

Abastecimento de água PE

Tubos pretos com lista azul, código W, EN 12201

Tubos PE100 (MRS 10,0MPa)

Os sistemas de tubagem de Polietileno (PE) para abastecimento de água para consumo humano, são uma excelente alternativa quando comparados aos sistemas tradicionais em PVC e em Ferro devido à sua elevada robustez, menor densidade maior flexibilidade, longevidade e elevada resistência química e a raios UV. Estes tubos cumprem os requisitos das normas europeias EN 12201-1, -2 e -5, e as equivalentes ISO 4427-1, -2 e -5.

Esta Ficha Técnica é aplicável aos tubos de PEAD, suas uniões e às uniões com componentes de PE e de outros materiais que sejam utilizados nas seguintes condições:

- a uma pressão máxima de serviço, MOP, até 6 bar (0,6 MPa), até 8 bar (0,8 MPa), até 10 bar (1,0 MPa), até 12,5 bar (1,25 MPa), até 16 bar (1,6 MPa) e até 20 bar (2,0MPa);
- a uma temperatura de utilização de 20 °C, como temperatura de referência;
- quando o sistema de tubos em PE, vai funcionar a uma temperatura contínua, constante superior a 20 °C, e até 40 °C, pode ser aplicado um coeficiente de redução de pressão.

Coeficientes de redução de pressão

Temperatura da água (°C)	Coeficiente de redução de pressão -	PFA (bar)						A pressão de funcionamento admissível (PFA): onde: $PFA = f_r \times f_A \times PN$ f_r é o coeficiente de redução de pressão; f_A é o factor de redução (o factor de aumento) relacionado com a aplicação (para condução de água, $f_A = 1$); PN é a pressão nominal, em bar.
		PN6	PN8	PN10	PN12,5	PN16	PN20	
20	1,00	6,0	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	
30	0,87	5,2	7,0	8,7	10,9	13,9	17,4	
40	0,74	4,4	5,9	7,4	9,3	11,8	14,8	

* É permitida a interpolação para outras temperaturas compreendidas entre os valores indicados (ver também a ISO 13761).

MATERIAL

O composto com que se fabricam os produtos, deve preparar-se com polímero base de PE ao qual são adicionados somente os aditivos necessários para a fabricação e uso dos produtos. Os compostos usados pela FERSIL são certificados pela AENOR.

Características do composto de PE100

Característica	Valor	Método de ensaio
Classificação e designação do composto de PE	σ_{LCL} 10,0 a 11,19 MPa MRS 10,0 MPa	ISO/TR 9080 EN ISO 12162
Densidade do composto (23 °C)	$\geq 950 \text{ kg/m}^3$	EN ISO 1183
Teor em negro de carbono	2 % a 2,5 % em massa	ISO 6964
Dispersão do negro de carbono	$\leq \text{grau3}$	ISO 18553
Teor em água	$\leq 300 \text{ mg/kg}$	EN 12118
Tempo de indução à oxidação (OIT) (200 °C)	$\geq 20 \text{ min}$	ISO 11357-6
Índice de fluidez a quente em massa (MFR) (190 °C, 5 kg, 10 min)	0,2 a 1,5 g/10min	EN ISO 1133, condição D

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Aspecto visual

A parede interior e exterior deve apresentar-se lisa, isenta de bolhas, fissuras, cavidades ou irregularidades no seio da sua massa que afectem o bom funcionamento do tubo. Os extremos dos tubos devem ter um corte limpo e perpendicular ao eixo do tubo.

Cor

Os tubos devem ser azuis ou negros com listas em cor azul (LA com RAL 5000 ou equivalente).

Marcação

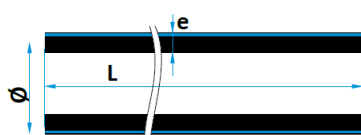
Todos os tubos devem estar marcados de forma permanente e legível, de modo a que a marcação não inicie fendas ou outros tipos de defeito e que o armazenamento, a exposição à intempérie, o manuseamento, a instalação e a utilização normais não afectem a legibilidade da marcação.

A marcação mínima exigida deve ser com a frequência de marcação não inferior a uma vez por metro..



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

As dimensões dos tubos são determinadas de acordo com a Norma EN ISO 3126.



Dimensões dos tubos PE100 EN 12201 W

Ø _{ext} (mm)	Ovaliz. (mm)	MRS 10,0 MPa Coeficiente de Projecto C=1,25						Comprimento em rolo L (m)	Diam. Rolo Ø _{int} (mm)	Comprimento em vara L (m)
		PN6 SDR26	PN8 SDR21	PN10 SDR17	PN12,5 SDR13,6	PN16 SDR11	PN20 SDR9			
		e _n (mm)	e _n (mm)	e _n (mm)	e _n (mm)	e _n (mm)	e _n (mm)			
20 +0.3	≤ 1.2 *	-	-	-	-	2.0 +0.3	2.3 +0.4	100 +0.5 -0.2	≥ 900	-
25 +0.3	≤ 1.2 *	-	-	-	2.0 +0.3	2.3 +0.4	3.0 +0.4	100 +0.5 -0.2	≥ 900	-
32 +0.3	≤ 1.3 *	-	-	2.0 +0.3	2.3 +0.4	3.0 +0.4	3.6 +0.5	100 +0.5 -0.2	≥ 900	-
40 +0.4	≤ 1.4 *	-	2.0 +0.3	2.4 +0.4	3.0 +0.4	3.7 +0.5	4.5 +0.6	100 +0.5 -0.2	≥ 900	-
50 +0.4	≤ 1.4 *	2.0 +0.3	2.4 +0.4	3.0 +0.4	3.7 +0.5	4.6 +0.6	5.6 +0.7	100 +0.5 -0.2	≥ 900	-
63 +0.4	≤ 1.5 *	2.5 +0.4	3.0 +0.4	3.8 +0.5	4.7 +0.6	5.8 +0.7	7.1 +0.9	100 +0.5 -0.2	≥ 1134	-
75 +0.4	≤ 1.6 *	2.9 +0.4	3.6 +0.5	4.5 +0.6	5.6 +0.7	6.8 +0.8	8.4 +1.0	100 +0.5 -0.2	≥ 1350	-
90 +0.6	≤ 1.8 *	3.5 +0.5	4.3 +0.6	5.4 +0.7	6.7 +0.8	8.2 +1.0	10.1 +1.2	50 +0.25 -0.2	≥ 1620	12 +0.12 -0.06
110 +0.7	≤ 2.2 *	4.2 +0.6	5.3 +0.7	6.6 +0.8	8.1 +1.0	10.0 +1.1	12.3 +1.4	50 +0.25 -0.2	≥ 1980	12 +0.12 -0.06
125 +0.8	≤ 2.5	4.8 +0.6	6.0 +0.7	7.4 +0.8	9.2 +1.1	11.4 +1.3	14.0 +1.6	-	-	12 +0.12 -0.06
140 +0.9	≤ 2.8	5.4 +0.7	6.7 +0.8	8.3 +1.0	10.3 +1.2	12.7 +1.4	15.7 +1.7	-	-	12 +0.12 -0.06
160 +1.0	≤ 3.2	6.2 +0.8	7.7 +0.9	9.5 +1.1	11.8 +1.3	14.6 +1.6	17.9 +1.9	-	-	12 +0.12 -0.06

Dimensões dos tubos PE100 EN 12201 W (continuação)

$\varnothing_{\text{ext}}$ (mm)	Ovaliz. (mm)	MRS 10,0 MPa Coeficiente de Projecto C=1,25						Comprimento em rolo L (m)	Diam. Rolo $\varnothing_{\text{int}}$ (mm)	Comprimento em vara L (m)
		PN6	PN8	PN10	PN12,5	PN16	PN20			
		SDR26	SDR21	SDR17	SDR13,6	SDR11	SDR9			
		e_n (mm)	e_n (mm)	e_n (mm)	e_n (mm)	e_n (mm)	e_n (mm)			
180 +1.1	≤ 3.6	6.9 +0.8	8.6 +1.0	10.7 +1.2	13.3 +1.5	16.4 +1.8	20.1 +2.2	-	-	12 +0.12 -0.06
200 +1.2	≤ 4.0	7.7 +0.9	9.6 +1.1	11.9 +1.3	14.7 +1.6	18.2 +2.0	22.4 +2.4	-	-	12 +0.12 -0.06
225 +1.4	≤ 4.5	8.6 +1.0	10.8 +1.2	13.4 +1.5	16.6 +1.8	20.5 +2.2	25.2 +2.7	-	-	12 +0.12 -0.06
250 +1.5	≤ 5.0	9.6 +1.1	11.9 +1.3	14.8 +1.6	18.4 +2.0	22.7 +2.4	27.9 +2.9	-	-	12 +0.12 -0.06
280 +1.7	≤ 9.8	10.7 +1.2	13.4 +1.5	16.6 +1.8	20.6 +2.3	25.4 +2.7	31.3 +3.3	-	-	12 +0.12 -0.06
315 +1.9	≤ 11.1	12.1 +1.4	15.0 +1.6	18.7 +2.0	23.2 +2.5	28.6 +3.0	35.2 +3.7	-	-	12 +0.12 -0.06
355 +2.2	≤ 12.5	13.6 +1.5	16.9 +1.8	21.1 +2.3	26.1 +2.8	32.2 +3.4	39.7 +4.1	-	-	12 +0.12 -0.06
400 +2.4	≤ 14.0	15.3 +1.7	19.1 +2.1	23.7 +2.5	29.4 +3.1	36.3 +3.8	44.7 +4.6	-	-	12 +0.12 -0.06
450 +2.7	≤ 15.6	17.2 +1.9	21.5 +2.3	26.7 +2.8	33.1 +3.5	40.9 +4.2	50.3 +5.2	-	-	12 +0.12 -0.06
500 +3.0	≤ 17.5	19.1 +2.1	23.9 +2.5	29.7 +3.1	36.8 +3.8	45.4 +4.7	55.8 +5.7	-	-	12 +0.12 -0.06
560 +3.4	≤ 19.6	21.4 +2.3	26.7 +2.8	33.2 +3.5	41.2 +4.3	50.8 +5.2	62.5 +6.4	-	-	12 +0.12 -0.06
630 +3.8	≤ 22.1 *	24.1 +2.6	30.0 +3.1	37.4 +3.9	46.3 +4.8	57.2 +5.9	70.3 +7.2	-	-	12 +0.12 -0.06
710 +6.4	≤ 24.9 *	27.2 +2.9	33.9 +3.5	42.1 +4.4	52.2 +5.4	64.5 +6.6	79.3 +8.1	-	-	12 +0.12 -0.06
800 +7.2	≤ 28.0 *	30.6 +3.8	38.1 +4.0	47.4 +4.9	58.8 +6.0	72.6 +7.4	89.3 +9.1	-	-	12 +0.12 -0.06
900 +8.1	- *	34.4 +3.9	42.9 +4.4	53.3 +5.5	66.1 +6.8	81.7 +8.3	-	-	-	12 +0.12 -0.06
1.000 +9.0	- *	38.2 +4.0	47.7 +4.9	59.3 +6.1	73.5 +7.4	90.8 +9.2	-	-	-	12 +0.12 -0.06
1.200 +10.8	- *	45.9 +4.7	57.2 +4.9	71.1 +7.3	88.2 +9.0	-	-	-	-	12 +0.12 -0.06

* Para tubos em rolo (bobine) e em varas com $\varnothing_{\text{ext}} > 630$ mm a ovalização máxima deve ser acordada entre o fabricante e o cliente. Devido à grande flexibilidade do produto, a ovalização pode mudar durante as fases de armazenamento, manuseamento e transporte.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

Os tubos de PE100 da FERSIL têm excelente resistência hidrostática a curta e longa duração.

Características mecânicas dos tubos PE100 EN 12201 W		
Característica	Valor	Método de ensaio
Resistência hidrostática curta duração (água em água, 20 °C, σ 12,0 MPa)	≥ 100 h sem falha	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2
Resistência hidrostática curta duração (água em água, 80 °C, σ 5,4 MPa)	≥ 165 h sem falha	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2
Resistência hidrostática longa duração (água em água, 80 °C, σ 5,0 MPa)	≥ 1000 h sem falha	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2

Têm excelentes propriedades físicas que lhes confere uma boa flexibilidade no manuseamento, instalação e uso em redes de água sob pressão (com boa resistência a golpes de aríete) e uma exposição à intempérie prolongada.

Características físicas dos tubos PE100 EN 12201 W		
Característica	Valor	Método de ensaio
Índice de fluidez a quente em massa (MFR) (190 °C, 5 kg, 10 min)	Alteração do MFR ± 20 % (MP vs Tubo)	EN ISO 1133, condição D
Alongamento à rotura (e ≤ 5 mm, Tipo 2, 100 mm/min) (5 mm < e ≤ 12 mm, Tipo 1, 50 mm/min) (e > 12 mm, Tipo 1, 25 mm/min ou Tipo 3, 10 mm/min)	≥ 350 %	EN ISO 6259-1 e EN ISO 6259-3
Tempo de indução à oxidação (OIT) (200 °C)	≥ 20 min	ISO 11357-6

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Os tubos de PE100 EN 12201 W, oferecem um bom comportamento quando expostos à maioria dos produtos químicos usados nas estações de captação e de tratamento de água (ETA) (um grande número de produtos químicos, incluindo a maioria dos álcalis e ácidos), assim como os produtos químicos dos locais onde os tubos são instalados. A resistência química depende das condições de serviço (temperatura, pressão e cargas estáticas e dinâmicas sobre a instalação). Para informações mais detalhadas, consulte a tabela de resistência química ou o ISO/TR 10358.

EFEITO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA

Os tubos PE100 EN 12201 W foram ensaiados de acordo com a norma EN 12873-2 cumprindo com os requisitos estabelecidos no DL 306/2007 de 27 de Agosto e no Real decreto RD 140/2003 de 7 de Fevereiro, no que refere ao efeito dos nossos produtos sobre a qualidade da água para consumo humano e aos requisitos da Legislação Nacional no que respeita a certificação de produto complementada com a verificação da ausência de potenciais efeitos nocivos na qualidade da água – Despacho 19563/2006 de 25 de Setembro, do Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações.

REQUISITOS FUNCIONAIS

As uniões entre tubos de PE100 EN 12201 W, acessórios e outros componentes, devem ser executadas de acordo com as indicações do nosso manual técnico e devem estar conformes com os requisitos da norma EN 12201-5. Os tipos de união aplicáveis aos tubos de PE100 EN 12201 W podem ser:

- União térmica com soldadura topo a topo;
- União térmica com acessórios electrosoldáveis;
- União mecânica com acessórios de compressão
- União mecânica com colarinhos e flanges soltas

A gama de acessórios disponível pode ser consultada na tabela de preços.



União térmica com soldadura topo a topo

União realizada por aquecimento das extremidades dos terminais machos, cujas superfícies previamente rectificadas, são comprimidas contra uma placa plana de aquecimento até que se atinja o ponto de fusão do material de PE, e de seguida é retirada a placa de aquecimento e os terminais macho, são comprimidos um contra o outro a uma pressão e tempo de arrefecimento controlado. Todos os procedimentos e parâmetros (temperatura, tempo e pressão, para cada passo) são indicados pelo fabricante do equipamento no seu Manual de Instruções.



União térmica com acessórios electrossoldáveis

União entre um tubo de PE100 Preto com Lista Azul EN 12201 W e um acessório electrosoldável com embocadura ou com sela. Os acessórios electrosoldáveis são aquecidos por efeito de Joule (uma carga eléctrica de baixa voltagem (cerca de 45volt) aplicada na bobine de fio de cobre incorporada na superfície da zona de contacto do acessório), provocando a fusão do material de ambas as superfícies em contacto (tubo e acessório).

Destaca-se um aspecto particularmente importante: as superfícies a unir deverão estar totalmente limpas e secas e o tubo deve estar bem raspado.



União mecânica com acessórios de compressão

Este tipo de união é efectuado com acessórios de aperto rápido que podem ser metálicos ou em plástico (por exemplo em PP) e devem cumprir com os ensaios definidos nas seguintes normas:

- EN ISO 3501 "Sistemas de tubagens de plástico. Uniões mecânicas entre acessórios e tubos de pressão. Método de ensaio para determinação da resistência à extração sob força longitudinal constante (ISO 3501:2015)" (Subst. EN 712)
- EN ISO 3503 "Sistemas de tubagens de plástico. Uniões mecânicas entre acessórios e tubos de pressão. Método de ensaio para determinação da estanquidade sob pressão interna de montagens submetidas a curvatura (ISO 3503:2015)" (Subst. EN 713)
- EN ISO 3458 "Sistemas de tubagens de plástico. Uniões mecânicas entre acessórios e tubos de pressão. Método de ensaio determinação da estanquidade sob pressão interna (ISO 3458:2015)" (Subst. EN 715)
- EN ISO 3459 "Sistemas de tubagens de plástico. Uniões mecânicas entre acessórios e tubos de pressão. Método de ensaio para determinação da estanquidade sob pressão negativa (ISO 3459:2015)" (Subst. EN 911)

São aplicáveis a todos los tipos de tubos em PE com diâmetros pequenos ($\leq 110\text{mm}$) e com classes de pressão até 10 bar (PN6, PN8 e PN10). São constituídos por um corpo que se une ao tubo, com um anel estriado de fixação, um anel batente, um anel elastomérico (oring) e uma peça móvel roscada ou aparafusada ao corpo. O anel elastomérico garante a estanquidade da união e o anel estriado garante o aperto, evitando que o tubo se solte.

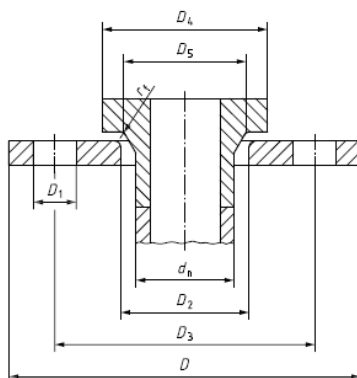
União mecânica com colarinhos e flanges

Estas uniões são efectuadas com flanges em aço (galvanizado ou revestidos a epóxi ou a PP), aplicadas com o colarinho de PE soldado a topo ao tubo ou ao acessório e fechadas por aperto de parafusos sextavados. A estanquidade é garantida pelo vedante em borracha aplicado entre os extremos dos componentes a unir.

Os colarinhos (porta flanges) em PE estão disponíveis em toda a gama de diâmetros e existem de dois tipos, os curtos e os longos a serem usados consoante seja soldadura topo a topo ou soldadura com uniões electrosoldáveis.

Os flanges soltas ou loucas (ISO 9624 e EN 1092-1) são os mais usadas, já que permite girar a flange sobre o seu eixo, facilitando a montagem e instalação da união com outro acessório flangeado.





Legenda

dn	diâmetro exterior nominal do tubo de ligação
D	diâmetro exterior da flange solta ou louca
D_1	Diâmetro do furo para o parafuso
D_2	diâmetro interior da flange solta ou louca
D_3	diâmetro entre furos para os parafusos
D_4	diâmetro exterior do batente do colarinho
D_5	diâmetro exterior na base do batente do colarinho
r_f	raio de curvatura do batente do colarinho

Para montar os tubos PE100 com flanges, além da pressão nominal da flange, deve ser considerado o diâmetro interno da flange solta ou louca, o diâmetro entre furos para os parafusos, o número de furos e o tipo e comprimento dos parafusos e porcas.

A sequência de montagem e a força de aperto dos parafusos devem ser respeitadas consoante as indicações do fornecedor e as normas de referência.

EMBALAGEM

Tubos em rolos

É necessário que os comprimentos e dimensões dos rolos sejam acordados entre os clientes e a FERSIL.

O tubo deve ser enrolado de tal forma que se previna a deformação localizada (por exemplo o colapso ou as pregas). O diâmetro interior mínimo dos rolos não deve ser inferior a $18 \times \phi$.

Neste tipo de embalagem é normal que a ovalização seja superior à indicada nas características geométricas. Por esse motivo é prática habitual utilizar-se em obra ferramentas para corrigir a ovalização, antes de se executar o processo de união entre tubos e acessórios.



Tubos em paletes

Tubos em vara com comprimento de 12 m, para ϕ 90 a 1200 mm. Outros comprimentos sob consulta (por exemplo 6 m, 11,8 m, 13 m, etc.)



Embalagem em paletes dos tubos PE100 EN 12201 W					
$\varnothing_{ext}$ (mm)	Tubos por paleta -	Comprimento total (tubos com 12m) (m)	$\varnothing_{ext}$ (mm)	Tubos por paleta -	Comprimento total (tubos com 12m) (m)
90	115	1380	355	5	60
110	38	456	400	5	60
125	34	408	450	2	24
140	38	456	500	2	24
160	22	224	560	2	24
180	17	204	630	2	24
200	14	168	710	2	24
225	14	168	800	1	12
250	11	132	900	1	12
280	7	84	1000	1	12
315	5	60	1200	1	12

* Outras embalagens possíveis, sob consulta.

RECOMENDAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DO MATERIAL

Armazenamento

Não armazenar os tubos e acessórios de PE100 nas proximidades de combustíveis, solventes, óleos, graxas, tintas ou fontes de calor (acima de 50 ° C). Embora os tubos e acessórios termoplásticos sejam leves, duráveis e resilientes, devem ser tomadas medidas razoáveis durante o armazenamento. Quando se pretende armazenar verticalmente tubos em paletes, devem ser seguidas as instruções do fornecedor sobre a prática correta. Sobrepor as paletes de tubo até 1,5 m em superfícies planas, livres de objetos cortantes, pedras ou projeções, a fim de evitar deformações localizadas ou danos nos tubos;



Quando se armazenam rolos, deve-se verificar se a última fiada de tubo está dentro do limite exterior do aro ou coroa do rolo;



O armazenamento sob luz solar direta por longos períodos e/ou altas temperaturas pode causar deformações diamétrais (ovalizações) que podem afectar os processos de soldadura. Para evitar esse risco, as seguintes precauções são recomendadas:

- a) limitar a altura da sobreposição de paletes de tubo até 1,5 m;
- b) proteger a sobreposição de paletes ou de rolos de tubos da luz solar contínua e direta ou providenciar uma tela de protecção para permitir a livre passagem de ar;
- c) guardar os acessórios em caixas ou em sacos (fabricados de forma a permitir a livre circulação de ar).

Manuseamento

Ao manusear os tubos ou os acessórios, deve-se tomar cuidado para evitar danos, evitar choques, arranhões e outras operações que possam danificar a superfície dos produtos. Quando os tubos são manuseados individualmente, eles devem ser levantados, baixados e carregados de forma controlada e nunca devem ser atirados, deixados cair ou arrastados. Não rodar os rolos de tubos sobre materiais granulares ou afiados.

É preferível usar cintas ou cordas para levantar o tubo ou as paletes/atados de tubos. As barras de metal, cabos de aço, ganchos ou correntes podem danificar os tubos se forem usados incorrectamente.

Ao carregar ou descarregar tubos com empilhadores, devem ser usadas protecções suaves nos garfos do equipamento. Deve-se ter o cuidado para garantir que os garfos ao levantar não raspam os tubos, para evitar perfurações, rasgos e arranhadelas.

A flexibilidade dos tubos de PE100 é reduzida a baixas temperaturas: nestas condições, deve-se ter o cuidado durante o manuseio e instalação. Quando as condições climáticas apontam para temperaturas negativas, devem ser seguidas as instruções do fabricante.

Transporte

O transporte deve ser efectuado em veículos com uma plataforma lisa, livre de arestas vivas ou outros objectos possíveis de danificar os tubos ou os acessórios.

Quando praticável, os tubos devem ser distribuídos de forma uniforme na plataforma do veículo. Os tubos de maior diâmetro e/ou os mais pesados devem ser colocados no fundo. Os tubos ou as paletes devem ser amarradas antes de efectuar o transporte.

Quando os tubos são transportados em paletes ou em rolos, estes devem ser protegidos de forma eficaz e descarregados conforme descrito abaixo:

- Deve-se tomar cuidado para evitar o posicionamento dos tubos perto de qualquer sistema de exaustão ou qualquer outro perigo potencial, como o óleo diesel.
- As bobinas do tubo devem ser colocadas horizontalmente. Se os diâmetros permitirem, bobinas de menor diâmetro podem ser colocadas dentro de bobinas de diâmetro superior;
- Não devem ser colocados pesos sobre os rolos transportados na vertical, pois podem provocar deformações diamétrais.
- Ao descarregar no destino, os tubos devem ser inspeccionados pelo comprador ou seu representante quanto à conformidade com o pedido e qualquer dano deve ser registado e se aplicável fotografado.



RECOMENDAÇÕES NA INSTALAÇÃO DOS TUBOS

A instalação dos tubos PE100 EN 12201 W, deve respeitar o estipulado no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água, sob pena do seu desrespeito poder conduzir a anomalias no funcionamento da canalização.

A montagem de tubos e acessórios de PE100, requer equipamentos adequados e mão-de-obra especializada de soldadores de Polietileno com treino e formação específica. Para mais detalhes e aconselhamento, deverá contactar o nosso Departamento Técnico.

Curvaturas no traçado

A flexibilidade dos tubos PE100 EN 12201 W, permite curvaturas no traçado simultaneamente horizontais e verticais, sem necessidade do uso de cotovelos ou outros acessórios e reduzindo portanto o número de uniões. Deve-se no entanto ter em consideração os raios de curvatura permitidos.

O critério para a determinação do raio de curvatura mínimo permitido num tubo é a capacidade de dobrar sem o risco de colapso, quando a relação entre a espessura da parede do tubo e o diâmetro é reduzida, ou seja, um SDR grande; e é o alargamento das fibras superficiais quando a pressão nominal alcança valores elevados.

Os raios de curvatura mínimos a 20 °C são dados por:

- Contra a curvatura:

$$R_{Kd} = \frac{r_m^2}{0,28 \cdot e} [mm]$$

sendo: r_m : raio médio do tubo [mm]
 e : espessura da parede [mm]

- Contra o alargamento

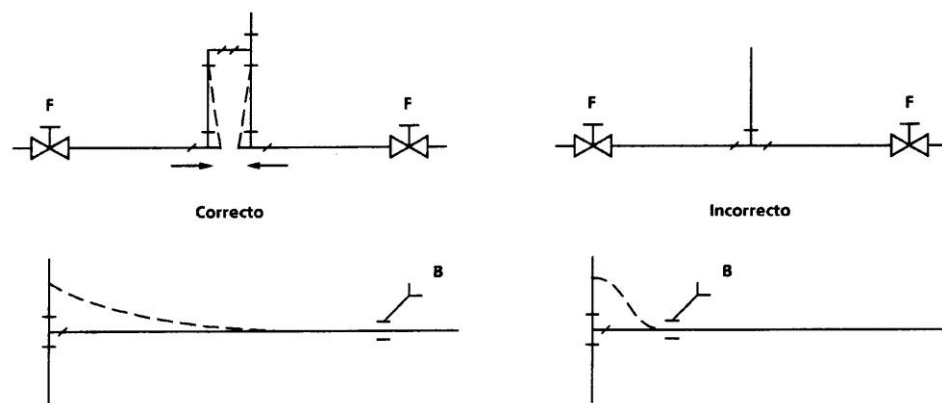
$$R_{Ka} = \frac{r_a \cdot 100}{\varepsilon} [mm]$$

sendo: r_a : raio exterior do tubo [mm]
 ε : alargamento das fibras superficiais < 25%

A flexibilidade dos tubos PE100 EN 12201 W é reduzida a baixas temperaturas, pelo que, quando se efectua uma instalação a temperatura < 0°C, os raios de curvatura obtidos devem ser aumentados em um factor de 2,5.

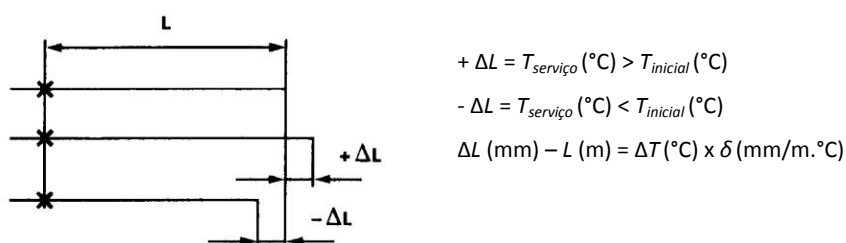
Contração e dilatação

Os tubos PE100 EN 12201 W, quando instalados com exposição à intempérie, têm um coeficiente de dilatação térmica linear de 0,2 mm por metro de comprimento e °C de variação de temperatura. Em condutas rectilíneas e contínuas em que se prevê dilatação, é necessário instalar elementos para as absorver. Para isto, utilizam-se instalações em lira ou compensadores de dilatação conforme o esquema seguinte:



Exemplos esquemáticos de liras e compensadores de dilatação

Em muitas instalações as próprias mudanças de direcção proporcionam por si só um meio adequado para compensar a dilatação. A expansão e contração térmica podem ser determinadas recorrendo ao gráfico e às fórmulas da Figura seguinte:



Esquema para determinar a expansão e contração térmica

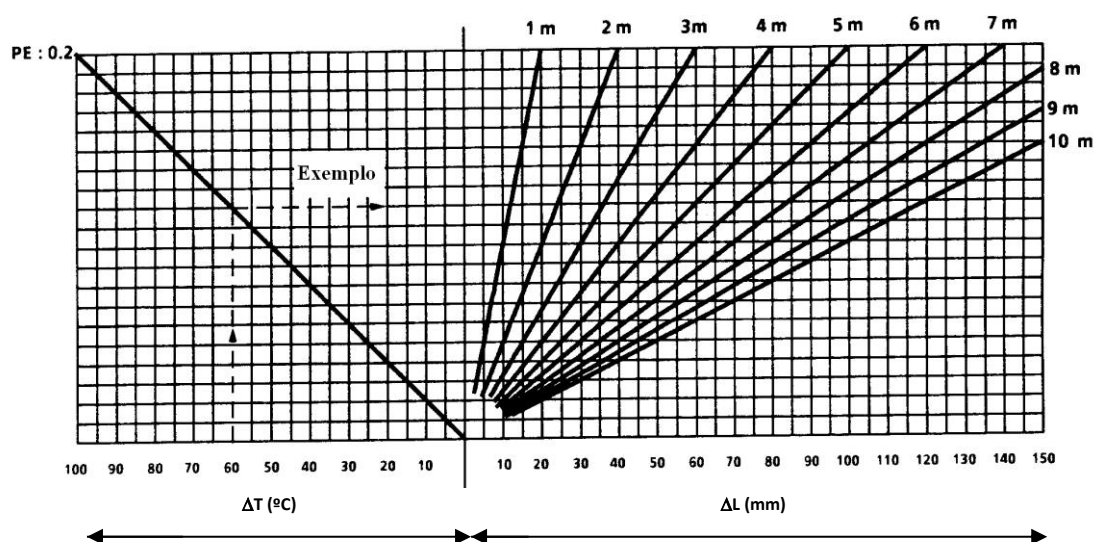
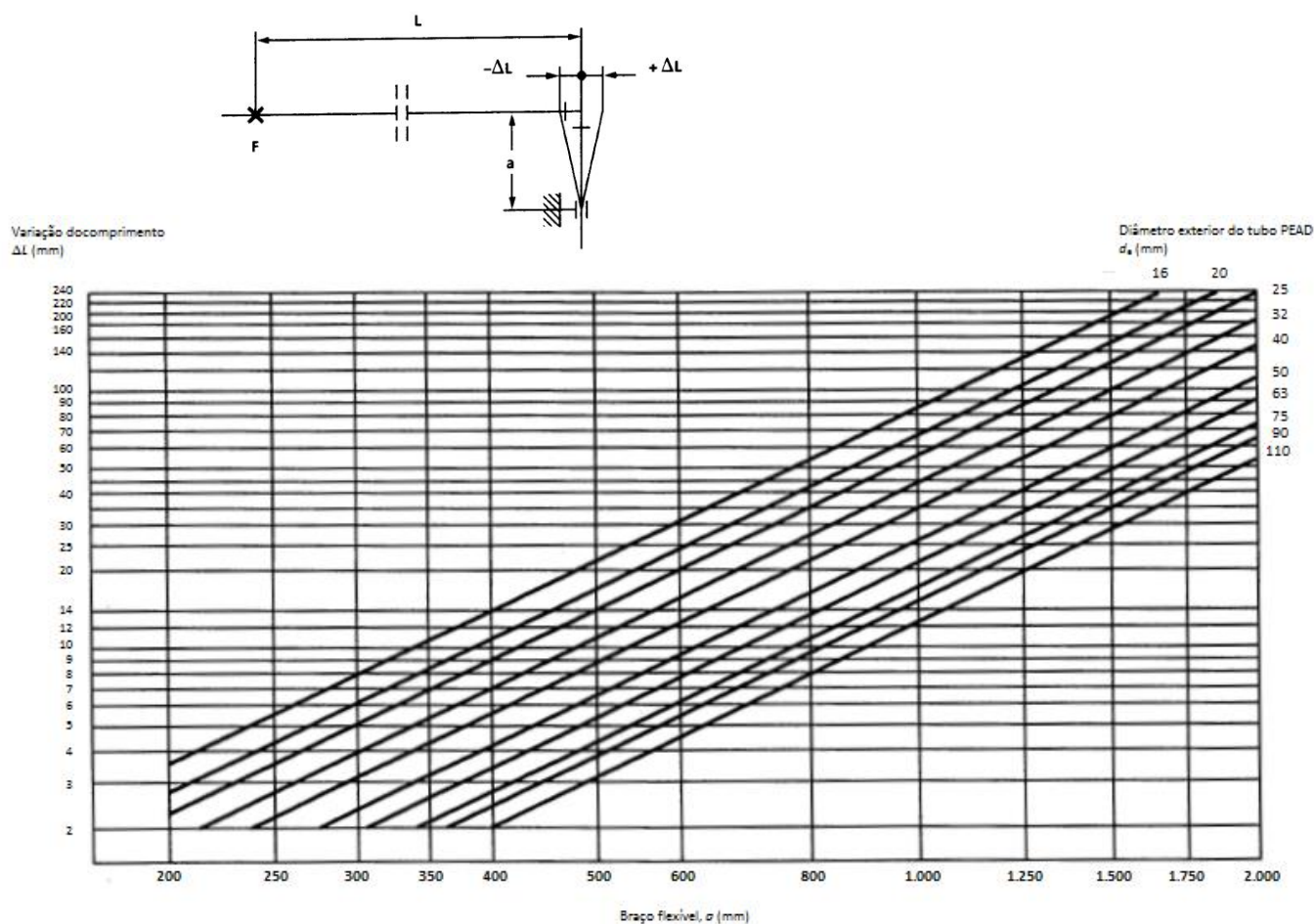


Gráfico para determinar a contração/dilatação ΔL em função da variação de temperatura ΔT e do comprimento de tubo L

Distância aos pontos de fixação para compensar as dilatações

A distância aos ponto de fixação pra compensar as dilatações causadas pelas variações de temperatura do líquido que circula nos tubos PE100 EN 12201 W pode ser determinada recorrendo ao esquema e ao gráfico da Figura seguinte.



Determinação do comprimento do braço "a" para tubagens de polietileno

Instalação de condutas enterradas

As superfícies internas do tubo devem ser mantidas o mais limpo possível durante as operações de instalação.

O comportamento de uma conduta sujeita a cargas, depende de se ela é flexível, semi-rígida ou rígida (veja-se a norma

EN 476). Os tubos de PE100 EN 12201 W são considerados flexíveis, pelo que quando são sujeitos a cargas verticais no solo, o tubo vai sofrer uma deflexão sem ruptura, pressionando o material envolvente ao tubo (enchimento). Isto vai provocar a reacção do material envolvente que vai controlar a deflexão.

O valor da deflexão é limitado pela selecção dos materiais usados no leito de assentamento e na cama de apoio da conduta e da forma da execução da instalação.

O nível de deflexão atingido por uma conduta enterrada depende em grande parte das propriedades do material envolvente e da rigidez circunferencial do tubo, mas não das suas propriedades de resistência hidrostática. Pelo que para os tubos flexíveis, não são apropriados os ensaios e dimensionamentos feitos com procedimentos de resistência à compressão aplicáveis aos tubos rígidos (betão ou aço).

Quando se instala um tubo flexível e se enche a vala, este sofre uma deflexão inicial, que deverá continuar a evoluir lentamente, até atingir um valor limite, dentro de um período de tempo razoável.

Tubos fabricados com diferentes materiais têm diferentes limites de deflexão, pelo que devem ser considerados para cada caso específico os valores recomendados nos guias de instalação. Para os tubos de PE100 EN 12201

W, o valor limite de deflexão inicial deve ser inferior a 5 %, no entanto de acordo com o CEN/TS 15223 e o CEN/TR 1046 valores de 8% a 10% são admissíveis porque garantimos a estanquidade das uniões e não há risco de colapso dos tubos.

Para grandes sobrecargas, é importante o uso de tubos de rigidez apropriada por forma a assegurar que a deformação inicial do tubo seja mantida dentro do limite máximo.

A deformação será afectada pelo funcionamento do sistema, sistemas sujeitos continuamente a uma pressão interna deformar-se-ão menos que aqueles deixados sem pressão por longos períodos de tempo.

Quando é necessário e em aplicações enterradas, pode ser determinada a rigidez circunferencial inicial (S_{calc}).

Rigidez circunferencial inicial dos tubos PE100 EN 12201 W							
PE100		SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
		S 12,5	S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4
		PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
ϵ	S_{calc}	5,9 kN/m ²	11,5 kN/m ²	22,4 kN/m ²	45,8 kN/m ²	91,7 kN/m ²	179,0 kN/m ²
1100 MPa	SN	SN 4	SN 8	SN 16	SN 32	SN 64	SN 128

A rigidez circunferencial inicial (S_{calc}) nos tubos de PE marca FERSIL é calculada com a fórmula:

$$S_{calc} = \frac{E \times I}{(d_n - e_n)^3} = \frac{E}{96 \times (S)^3}$$

sendo:

- S_{calc} a rigidez inicial calculada (kN/m²)
- E o módulo de elasticidade à flexão, determinado de acordo com a norma EN ISO 178 (kN/m²);
- I o momento de inércia, $\frac{1 \times e_n^3}{12}$ para 1 m de tubo (mm³);
- d_n o diâmetro exterior nominal (mm);
- e_n a espessura de parede nominal (mm);
- S a série de tubos.

Na prática, a rigidez inicial é sempre superior à calculada, porque a espessura de parede média é maior que a espessura de parede nominal usada no cálculo.

Quando os tubos com uma rigidez inicial $S_{calc} < 4$ são enterrados, deve-se ter o cuidado na instalação para evitar uma ovalização excessiva.

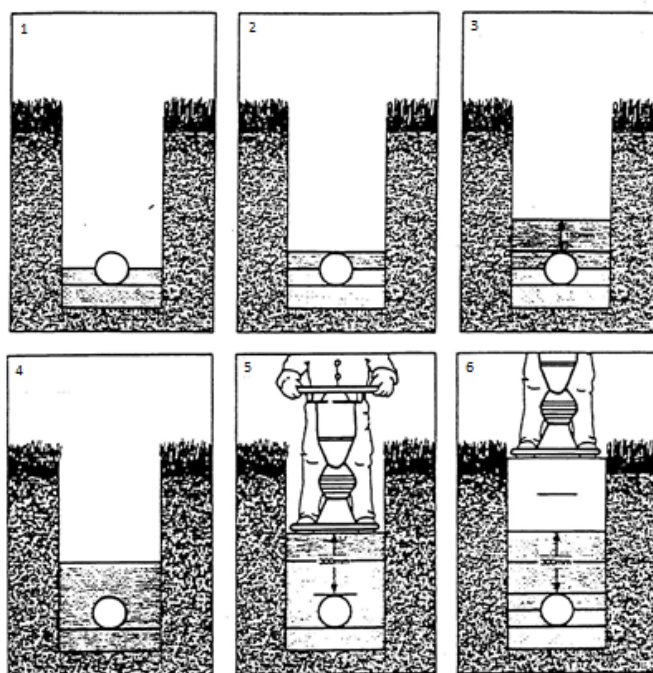
Os tubos não deverão nunca ser revestidos com cimento, porque transforma um tubo com alguma flexibilidade, numa estrutura rígida, susceptível a fracturas em caso de abatimentos ou outros movimentos do solo.

A profundidade mínima recomendada para instalações enterradas de tubos de PE100 é de 0,8 m.

A distância horizontal entre a tubagem e fundações ou outras instalações subterrâneas não deverá ser inferior a 0,40 m em circunstâncias normais. Quando existe proximidade lateral ou quando o sistema de tubagem se orienta paralelamente a outras tubagens ou cabos, a distância mínima entre eles não deverá ser inferior a 0,40 m.

Em pontos de congestionamento, deve ser mantida uma distância de 0,2 m, a menos que tenham sido construídos degraus para evitar o contacto directo. A construção destes degraus poderá ter que ser acordada com as autoridades competentes.

A figura que se segue (retirada como exemplo do CEN/TR 1046) apresenta os cuidados de assentamento dos tubos no interior das valas.



Cuidados de assentamento no interior de valas

Legenda:

1. Formar o leito com areia fina ou saibro, isentos de pedras. Encher normalmente até metade do diâmetro do tubo e compactar lateralmente, procurando acamar o tubo da melhor forma.
2. Encher como em 1 até envolver completamente o tubo e compactar lateralmente.
3. Continuar o enchimento com o mesmo material até cobrir a tubagem com uma camada de espessura de 15 cm. A partir daqui o enchimento pode ser colocado e compactado mecanicamente, desde que não seja por cima do tubo.
4. O enchimento a partir dos 15cm pode ser com material da própria escavação em camadas compactadas de 10 cm.
5. A compactação mecânica é aconselhada quando a camada de enchimento sobre o tubo atinja pelo menos os 30cm.
6. O restante enchimento será colocado e compactado em camadas dependendo do acabamento superficial pretendido.

INSPECÇÃO E ENSAIOS

O procedimento do ensaio de pressão completo inclui, necessariamente, uma fase preliminar, um ensaio de purga e o ensaio principal e deve ser realizado conforme é descrito na norma EN 805 e no respectivo Anexo para materiais viscoelásticos.

A pressão de ensaio da rede (STP) deve ser escolhida em função do tipo de instalação e poderá ser:

- STP = á pressão máxima do projecto considerando o golpe de aríete calculado (MDPC) + 100kPa;
- STP = 1,5x a pressão máxima de serviço (MDPa) prevista para o funcionamento da conduta no ponto de ensaio;
- STP = 1,5x PN do componente de pressão mais baixa instalada no sistema.

A FERSIL recomenda que se utilize como regra o referido na norma EN 805 com a Pressão de ensaio igual à Pressão máxima prevista no projecto, considerando o golpe de aríete calculado (MDPC) + 100kPa.

Fase preliminar

O objectivo da fase preliminar é criar condições iniciais para variações de volume dependentes de pressão, tempo e temperatura.

Procedimento de ensaio:

- Depois da limpeza e da purga, despressurizar até à pressão atmosférica e deixar decorrer um período de relaxamento de pelo menos 60 min., para eliminar toda a tensão resultante da pressão;
- Tomar medidas para evitar qualquer entrada de ar;
- Após o período de relaxamento, aumentar a pressão de forma regular e rápida (em pelo menos 10 min) até à pressão de ensaio. Manter esta pressão durante 30 min, bombeando de forma contínua ou frequentemente. Durante este tempo, inspecionar a tubagem para detectar as fugas que possam aparecer;
- Esperar sem bombear um período suplementar de uma hora, durante o qual a tubagem pode expandir-se de forma visco elástica e medir a pressão no final deste período;
- No caso da fase preliminar ser superada com êxito, continuar o procedimento de ensaio. Se a queda de pressão for superior a 30% da pressão de ensaio, interromper a fase preliminar e despressurizar até à pressão atmosférica;
- Examinar as condições de prova (ex. influência da temperatura, fugas);
- Não reiniciar o ensaio enquanto não tiver decorrido o tempo de relaxamento de pelo menos 60 min.

Ensaio de purga

Os resultados da fase principal não podem ser interpretados sem que o volume de ar restante no troço seja suficientemente baixo. As etapas seguintes são indispensáveis:

- Reduzir rapidamente a pressão absoluta restante, medida no final da prova preliminar, extraíndo água do sistema para produzir uma queda de pressão compreendida entre 10 e 15 % da pressão de ensaio;
- Medir com precisão o volume de água extraído ΔV ;
- Calcular a perda de água admissível $\Delta V_{\text{máx}}$ e verificar que o volume extraído não ultrapassa $\Delta V_{\text{máx}}$:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2V \cdot \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

sendo: $\Delta V_{\text{máx}}$: perda de água admissível, em litros;

V : volume do troço em ensaio, em litros;

Δp : queda de pressão, em kPa;

E_w : módulo de elasticidade da água, em kPa;

D : diâmetro interior do tubo, em metros;

e : espessura da parede do tubo, em metros;

E_R : módulo de elasticidade a flexão transversal da parede do tubo, kPa;

1,2: factor de correcção que considera a quantidade de ar restante admissível durante o ensaio principal.

Para a interpretação do resultado, é importante utilizar o valor exacto de E_R correspondente à temperatura e duração do ensaio. O valor de E_R mais usual é de $9,00 \times 10^5$ kPa.

É conveniente medir o Δp e ΔV com a maior precisão possível, especialmente para pequenos, diâmetros e comprimentos.

Ensaio principal

O fluxo visco elástico devido à tensão produzida pela pressão de ensaio interrompe-se para o ensaio de purga. A queda rápida de pressão conduz a uma contracção da tubagem:

- Observar e registar durante 30 min (fase do ensaio principal) o aumento de pressão devido à contracção;
- A fase do ensaio principal é considerada satisfatória se a curva de pressões mostra uma tendência crescente, e nunca decrescente durante esse intervalo de tempo de 30 min, o qual é normalmente suficiente;
- Uma curva de pressões que mostra uma tendência decrescente durante esse intervalo de tempo, significa que existe uma fuga na rede;
- Em caso de dúvida, prolongar a fase do ensaio principal até uma duração total de 90 min. Neste caso a queda de pressão limita-se a 25 kPa a partir do valor alcançado na fase da contracção;
- Se a pressão cai mais de 25 kPa, o ensaio não é satisfatório;
- Aconselha-se verificar todos os acessórios mecânicos e realizar o controlo visual das uniões soldadas;
- Corrigir os defeitos da instalação detectados durante o ensaio e repeti-lo;

A repetição do ensaio principal só pode ser realizada seguindo o procedimento completo, incluindo os 60 min de tempo de relaxamento na fase preliminar.

Nota: A rápida descompressão de qualquer ar que tenha entrado na conduta pode causar condições transitórias de sobrepressão (golpe de aríete), que são potencialmente perigosas para a instalação e para os operadores.

FERSIL.
TUBOS PORTUGAL

Apartado 2022
3701-906 Cesar
Portugal
Tel.: +351 256 856 010 | Fax: +351 256 856 011
fersil@fersil.com | www.fersil.com