

Abastecimento de água PVC

Tubos PVC-U pressão – EN ISO 1452 W

Tubos cinza-escuro com embocaduras para colar ou com junta autoblocante (JA)

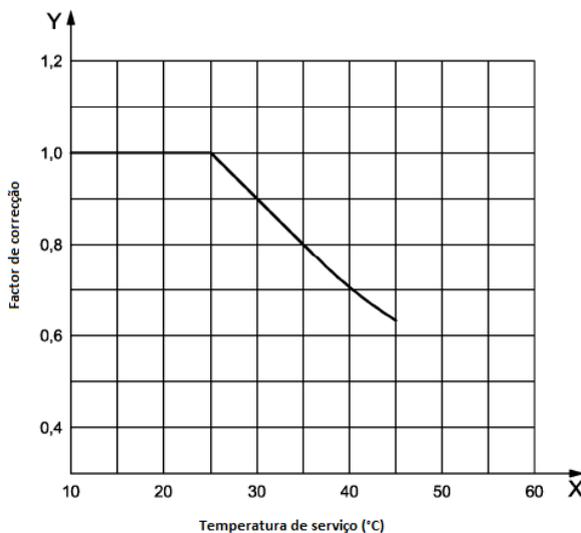
Os sistemas de tubagem de Poli(cloreto de vinilo) não plastificado (PVC-U) de cor cinza escuro para abastecimento de água para consumo humano, são uma excelente alternativa quando comparados aos sistemas tradicionais em Ferro, betão ou fibrocimento, devido à sua elevada robustez, menor densidade maior flexibilidade, longevidade e elevada resistência química.

Estes tubos seguem as especificações de produto definidas pela norma EN ISO 1452-1 e EN ISO 1452-2, tendo em consideração um MRS de 25,0MPa e os Coeficientes de Projecto a 23°C de $C=2,5\text{MPa}$ para $\text{DN} \leq 90\text{mm}$ e de $C=2,0\text{MPa}$ para $\text{DN} \geq 110$.

Esta Ficha Técnica é aplicável aos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W e às suas uniões utilizados nas seguintes condições:

- a uma pressão máxima de serviço, MOP, de 6 bar (0,6MPa) até 16 bar (1,6 MPa);
- a uma temperatura de utilização de 20 °C, como temperatura de referência.

Os produtos em causa podem também ser sujeitos a fluídos cuja temperatura não exceda os 45°C. Para temperaturas entre 20 °C e 45 °C, a pressão de serviço é obtida multiplicando a pressão nominal pelo factor de correcção retirado do gráfico.



Factor de correcção em função da temperatura

Material

O composto com que se fabricam os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W, deve preparar-se com resina de PVC, à qual são adicionados os aditivos necessários para facilitar a produção por processos de extrusão.

Características do material para tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W

Característica	Valor	Método de ensaio
Densidade (23°C)	1,4 a 1,5 kg/cm ³	EN ISO 1183
Módulo de elasticidade	> 3600 MPa	EN ISO 6259-1 e -2
Coefficiente de expansão linear	0,06 mm/m.K ⁻¹	ASTM D 696-70
Condutividade térmica	0,122 kcal/m.h.°C	-
Comportamento ao fogo	Auto extingüível	-

Características gerais

Aspecto visual

A superfície interna e externa dos tubos e dos acessórios é lisa, limpa e isenta de ranhuras, cavidades, impurezas visíveis ou outros defeitos superficiais, que possam afectar o desempenho dos tubos. As extremidades dos tubos são com corte limpo (isento de rebarbas) e perpendicular ao eixo.

Cor

A parede dos tubos é de cor cinza escuro (aproximadamente RAL 7011) e são permitidas leves variações no aspecto da cor.

Marcação:

Os elementos de marcação devem ser impressos ou gravados directamente nos tubos ou estar numa etiqueta, de tal forma que após armazenamento, exposição às intempéries, manuseamento e instalação, devem manter a sua legibilidade.

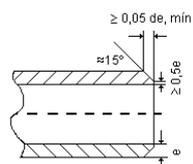
Os tubos devem ser marcados a intervalos de 1 m, no máximo e pelo menos com uma marcação completa por tubo. A marcação mínima requerida para os tubos deve ser conforme aplicável:

AENOR N 001/000533 FERSIL PVC-U dn x e PNxx EN ISO 1452 W DATA+HORA+O.P

Sistemas de União

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W são produzidos por um processo contínuo de extrusão. Os tubos são cortados na linha de produção e fornecidos em comprimentos definidos e com uma das extremidades moldada para união de colar ou união com junta elástica autoblocante;

As extremidades planas dos tubos, apresentam-se chanfradas com um ângulo de inclinação com cerca de 15°. O chanfre deve ser realizado em todo perímetro da ponta do tubo, ser uniforme e ter uma largura maior ou igual a 0,05 do diâmetro exterior mínimo.

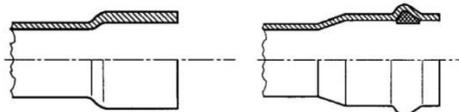


Pormenor chanfre da ponta macho do tubo

Os tipos de uniões entre tubos, ou entre os tubos e os acessórios podem ser:

- **União de colar (soldadura química com cola base solvente)** – O extremo macho do tubo ou do acessório é limpo, lixado e desengordurado, de seguida aplica-se um cola base solvente (específica para PVC-U de pressão), é então montado numa embocadura lisa, proporcionando uma união estanque. Este tipo de união aguenta esforços axiais.

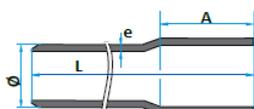
- **União com junta elástica (junta autoblocante)** – Um anel de borracha é comprimido e forma uma vedação, quando a extremidade de um tubo ou acessório é inserida na embocadura. Este tipo de união não aguenta esforços axiais.



Pormenor da embocadura para colar Pormenor da embocadura JA

Características geométricas

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

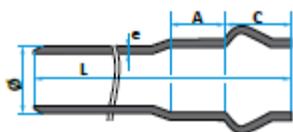


Dimensões dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W com embocadura lisa para colar

Ø _{ext médio} (mm)	MRS = 25,0 MPa Coeficiente de projecto C= 2,5				Cotas da embocadura A _{méd} (mm)	Comprimento total com embocadura L (m)
	Classe PN6 SDR 33	Classe PN10 SDR 21	Classe PN16 SDR 13,6	Classe PN20 SDR 11		
	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)		
20 +0,2 -0	-	-	1,5 +0,4 -0	1,9 +0,4 -0	16	5 +0.05 -0.03
25 +0,2 -0	-	-	1,9 +0,4 -0	2,3 +0,5 -0	19	5 +0.05 -0.03
32 +0,2 -0	-	1,6 +0,4 -0	2,4 +0,5 -0	2,9 +0,5 -0	22	5 +0.05 -0.03
40 +0,2 -0	1,5 +0,4 -0	1,9 +0,4 -0	3,0 +0,5 -0	3,7 +0,6 -0	26	5 +0.05 -0.03
50 +0,2 -0	1,6 +0,4 -0	2,4 +0,5 -0	3,7 +0,6 -0	4,6 +0,7 -0	31	5 +0.05 -0.03
63 +0,3 -0	2,0 +0,4 -0	3,0 +0,5 -0	4,7 +0,7 -0	-	38	6 +0.06 -0.03
75 +0,3 -0	2,3 +0,5 -0	3,6 +0,6 -0	5,6 +0,8 -0	-	44	6 +0.06 -0.03
90 +0,3 -0	2,8 +0,5 -0	4,3 +0,7 -0	6,7 +0,9 -0	-	51	6 +0.06 -0.03

Dimensões dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W com embocadura lisa para colar

Ø _{ext médio} (mm)	MRS = 25,0 MPa Coeficiente de projecto C= 2,0			Cotas da embocadura A _{méd} (mm)	Comprimento total com embocadura L (m)
	Classe PN6 SDR 41	Classe PN10 SDR 26	Classe PN16 SDR 17		
	e (mm)	e (mm)	e (mm)		
110 +0,4 -0	2,7 +0,5 -0	4,2 +0,7 -0	6,6 +0,9 -0	61	6 +0.05 -0.03
125 +0,4 -0	3,1 +0,6 -0	4,8 +0,7 -0	7,4 +1,0 -0	69	6 +0.05 -0.03
140 +0,5 -0	3,5 +0,6 -0	5,4 +0,8 -0	8,3 +1,1 -0	79	6 +0.05 -0.03
160 +0,5 -0	4,0 +0,6 -0	6,2 +0,9 -0	9,5 +1,2 -0	86	6 +0.05 -0.03
200 +0,6 -0	4,9 +0,7 -0	7,7 +1,0 -0	-	106	6 +0.05 -0.03
250 +0,8 -0	6,2 +0,9 -0	9,6 +1,2 -0	-	131	6 +0.06 -0.03
315 +1,0 -0	7,7 +1,0 -0	12,1 +1,5 -0	-	164	6 +0.06 -0.03



Dimensões dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W com embocadura JA

$\varnothing_{\text{ext}} \text{ médio}$ (mm)	MRS = 25,0 MPa Coeficiente de projecto C= 2,5				Cotas da embocadura $A_{\text{méd}} + C_{\text{méd}}$ (mm)	Comprimento total com embocadura L (m)
	Classe PN6 SDR 33	Classe PN10 SDR 21	Classe PN12,5 SDR 17	Classe PN16 SDR 13,6		
	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)		
63 +0,3 -0	2,0 +0,4 -0	3,0 +0,5 -0	3,8 +0,6 -0	4,7 +0,7 -0	90	6 +0.06 -0.03
75 +0,3 -0	2,3 +0,5 -0	3,6 +0,6 -0	4,5 +0,7 -0	5,6 +0,8 -0	94	6 +0.06 -0.03
90 +0,3 -0	2,8 +0,5 -0	4,3 +0,7 -0	5,4 +0,8 -0	6,7 +0,9 -0	97	6 +0.06 -0.03

Dimensões dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W com embocadura JA

$\varnothing_{\text{ext}} \text{ médio}$ (mm)	MRS = 25,0 MPa Coeficiente de projecto C= 2,0				Cotas da embocadura $A_{\text{méd}} + C_{\text{méd}}$ (mm)	Comprimento total com embocadura L (m)
	Classe PN6 SDR 41	Classe PN10 SDR 26	Classe PN12,5 SDR 21	Classe PN16 SDR 17		
	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)		
110 +0,4 -0	2,7 +0,5 -0	4,2 +0,7 -0	5,3 +0,8 -0	6,6 +0,9 -0	117	6 +0.05 -0.03
125 +0,4 -0	3,1 +0,6 -0	4,8 +0,7 -0	6,0 +0,8 -0	7,4 +1,0 -0	125	6 +0.05 -0.03
140 +0,5 -0	3,5 +0,6 -0	5,4 +0,8 -0	6,7 +0,9 -0	8,3 +1,1 -0	130	6 +0.05 -0.03
160 +0,5 -0	4,0 +0,6 -0	6,2 +0,9 -0	7,7 +1,0 -0	9,5 +1,2 -0	138	6 +0.05 -0.03
200 +0,6 -0	4,9 +0,7 -0	7,7 +1,0 -0	9,6 +1,2 -0	11,9 +1,4 -0	147	6 +0.05 -0.03
250 +0,8 -0	6,2 +0,9 -0	9,6 +1,2 -0	11,9 +1,4 -0	14,8 +1,7 -0	156	6 +0.06 -0.03
315 +1,0 -0	7,7 +1,0 -0	12,1 +1,5 -0	15,0 +1,7 -0	-	183	6 +0.06 -0.03

Características físicas e mecânicas

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W estão dimensionados para pressões de serviço de 6 bar \approx 0,6 MPa, 10 bar \approx 1,0 MPa,

12,5 bar \approx 1,25 MPa, 16 bar \approx 1,6 MPa e 20 bar \approx 2,0 MPa na condução de fluidos até à temperatura de 20 °C.

A resistência mecânica do material constituinte dos tubos, diminui com o aumento da temperatura. Sempre que os fluidos a transportar, circulem a temperaturas superiores, poderá tomar-se, como regra prática uma diminuição de 2 % em pressão, por cada °C que exceda os 20 °C, ou consultar o nosso departamento técnico.

Características mecânicas dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W		
Característica	Valor	Método de ensaio
Resistência ao impacto (método do relógio) (ar, 0°C, massa/altura de queda por d_n)	TIR \leq 10%	EN 744
Resistência hidrostática (água em água, 20 °C, σ 42 MPa)	\geq 1 h sem falha	ISO 1167-1
Resistência hidrostática (água em água, 20 °C, σ 35 MPa)	\geq 100 h sem falha	ISO 1167-1
Resistência hidrostática (água em água, 60 °C, σ 12,5 MPa)	\geq 1000 h sem falha	ISO 1167-1

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W têm excelentes propriedades físicas que lhes confere uma boa flexibilidade no manuseamento, instalação e uso em redes de água fria com pressão.

Características físicas dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W		
Característica	Valor	Método de ensaio
Deformação longitudinal a quente (150 °C, 60 min)	\leq 5%	ISO 2505 método B
Temperatura de amolecimento de Vicat (VST)	\geq 80 °C	ISO 2507-1 (substitui a EN 727)
Resistência à tracção		
Tensão máxima	\geq 45 MPa	ISO 6259-1 e ISO 6259-2
Alongamento à rotura	\geq 80 %	

Características químicas

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 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 presentes na maioria dos tipos de solo ou estruturas de betão em que sistema de tubos é instalado.

A resistência química depende das condições de serviço, tais como a temperatura, a pressão e as cargas estáticas e dinâmicas aplicadas em cima do sistema de tubos. Para informações mais detalhadas, consulte a tabela FERSIL de resistência química ou consulte o relatório técnico ISO / TR 10358.

Efeito sobre a qualidade da água

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 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 conforme estipulado no Despacho 19563/2006 de 25 de Setembro, do Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações.

Requisitos funcionais

As uniões entre os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W têm excelente comportamento e resistência, sendo a estanquidade assegurada por juntas autoblocantes compostas por anéis em elastómero.

Requisitos funcionais das uniões entre tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W		
Característica	Valor	Método de ensaio
Resistência hidrostática das uniões (água em água, 20 °C, 4,2xPN para $\varnothing \leq 90$ mm ou 3,36xPN para $\varnothing \geq 110$ mm)	≥ 1 h sem falha	ISO 1167-1
Resistência hidrostática das uniões (água em água, 20 °C, 3,2xPN para $\varnothing \leq 90$ mm ou 2,56xPN para $\varnothing \geq 110$ mm)	≥ 1000 h sem falha	ISO 1167-1

Embalagem

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W com 5 e 6m de comprimento, são embalados em paletes com 2 ou 3 aros de madeira com cintas de plástico.

Embalagem dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W				
d_n (mm)	Tubos por atado (qt)	Tubos por palete (qt)	Comprimento total por palete (tubos com 5m) (m)	Comprimento total por palete (tubos com 6m) (m)
20	20	1.440 2.200	7.200 -	- 13.200
25	20	540 1.440	2.700 7.200	3.240 8.460
32	10	360	1.800	2.160
40	10	280	1.400	1.680
50	10	230	1.150	1.380
63	-	175	875	1.050
75	-	145	-	870
90	-	115	-	690
110	-	76	-	456
125	-	51	-	306
140	-	35	-	210
160	-	30	-	180
200	-	15	-	90
250	-	11	-	66
315	-	5	-	30

Recomendações na utilização do material

Transporte, manuseamento e armazenamento

No transporte de tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W, os veículos deverão apresentar os estrados lisos e isentos de pregos e outras saliências. O veículo deverá estar equipado com suportes laterais espaçados entre si de cerca de 2m. Todos os

suportes deverão ser lisos sem arestas salientes. Quando o comprimento dos tubos ultrapassar o do veículo, a parte suspensa não deverá exceder 1m. Os tubos mais pesados e com maior Classe deverão ser colocados por baixo dos de menor Classe.

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W, quando manuseados individualmente, devem ser baixados, erguidos e transportados de forma controlada sem serem arremessados ou arrastados. O manuseamento de atados ou de paletes requer o uso de equipamento mecânico apropriado. A técnica escolhida não deverá causar qualquer dano nos tubos.

Se o tubo tiver sido telescopado (encaixado dentro de outro tubo) para transporte, os tubos interiores deverão ser sempre removidos primeiro e acondicionados separadamente.

Não esquecer que a resistência ao impacto dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W é reduzida a baixas temperaturas e deverá colocar-se mais cuidados no manuseamento do material a temperaturas inferiores a 0°C.

Embora os tubos de PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W sejam duráveis, o manuseamento é muito fácil devido à sua leveza e, desta forma são susceptíveis de maus-tratos. Razoáveis precauções devem ser tomadas durante o manuseamento e armazenamento para garantir que os tubos não sejam danificados.

Os tubos de PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W devem ser acondicionados numa superfície suficientemente lisa e isenta de objectos cortantes, pedras ou saliências de forma a evitar deformações ou defeitos que poderiam tornar-se permanentes.

Os suportes laterais das paletes deverão ser colocados a intervalos máximos de 1,5 m. Os tubos devem ser suportados em todo o seu comprimento. Tubos de diferentes diâmetros e espessuras deverão ser armazenados separadamente. No caso de isto não ser possível, os de maior diâmetro e espessura deverão ser colocados no fundo.

Quando se acondicionam tubos com uma das extremidades moldada para união por anel de estanquidade, as embocaduras deverão ser colocadas alternadamente na paleta e suficientemente projectadas para o exterior, para que os tubos estejam correctamente suportados ao longo de todo o comprimento.

Os tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W deverão ser armazenados ao abrigo de fontes de calor e não deverão contactar com produtos potencialmente perigosos como gasóleo, tintas ou solventes. A exposição prolongada à radiação ultravioleta (luz solar) pode reduzir a resistência dos tubos ao impacto e causar descoloração. De qualquer forma a resistência à pressão interna não é reduzida.

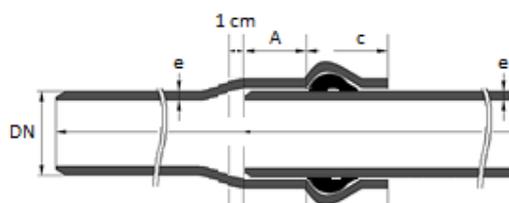
Recomendações na instalação dos tubos

A instalação dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 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.

Recomendações na execução de uniões JA

As uniões são formadas como parte integrante do tubo ou do acessório.

O perfil da junta elástica (o-ring de pressão) e da embocadura constituem desenhos específicos da FERSIL, pelo que não deverão ser substituídos por outros. No caso das juntas serem fornecidos separadamente, a ranhura deve ser limpa, removidos os objectos estranhos e a mesma colocada correctamente.



Pormenor da união JA (com o-ring de pressão)

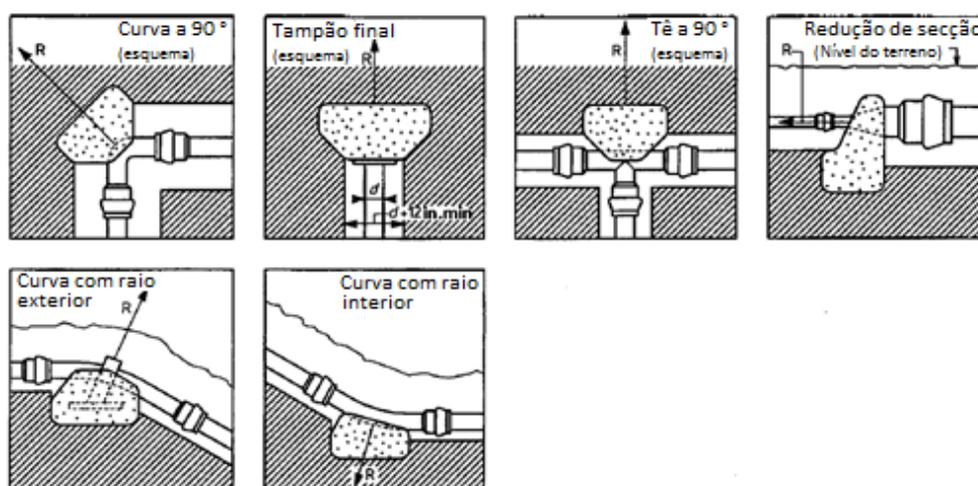
A execução correcta desta união requer que o extremo macho do tubo seja chanfrado e lubrificado antes da inserção na embocadura. O lubrificante deve também ser aplicado ao anel de borracha, após este estar perfeitamente ajustado na ranhura.

Para maior garantia de estanquidade e durabilidade das uniões, a FERSIL recomenda na montagem das uniões JA que apenas seja usada massa lubrificante tipo silicone ou vaselina industrial adequada para o-rings de borracha.

Após a lubrificação das duas superfícies, a introdução deve ser efectuada para evitar o depósito de sujidade.

Neste tipo de união, o elemento macho não deve ser introduzido completamente na campânula do outro elemento; o seu extremo deve distanciar 1cm (normalmente 1cm por cada 6 m de tubo). Para isso é necessário, antes da montagem definitiva, referenciar-se por meio de um traço a lâpis a extensão a ser introduzida.

Como as uniões por junta elástica não sustentam esforços axiais, deve ser dada atenção especial ao projecto dos blocos de ancoragem e à sua localização no sistema de tubagem. Os blocos de ancoragem devem ser projectados para susterm o esforço máximo desenvolvido em virtude da pressão interna, quando o ensaio de pressão é efectuado.



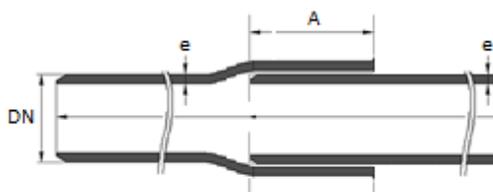
Exemplos de disposição dos blocos de ancoragem

Recomendações na execução de uniões coladas

Estas uniões, à semelhança das anteriores também são formadas como parte integrante do tubo ou do acessório.

A fim de se conhecer a extensão das superfícies a colar, introduz-se completamente o elemento macho, já chanfrado, na campânula do outro elemento; marca-se na sua superfície exterior, com um lápis e não com qualquer elemento cortante, um traço referência. Afastam-se os dois elementos e procede-se à aplicação da cola.

As superfícies a colar devem ser previamente limpas, secas e libertas de gorduras, pelo que se aconselha o uso do decapante. Após a secagem do decapante, aplica-se a cola em camada fina no sentido longitudinal, sobre toda a superfície a colar do elemento macho e à entrada da embocadura. A aplicação da cola deve ser efectuada de forma rápida.



Pormenor da união colada

Sem torções, adaptam-se os dois elementos, até que a extremidade da campânula se ajuste ao traço de referência previamente marcado. Deve retirar-se o excesso de cola eventualmente presente na junta exterior, logo após a execução da união.

Para diâmetros superiores a 110mm, recomenda-se que a operação seja efectuada por duas pessoas, para que a cola seja aplicada simultaneamente nas duas superfícies.

As colas e os decapantes utilizados são inflamáveis, pelo que o acto de fumar deve ser proibido na área onde os materiais estão a ser manuseados. A cola deve ter a viscosidade adequada, não devendo no entanto ser diluída.

Para maior garantia de estanquidade e durabilidade das uniões, a FERSIL recomenda apenas o uso de colas de solvente adequadas para PVC e que cumpram a norma harmonizada para a marcação CE, EN 14814.

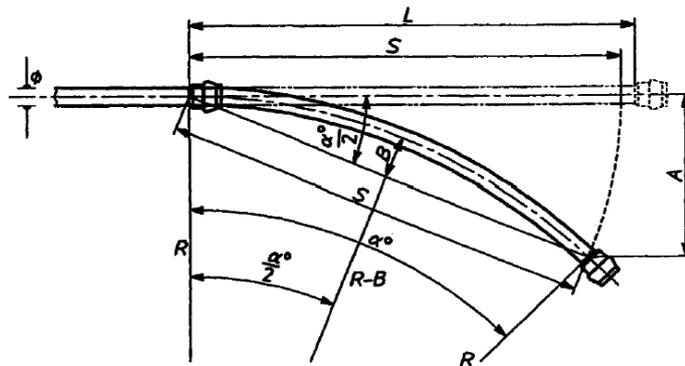
As uniões tornam-se resistentes à pressão algum tempo após a colagem. Deixar passar 24 horas, antes de efectuar o ensaio de pressão recomendado.

Recomendações na execução em obra de curvaturas a frio

É permitido que os tubos sejam instalados sem ser em linha recta, mediante uma das seguintes técnicas:

- através de um pequeno desvio angular na união (apenas para uniões por junta elástica). Para evitar que a eficiência da junta elástica não é comprometida, limita-se o desvio angular a um máximo de 1°;
- pela gradual curvatura em toda o comprimento do tubo.

Para curvaturas executadas a frio, o raio de curvatura, até ao diâmetro 160mm não deve ser inferior a 300 vezes o diâmetro exterior do tubo (ver figura). Tubos de diâmetro superior a 160 mm devem ser considerados como totalmente rígidos e não devem ser sujeitos a esta operação. As curvaturas a frio não devem ser efectuadas a temperaturas inferiores a 5°C.



Esquema com dimensões relativas à curvatura do tubo

Raio mínimo de curvatura, R para tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W, curvados em obra

\varnothing_{ext} (mm)	Raio mínimo R (m)	Angulo $\alpha/2$ (°)	Corda S (m)	Flecha A (m)
63	12,6	13,6	5,9	1,4
75	15,0	11,5	5,9	1,2
90	18,0	9,5	5,9	1,0
110	22,0	7,8	5,9	0,8
125	25,0	6,8	5,9	0,7
160	32,0	5,3	6,0	0,6

Nota: Os valores S e A aplicam-se apenas para tubos de 6 metros de longitude efectiva

Recomendações na instalação de condutas enterradas

É boa prática colocar os tubos com a extremidade macho inserida na campânula na mesma direcção do fluxo. 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 PVC 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 e ferro ou aço).

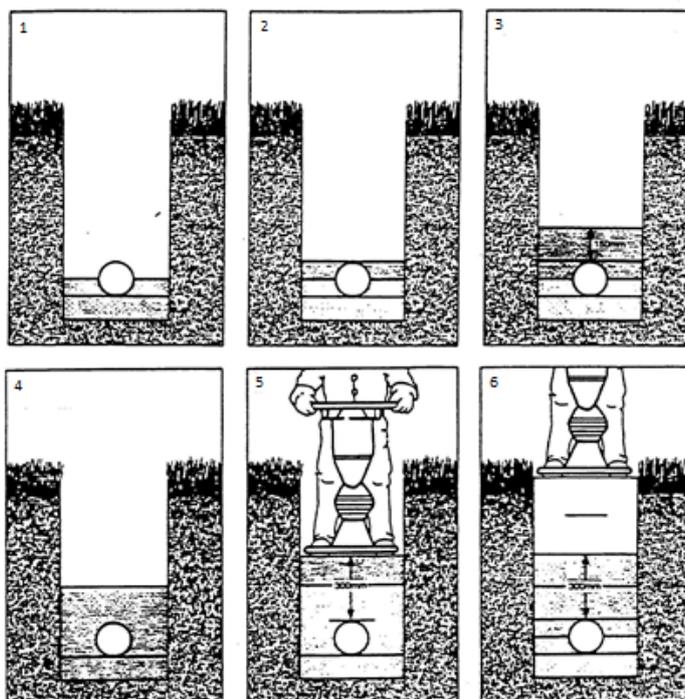
Quando se instala um tubo flexível e se enche a vala, este sofre uma deflexão inicial, que deverá continuar a evoluir lentamente, até atingir um valor limite, dentro de um período de tempo razoável.

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 PVC-U em aplicações por escoamento gravítico (situação mais desfavorável pois uma vez que não há pressão, o tubo trabalha parcialmente vazio e tem de aguentar sozinho com as cargas exercidas sobre a conduta), o valor limite de deflexão inicial deve ser inferior a 8% ou 10%.

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.

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 figura que se segue 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.
2. Encher como em 1 até envolver completamente o tubo.
3. Continuar o enchimento com o mesmo material até cobrir a tubagem com uma camada de espessura de 15cm. 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 do material da própria escavação em camadas compactadas de 10cm de espessura.
5. A compactação mecânica é aconselhada quando a camada de enchimento sobre o tubo atinja os 30cm.
6. O restante enchimento será colocado e compactado em camadas dependendo do acabamento superficial que se deseje.

A espessura mínima da camada de terra para tubos enterrados é de 0,8 m. Em qualquer caso, os tubos deverão estar enterrados a uma profundidade que evite temperaturas negativas, pelo que a espessura da camada de terra poderá ter que ser superior.

A distância horizontal entre a tubagem e fundações ou outras instalações subterrâneas não deverá ser inferior a 0,40m 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 0,40m. Em pontos de congestionamento, deve ser mantida uma distância de 0,2m, 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.

Recomendações na instalação de condutas aéreas

Uma vez que as uniões por colagem sustêm os esforços axiais causados pela pressão interna, recomenda-se fortemente que sejam usadas em condutas aéreas. Os tubos de PVC-U podem fissurar se o fluido contido no seu interior congelar, pelo que devem ser tomadas precauções especiais nos troços onde isto possa acontecer. O coeficiente de expansão linear do PVC-U é aproximadamente 60×10^{-6} (mm/m)/°C.

A seguinte equação é usada para calcular a variação dimensional.

$$\Delta L = 0,06L * \Delta T$$

onde:

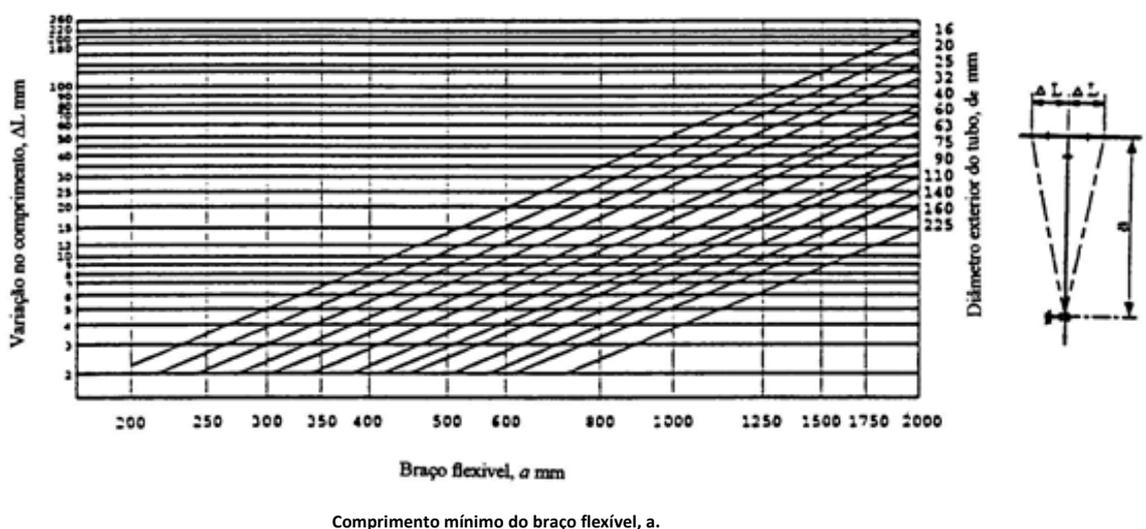
ΔL = é a variação do comprimento, em milímetros;

L = é o comprimento inicial, em metros;

ΔT = é a variação da temperatura da parede do tubo, em graus Célsius.

Quando a temperatura ambiente é razoavelmente constante, a variação da temperatura da parede do tubo pode ser considerada igual à variação da temperatura do fluido.

O comprimento mínimo livre do tubo, braço a, requerido para absorver o movimento causado pela expansão/contractão é apresentado na seguinte figura.



Como regra geral, os tubos de PVC-U não devem ser fixados ao longo do seu trajecto por correias ou grampos de materiais rígidos. Quando estes meios são adoptados, recomenda-se a colocação de um material compressível entre o tubo e o suporte. Existem inúmeros métodos para instalar tubos no plano horizontal ou vertical em aplicações aéreas.

Em todos eles deve levar-se em consideração que:

- os tubos deverão poder mover-se no sentido longitudinal em virtude da expansão/contractão sofrida;
- as distâncias entre suportes verticais e horizontais para sistemas que funcionem até 45°C, não deverão ser excedidas.

Distância entre suportes dos tubos PVC-U pressão cinza-escuro EN ISO 1452 W, com água a diferentes temperaturas

d_n (mm)	Posição horizontal						Posição vertical
	20 °C (mm)	25 °C (mm)	30 °C (mm)	35 °C (mm)	40 °C (mm)	45 °C (mm)	20°C a 45°C (mm)
20	850	770	700	600	500	---	900
25	900	820	750	650	550	500	1000
32	1000	920	850	750	650	570	1200
40	1100	1050	1000	900	800	700	1400
50	1250	1200	1150	1050	950	820	1600
63	1400	1350	1300	1200	1100	970	1800
75	1500	1450	1400	1300	1200	1070	2000
90	1650	1600	1550	1450	1350	1200	2200
110	1850	1800	1750	1650	1550	1370	2400
140	2150	2100	2050	1950	1850	1720	2500
160	2250	2200	2150	2070	2000	1850	2500

Os tubos e acessórios de PVC-U deverão ser instalados a uma distância suficiente de objectos quentes para evitar deformações provocadas por calor radiante. Quando instalados em condutas aéreas deverão ser protegidos da luz solar directa.

Ensaio de pressão em obra

Os sistemas de tubagem devem ser testados em comprimentos e condições apropriadas, seguindo o procedimento estipulado na secção 11 da norma EN 805. Tubagens com comprimentos superiores a 800m poderão ser testados por secções, o comprimento indicado para o ensaio de pressão interna é entre os 300m e os 500m.

O ensaio só será executado se os blocos de ancoragem estiverem dimensionados para suportar os esforços desenvolvidos.

O cálculo da pressão de ensaio da rede (STP) é feito a partir da pressão máxima de projecto (MDP) da seguinte forma:

- Com golpe de aríete calculado (MDPc)
 $STP = MDPc + 100 \text{ kPa}$
- Sem golpe de aríete calculado (MDPa)
 $STP = MDPa \times 1,5$ ou $STP = MDPa + 500 \text{ kPa}$ (o menor dos valores)
 Nota: A margem fixada par o valor do golpe de aríete incluído no MDPa é de 200 kPa.

Para diâmetros pequenos $DN \leq 90 \text{ mm}$ e para troços curtos que não excedam os 100 m, a pressão de ensaio, pode ser igual à pressão de funcionamento desse troço.

Sempre que possível, o ensaio deverá ser executado a partir do ponto mais baixo do sistema, para que o ar seja expelido à medida que se enche a tubagem. Devem colocar-se mecanismos para expulsar o ar em todos os pontos altos, ao longo da tubagem. O equipamento de pressão, quer opere manualmente, quer seja mecânico, deve ser de dimensão adequada e ser suficientemente robusto, com ligações que imponham e mantenham as pressões desejadas durante o tempo de ensaio.

O ensaio deve ser feito com água fria não superior a 20 °C, caso contrário tem de se considerar os factores de redução de pressão referidos.

O enchimento deverá ser efectuado lentamente com todas as válvulas e ventosas abertas. Depois de cheia, todas as ventosas serão fechadas. Durante o enchimento da tubagem poderão ser provocados alguns movimentos, tais como:

- o aumento do peso dos tubos durante o enchimento, provoca pequenos ajustamentos na interface tubo/solo;
- pequenas alterações dimensionais e tendência para a tubagem se ajustar com a pressurização;
- movimentos térmicos devido a diferenças de temperatura nas interfaces água/tubo/solo.

Após a estabilização da conduta sob pressão, o ensaio de prova hidráulica pode ser feito por um dos métodos:

- a) Método de ensaio de perda de água - medição do volume de água que é necessário repor para manter a pressão STP durante 1h e que não deve exceder o volume calculado de acordo com a norma EN 805:

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

Em que:

$\Delta V_{\text{máx}}$	É a perda de água admissível, em litros;
V	É o volume do traço de conduta a ensaiar, em litros;
Δp	É a queda de pressão admissível calculada de acordo com a EN 805, em kiloPascal;
E_w	É o módulo de elasticidade da água, em kiloPascal;
D	É o diâmetro interior da conduta, em metros;
E	É a espessura da parede do tubo, em metros;
E_R	É o módulo de elasticidade transversal da parede do tubo, em kiloPascal;
1,2	É um factor de correcção (por exemplo para o ar residual) durante o ensaio principal de pressão.

- b) Método de ensaio de queda de pressão – Aumentara pressão regularmente até obter a pressão de ensaio STP, durante pelo menos 1 h, deve ser registada a queda de pressão Δp (regressiva) e não deve exceder os 20 kPa.

Durante e após o ensaio devem ser verificadas todas as uniões entre tubos e acessórios para verificar se á perda de estanquidade. Se necessário proceder às reparações e repetir os ensaios (caso o ensaio inicial tenha falhado).

Nota: A rápida decompressão 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