

## 1. ÂMBITO

Esta especificação diz respeito à instalação de tubagem e realização de ensaios em redes de colectores nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas.

Tem por objectivo garantir a boa execução dos trabalhos e verificar a estanqueidade e a estabilidade dos colectores antes da sua entrada em serviço.

## 2. DEFINIÇÕES

Para esta Especificação Técnica, devem ser levadas em conta as seguintes definições, incluindo a Figura 1:

- **Apoio (almofada de areia):** Parte da instalação que suporta a tubagem entre o fundo da vala e o enchimento lateral ou enchimento inicial. O apoio é constituído por um apoio inferior e um apoio lateral.

No caso de a tubagem estar situada no fundo da vala natural, o fundo da vala é o apoio inferior.

- **Espessura da camada de compactação:** Espessura de cada nova camada de material de enchimento antes da devida compactação.

- **Altura de recobrimento:** Distância vertical desde a geratriz superior da tubagem até à superfície.

- **Enchimento envolvente:** Enchimento ao redor da tubagem incluindo o apoio o enchimento lateral e o enchimento inicial.

- **Enchimento inicial:** Espessura de material de enchimento que se encontra imediatamente por cima do extradorso da tubagem.

- **Enchimento principal:** Enchimento entre a parte superior do enchimento envolvente e o nível do solo, a parte superior do terreno, ou quando aplicável, a base da estrutura da estrada ou caminho-de-ferro.

- **Largura mínima da vala:** Distância mínima necessária para segurança e instalação entre as paredes da vala na parte superior do apoio inferior ou quando aplicável, entre os suportes da vala a qualquer nível.

- **Terreno natural:** O terreno anteriormente à escavação da vala.

- **Diâmetro nominal:** Designação numérica do tamanho dos componentes é um número inteiro aproximadamente igual à dimensão de fabrico em mm. Pode aplicar-se tanto ao diâmetro interior (DN/ID) como ao diâmetro exterior (DN/OD) (EN 476).

- **Canalização:** Conjunto de tubagens, juntas e outras estruturas.

- **Componentes pré-fabricados:** Produtos fabricados fora do processo de instalação, geralmente em circunstâncias onde se aplica a norma do produto e/ou controle de qualidade de fabrico.

- **Enchimento lateral:** Material entre o apoio e o enchimento inicial.

- **Profundidade da vala:** Distância vertical desde a base da vala até à superfície.

## 3. INSTALAÇÃO

Nota: No contexto deste capítulo o termo “tubagem” inclui também “acessórios e outros componentes da canalização” a não ser que se diga o contrário.

## Generalidades

A colocação da tubagem deve começar no extremo jusante, colocando as tubagens com as embocaduras voltadas para montante.

É conveniente prever a necessidade de, sempre que se interrompe a montagem, tamponar provisoriamente as tubagens. Esta acção tem por objectivo evitar a entrada de qualquer matéria estranha no interior das tubagens.

Qualquer material que entre acidentalmente nas tubagens deverá ser retirado.

## Traçado e perfil longitudinal

As tubagens devem ser instaladas de acordo com o traçado e as cotas dadas em perfil longitudinal, tendo em conta as tolerâncias especificadas no projecto. Qualquer ajustamento necessário no que se refira a cotas, deve fazer-se elevando ou aprofundando o apoio, assegurando-se sempre que as tubagens encontram-se bem apoiadas ao longo de toda a sua extensão. Estes ajustes nunca se devem executar mediante compactação local.

## Montagem

Devem ser retiradas as protecções da tubagem imediatamente antes da montagem. As partes da tubagem que se põem em contacto deverão estar sem danos, limpas e caso seja necessário, secas. As juntas deslizantes deverão estar lubrificadas usando lubrificantes e métodos recomendados pelos fabricantes.

Quando a montagem das tubagens não se puder efectuar manualmente, deverá ser utilizado equipamento adequado ao efeito. Sempre que necessário as extremidades deverão ser protegidas. As tubagens deverão ser encaixadas utilizando uma força axial aplicada progressivamente sem aplicar uma sobrecarga aos componentes. O alinhamento deverá ser verificado e corrigido se necessário, depois da montagem.

O corte das tubagens deve ser feito utilizando as ferramentas adequadas e seguindo as recomendações do fabricante. Devem ser executados de maneira a garantirem o funcionamento adequado da junta.

## Instalações especiais

### Colectores elevados

Para os colectores nestas condições de instalação, é necessário um projecto próprio para cada caso (por ex. apoiadas ou suspensas). As tubagens devem ser protegidas de qualquer agressão do meio.

Tubagens inseridas em tubos protectores.

Em certas condições, como por exemplo travessias especiais, em áreas de aquíferos protegidos ou em instalações industriais, pode ser necessário instalar as tubagens dentro de tubos protectores. As tubagens e os tubos protectores deverão ser ensaiados separadamente.

## Ancoragem

Sempre que as tubagens estejam sujeitas a risco de flutuação, deverão estar seguras por uma ancoragem. No caso de tubagens em pressão deve ser tida em consideração a EN 805.

As forças adicionais, como as que podem ser sujeitas tubagens suspensas e tubagens com pendentes elevadas, devem ser tidas em consideração na sua instalação, por exemplo: dispondo de um maciço de betão, ou mediante uma caixa ou barreira de betão que ao mesmo protege a tubagem do arrastamento e dos efeitos de drenagem do apoio. Se necessário deverão ser efectuados ensaios ao solo.

## Câmaras de inspecção

As câmaras de inspecção deverão ser estanques de acordo com o ensaio apresentado no ponto 9.

Sempre que se verifique possível deve-se optar por construção de câmaras com fundos prefabricados e dotadas de passa muro estanques na ligação às tubagens.

Os componentes pré-fabricados deverão ser montados e instalados de acordo com as instruções complementares do fabricante.

#### 4. ENSAIOS DURANTE A CONSTRUÇÃO

As inspecções e ensaios previstos no capítulo 9 podem ser aplicados durante a instalação.

Onde se justifique, poderá ser executado um ensaio inicial de estanqueidade antes de aterrar a vala. É recomendável que seja controlada a compactação do enchimento lateral e do enchimento principal à medida que avançam os trabalhos.

#### 5. COLOCAÇÃO DO ENCHIMENTO

A colocação do enchimento lateral e do enchimento principal só poderá começar quando as uniões dos tubos e o apoio estejam em condições de admitir cargas.

A colocação do enchimento, incluindo o apoio e o enchimento principal, retirar a entivação e a compactação deverão ser levadas a cabo de maneira a garantir que a capacidade portante das tubagens cumpre os requisitos para os quais foi projectada.

##### Compactação

O grau de compactação deve ser especificado e justificado em projecto. Os graus de compactação especificados deverão estar submetidos ao controle de um método de especificação referido na maquinaria usada em cada caso (meios de compactação) ou, onde seja necessário verificados mediante ensaio.

Onde seja necessário, o enchimento inicial directamente em cima do tubo deverá ser compactado à mão. A compactação mecânica do enchimento principal directamente em cima do tubo não deve ser iniciada até que se alcance uma altura de recobrimento ao tubo de pelo menos 300mm, medido ao extradorso do tubo. A altura de recobrimento ao tubo mínima para se poder começar a compactação mecânica depende do equipamento de compactação a utilizar. Na escolha do equipamento para a compactação deve ser tido em conta o número de passadas e a espessura da camada de compactação, bem como o material a compactar e a tubagem.

##### Colocação de enchimento envolvente

O enchimento deverá ser feito de forma a evitar a mistura de solo existente, ou a deslocação do material de enchimento para o solo existente. Em determinadas circunstâncias pode ser necessária a utilização de uma malha geotêxtil ou de um filtro calibrado para conter o enchimento que envolve o tubo, especialmente se houver águas subterrâneas.

Quando se verifique que o fluxo de água subterrânea possa arrastar finos ou baixar o nível freático, devem ser tomadas as precauções que se considerem oportunas.

O apoio, o enchimento lateral e o enchimento inicial deverão ser executados de acordo com o projecto e as especificações. O apoio deverá estar protegido de qualquer variação previsível da sua capacidade portante, estabilidade ou colocação que pode ser provocada por:

- Remoção da entivação;
- Influência de águas subterrâneas;
- Outros trabalhos de escavação adjacentes.

Sempre que partes da tubagem necessitem de apoio ou ancoragem, deverão ser feitos antes da colocação do terreno de apoio.

Deve dar-se especial atenção ao seguinte durante a colocação do apoio:

- Evitar o deslocamento da tubagem, quer no que respeita ao alinhamento, quer ao seu nivelamento.
- Cuidado no assentamento de modo a assegurar que os ocios debaixo da tubagem são preenchidos com material compactado.

### **Colocação do enchimento principal**

O enchimento principal deverá ser colocado de acordo com o cálculo e as especificações que limitam o assentamento na superfície. Deverá ser prestada especial atenção à remoção das entivações.

### **Remoção das entivações**

A remoção das entivações deverá ser levada a cabo progressivamente durante a colocação do enchimento.

Nota – A remoção das entivações, depois da colocação dos enchimentos pode trazer sérias consequências para a capacidade portante, alinhamento e nivelamento das tubagens.

### **Reposição da superfície**

Após a finalização do enchimento, as superfícies deverão ser repostas conforme especificado em projecto.

## **6. INSPECÇÃO FINAL E/OU ENSAIOS DE TUBAGENS E CÂMARAS DE VISITA DEPOIS DO ENCHIMENTO**

Após a finalização da instalação, deverão ser levadas a cabo as inspecções e/ou ensaios adequados de acordo com o exposto nos pontos seguintes.

### **Inspecção visual**

A inspecção visual inclui:

- Alinhamento e perfil longitudinal;
- Juntas;
- Danos e/ou deformações;
- Conexões;
- Revestimentos interiores e exteriores.

### **Estanqueidade**

A estanqueidade da tubagem deve ser verificada em todos os componentes da rede, como as câmaras de visita, tubos, etc., e deverão ser ensaiados de acordo com o estipulado em 9.

### **Enchimentos envolvente e principal**

A idoneidade do enchimento envolvente pode ser verificada mediante um ensaio de compactação e/ou deformação na tubagem, conforme seja especificado. A idoneidade do enchimento principal pode ser verificada pelo ensaio de compactação.

### **Compactação**

O grau de compactação do apoio, enchimento lateral e principal deverá ser comprovado, caso seja requerido, para verificar o cumprimento com o disposto em 5.1.

### **Deformação da tubagem**

A variação vertical no diâmetro de tubagens flexíveis (ovalização) deverá ser verificada, caso seja requerido, para verificar o cumprimento do cálculo estrutural.

## **7. RESPONSABILIDADE DOS ENSAIOS**

A responsabilidade de execução dos ensaios é do Empreiteiro.

Será por conta do Empreiteiro tudo o que seja necessário para a realização dos ensaios, incluindo os diversos equipamentos e, caso seja necessário, fornecimento da água nos diferentes locais dos ensaios.

Todos os ensaios carecem de aprovação e têm de ser realizados na presença da Fiscalização, a qual tem de ser

prevenida atempadamente da data e do local de realização dos mesmos.

Os resultados dos ensaios constarão de relatório escrito a elaborar pelo Empreiteiro e a aprovar pela Fiscalização.

## 8. SEGURANÇA

Previamente ao começo dos ensaios, deve verificar-se a existência de equipamento de segurança apropriado.

Depois da instalação dos colectores e até ao restabelecimento do lugar, todas as escavações deverão ficar devidamente protegidas e sinalizadas.

Antes de realizar o ensaio, deve garantir-se que o equipamento de ensaio encontra-se em bom estado de funcionamento.

Todos os intervenientes no processo devem estar informados, sem qualquer ambiguidade, das consequências em caso de acidente.

## 9. ENSAIO

O ensaio consiste na verificação da estanquidade das tubagens e câmaras de visita. Poderá ser efectuado com ar (método "L"), ou com água (método "W").

O ensaio pode ser realizado por troços de tubagens e ramais com ar e as câmaras de visita com água.

No caso do método "L", o número de correcções e repetições de ensaios seguintes a um ensaio não aceite não está restringido. No caso de um ensaio não aceite isolado ou continuado no ensaio de ar, é permitido o recurso a ensaiar com água e o resultado do ensaio por si só, deverá ser decisivo.

Se o nível freático estiver por cima da geratriz superior da tubagem durante o ensaio, pode fazer-se um ensaio de infiltração com uma especificação própria para o efeito.

### Ensaio com ar (método "L")

Os tempos de ensaio de tubagens e câmaras de visita encontram-se no quadro I (ver anexos) em função do diâmetro das tubagens e do método de ensaio (LA; LB; LC; LD). O método de ensaio deverá ser fixado pelo responsável.

De modo a evitar possíveis erros da equipa que levará a cabo os ensaios, deverão ser usadas conexões herméticas apropriadas para o efeito. Deverá haver especial atenção durante o ensaio de grandes diâmetros por razões de segurança.

O ensaio de câmaras de visita com ar é difícil de realizar, pelo que as notas que se seguem têm por objectivo apoiar a realizações desses ensaios.

#### Notas:

Até que haja experiência suficiente no ensaio de câmaras de visita com ar, pode-se utilizar um tempo de ensaio igual à metade do tempo utilizado para uma tubagem de diâmetro equivalente.

Uma pressão inicial superior em 10% à pressão de ensaio requerida,  $p_0$ , deverá ser inicialmente introduzida durante 5 min.

A pressão deverá ser ajustada ao método de ensaio de acordo com o quadro I. Se a queda de pressão medida depois do tempo de ensaio for menor que  $\Delta p$  dado no quadro I, então o ensaio é aceite.

Os requisitos para ensaios com pressão de ar negativa não constam desta Especificação Técnica dada a pouca experiência que ainda existe relativamente a este método.

O equipamento utilizado para a medição da queda de pressão deverá permitir uma medida com uma precisão de 10% no incremento da pressão.

A precisão da medida de tempo deverá ser de 5 s.

**Quadro I - Pressão de ensaio, indicador de pressão e tempo de ensaio para ensaios com ar**

Material	Método de ensaio	Po* Δp mbar (kPa)		Tempo de Ensaio (min.)						
				DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tubagens de betão e outros materiais, molhados	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
<b>Valores de Kp**</b>				0,058	0,058	0,04	0,03	0,02	0,015	0,012

\*Pressões relativas à pressão atmosférica

\*\* $t = 1 / K_p \cdot \ln(P_o / P_o - \Delta p)$

Para tubagens de betão secas,  $K_p = 16 / DN$ , com um máximo de 0,058

Para tubagens de betão molhadas e outros materiais,  $K_p = 12 / DN$ , com um máximo de 0,058

Sendo t o tempo de ensaio, em minutos, arredondado ao meio-minuto mais próximo quando  $t \leq 5$  min. E ao minuto mais próximo quando  $t > 5$  min.

$\ln = \log_e$

## Ensaio com água (método W)

### Pressão de ensaio

A pressão de ensaio é a pressão equivalente ou resultante do enchimento da secção da tubagem a ensaiar até ao nível do terreno, com uma pressão máxima de 50 kPa e uma mínima de 10 kPa, medida na parte superior do tubo.

Poderão ser especificadas pressões de ensaio mais altas para tubagens projectadas para funcionar com pressões permanentes ou temporárias (ver EN 805).

### Tempo de acondicionamento

Depois das tubagens cheias e de aplicada a respectiva pressão de ensaio, pode ser necessário um tempo de espera de estabilização.

Nota – Geralmente 1h é suficiente. Pode ser necessário um período maior por exemplo para condições climáticas secas.

### Tempo de ensaio

O tempo de ensaio deve ser de  $(30 \pm 1)$  min.

### Requisitos para ensaio

A pressão deverá ser mantida dentro de 1kPa aproximadamente da pressão de ensaio definida anteriormente, repondo com água as eventuais perdas.

A quantidade total de água adicionada durante o ensaio para conseguir realizar o descrito no parágrafo anterior deverá ser medida e registada com a carga hidráulica à pressão de ensaio requerida.

O ensaio é satisfatório se a quantidade de água adicionada não for maior que:

- 0.15 L/m<sup>2</sup> durante 30min para tubagens;
- 0.20 L/m<sup>2</sup> durante 30min para tubagens incluindo ramais,
- 0.40 L/m<sup>2</sup> durante 30min para ramais e câmaras de inspecção.

Nota – m<sup>2</sup> refere-se à superfície interna molhada.

### Ensaio de juntas individuais

A menos que seja especificado de outra forma, pode aceitar-se para tubagens o ensaio de juntas individuais em vez do ensaio de conjunto da tubagem, normalmente para canalizações DN > 1000.

Para que sejam ensaiadas as juntas individuais, a zona de superfície para o ensaio “W” considera-se representada por 1m de comprimento de tubo, caso não seja especificado de outra forma. As condições de ensaio deverão ser em tudo idênticas às referidas em “Requisitos para o ensaio”, com uma pressão de ensaio de 50 kPa na parte superior do tubo.

As condições para o ensaio “L” deverão seguir as orientações dadas anteriormente em 9.1 (Ensaio com ar (método “L”)) e devem ser especificados individualmente.

### Ensaio de canalizações com pressão

As tubagens que funcionem com pressão deverão ser ensaiadas de acordo com o especificado em projecto, na EN 805 ou através de Especificação Técnica própria para o efeito.

## 10. QUALIFICAÇÕES

Devem ser tidos em conta os seguintes aspectos no que respeita às qualificações:

- Que a supervisão e execução do projecto e da obra sejam realizados por técnicos habilitados, qualificados e com experiência;
- Que os empreiteiros escolhidos pelo promotor possuam as qualificações necessárias à realização do trabalho;
- Que os promotores se assegurem que os empreiteiros possuem todas as qualificações necessárias.