16,75	74.6
22323253	DN 40 x 25 x 40	39.25	24.35	21.25	16,75	77.8
22323261	DN 40 x 32 x 40	39.25	31.3	21.25	18,75	77.8
22323431	DN 50 x 25 x 50	49,2	24,35	24,25	16,75	80
22323440	DN 50 x 32 x 50	49,2	31,3	24,25	18,75	83,8
22323458	DN 50 x 40 x 50	49,2	39,25	24,25	21,25	92
22323652	DN 63 x 40 x 63	62,15	39,25	26,25	21,25	123
22323660	DN 63 x 50 x 63	62,15	49,2	28,25	24,25	123
22323857	DN 75 x 50 x 75	74,6	49,2	30,75	24,25	140
22323865	DN 75 x 63 x 75	74,6	62,15	30,75	28,25	140
22324063	DN 90 x 63 x 90	89,6	62,15	33,75	29,00	161
22324071	DN 90 x 75 x 90	89,6	74,6	33,75	29,00	161
22324179	DN 110 x 75 x 110	109,7	74,6	42,5	32	166,5
22324187	DN 110 x 90 x 110	109,7	89,6	42,5	36,5	205



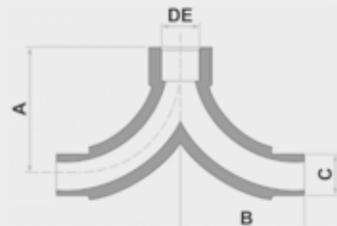
• Tê Misturador PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	D	De
22322702	DN 25 x 3/4"	597	46	3/4"	150	34

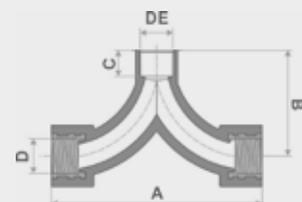
• Tê Misturador FMM PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	DE
22322737	DN 25 x 25	25	25	20	20

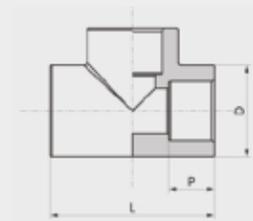
• Tê Misturador FFF PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	D	DE
22322710	DN 20 x 1/2"	124	62	15,25	1/2"	19,35

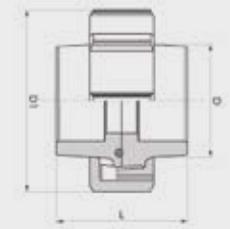
• Tê PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22322508	DN 20	30	15.25	54
22322524	DN 25	36	16.75	62
22322532	DN 32	42.95	18.75	74
22322540	DN 40	55.2	21.25	86
22322559	DN 50	66.1	24.25	102
22322567	DN 63	84.3	28.25	128
22322575	DN 75	106.5	30.75	140
22322591	DN 90	126.5	33.75	161
22322800	DN 110	138.8	37.75	195.5

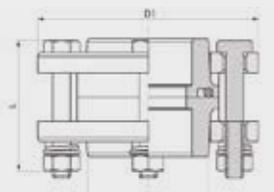
• União Dupla PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L	D1
22325701	DN 20	30	46	44
22325728	DN 25	36	47	54
22325736	DN 32	44	50	50

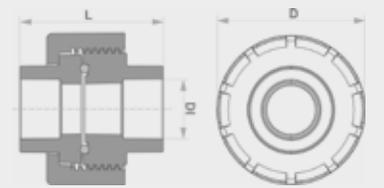
• União Dupla com Parafusos PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L	D1
22326040	DN 40	60	60	98
22326058	DN 50	70	65	113.5
22326066	DN 63	88	67	122
22326074	DN 75	110	76	154
22326090	DN 90	130	80	180

• União Plástica PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L	D1
100002647	DN 25	62	58	24,35
100002648	DN 32	72	62	31,3

• Tesoura p/ Tubo PPR



CÓDIGO
37427110

GRUPO TIGRE

- Janesville,WI (Estados Unidos)
- Beaumont,CA (Estados Unidos)
- Celina,TN (Estados Unidos)
- Cota (Colômbia)
- Mosquera (Colômbia)
- Quito (Equador)
- Lima (Peru)
- La Paz (Bolívia)
- Santa Cruz de La Sierra (Bolívia)
- Lambaré (Paraguai)
- Santiago (Chile)
- Manaus
- Escada
- Marechal Deodoro
- Indaiatuba
- Rio Claro
- Rio de Janeiro
- São Paulo
- Castro
- Joinville
- San José (Uruguai)
- Pilar (Argentina)

● Shenzen (China)

24 UNIDADES FABRIS
10 no Brasil

14 no exterior

Presente em mais de **40** países

+de **5.000** colaboradores

LEGENDA

- TIGRE
- TIGRE-ADS
- TAE
- TIGRE METAIS
- TIGRE FERRAMENTAS E PINTURAS
- EXPORTAÇÃO TIGRE



Acesse e conheça
todas as soluções:



TIGRE S/A - Tubos e Conexões
Caixa Postal 147 - CEP 89203-900 - Joinville - SC

tigre.com.br

0800 70 74 700
Engenharia de Aplicação