



DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO

Homologação de novos materiais e processos de construção

TUBOFURO – Tubos em PVC, S. A.
Sede e fábrica:
Estrada Nacional 109, km 160,3
2425-735 Ortigosa
LEIRIA
tel.: (+351) 24 461 60 73
fax: (+351) 24 461 60 74
e-e: geo@tubofuro.pt
http://www.tubofuro.pt

TUBOFURO HIDROROSCADO®
SISTEMA DE TUBAGEM PARA FUROS DE CAPTAÇÃO
DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

TUBOS DE PVC NÃO PLASTIFICADO
UNPLASTICIZED PVC PIPES
TUYAUX EN PVC NON PLASTIFIÉ

JULHO DE 2013

A situação de validade do DH pode ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

HOMOLOGAÇÃO COM CERTIFICAÇÃO

DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO

O presente Documento de Homologação define as características e estabelece as condições de execução e de utilização do sistema de tubagem para furos de captação de águas subterrâneas Tubofuro Hidroroscado®, produzido pela empresa TUBOFURO – Tubos em PVC, S.A.

Tratando-se de uma homologação com certificação, esta é concedida sob condição de que a empresa mantenha permanentemente um controlo interno da qualidade da produção e se submeta a um controlo externo periódico, previsto no quadro da presente homologação.

A utilização deste sistema fica ainda condicionada pelas disposições regulamentares aplicáveis.

Este Documento de Homologação é válido até 31 de julho de 2018, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Homologação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente alterações das condições de produção ou resultados insatisfatórios dos ensaios e verificações realizados, no âmbito da certificação, pelo LNEC ou por entidade reconhecida pelo LNEC como competente para o efeito e de acordo com os procedimentos adotados por este Laboratório Nacional.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, julho de 2013.

O CONSELHO DIRETIVO

Carlos Pina
Presidente

1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

1.1 Descrição geral

O sistema de tubagem de poli(cloreto de vinilo) Tubofuro Hidroroscado®, de cor azul, fabricado pela empresa TUBOFURO – Tubos em PVC, S. A., destina-se à extração de água em furos revestidos de captação de água subterrânea. Os tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado®, unidos entre si, ficam suspensos no interior da coluna que reveste o furo e o tubo terminal está ligado, na extremidade inferior, a uma bomba submersível.

Os tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® (figura 1a)) são roscados nas duas extremidades. A união entre tubos é feita por acessórios roscados de aço inox ou de PVC-U (figura 1 b) e c)). Na figura 2 apresentam-se as uniões de tubos constituídas por tubo e acessório plástico e metálico.

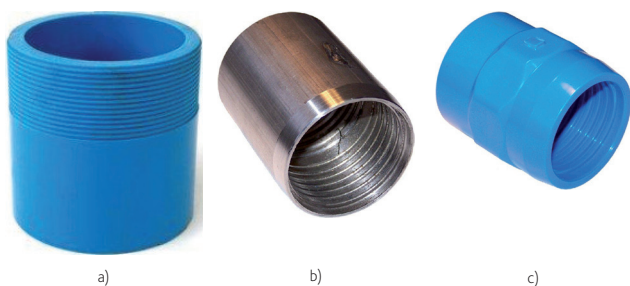


Figura 1 – a) Tubo do sistema Tubofuro Hidroroscado®. Acessórios de aço inoxidável (b) e de PVC (c)

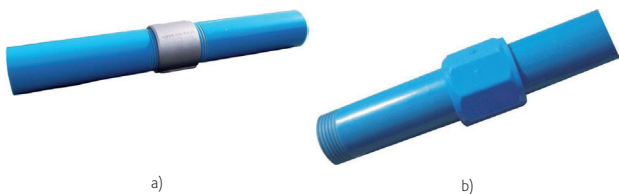


Figura 2 – Uniões de tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado®: a) união em aço inoxidável; b) união em PVC-U

Apresentam-se, na figura 3, os diversos tipos de peças acessórias do sistema de tubagem Tubofuro, designadamente o canhão de aço inoxidável (a e b) que faz a ligação da bomba aos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado®, o adaptador de aço inox (c) para permitir a transição da rosca TUBOFURO para rosca BSP (mais frequentemente designada por rosca gás universal) e as tampas de latão (d) que são colocadas no topo da coluna de tubo de revestimento e que permitem a suspensão dos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado®. Para efeitos de homologação, estes acessórios não possuem quaisquer requisitos específicos, em termos de propriedades físicas, químicas ou mecânicas.

1.2 Constituição e características do sistema

1.2.1 Matérias-primas constituintes do sistema de tubagem

O material constituinte dos tubos e dos acessórios plásticos do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado® é o poli(cloreto de vinilo) não plastificado (PVC-U), contendo estabilizantes, lubrificantes e cargas. O material constituinte dos acessórios metálicos é o aço inoxidável.



Figura 3 – Outros acessórios: a) canhão de aço inoxidável macho-macho; b) canhão de aço inoxidável macho-fêmea para transição entre a bomba e a coluna; c) adaptador de aço inoxidável (casquilho de transição rosca BSP); d) tampas de furo em latão; e) válvula de retenção a colocar a cada 30 m de coluna

1.2.2 Componentes do sistema

1.2.2.1 Gama dimensional (diâmetros e espessuras) dos tubos

Os tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® são de dois tipos, Standard e Reforçado. A gama dos respetivos diâmetros nominais, incluída na homologação, é a seguinte: 41,9 mm, 47,5 mm, 59,6 mm, 74,5 mm, 90,0 mm, 110,0 mm, 140,0 mm e 160,0 mm.

Nos quadros 1 a 3 apresentam-se as características dimensionais dos tubos, cuja referência indica, por razões de mercado, as medidas em polegadas que correspondem à dimensão da rosca da bomba submersível adequada à tubagem.

1.3 Principais características físicas, físico-químicas e mecânicas

As características do tubo e das uniões do sistema Tubofuro Hidroroscado® são objeto de controlo interno do fabricante (anexo 1) e foram confirmadas através dos ensaios dos tubos e das uniões realizados no LNEC (quadros 4, 5 e 6).

As amostras que foram objeto dos ensaios no LNEC foram recolhidas nos armazéns da TUBOFURO, durante as visitas e auditorias realizadas à fábrica da empresa por um técnico do LNEC.

1.3.1 Tubos

As características dos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® são as indicadas nos quadros 4 e 5.

1.3.2 Uniões

As características das uniões do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado® são as indicadas no quadro 6. É importante assegurar a estanquidade das uniões roscadas de tubos do sistema, para evitar perdas de rendimento durante a sucção, sendo esta uma das características que distingue este sistema de outros frequentemente utilizados em furos, usando tubagem não específica desta aplicação. A união de tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® faz-se por meio de uniões roscadas macho e fêmea. As roscas contêm sempre um anel de estanquidade.

QUADRO 1

Caraterísticas dimensionais dos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® Standard

Referência	Série	Diâmetro exterior nominal, DN	Ovalização (mm)	Espessura da parede do tubo (mm)	Espessura na rosca (mm)
THD ST 1"1/4	SDR 9	41,9 ± 0,4	0,3	5,1 ^{+0,8} ₀	6,0 ^{+0,8} ₀
THD ST 1"1/2	SDR 9	47,5 ± 0,5	0,3	5,5 ^{+0,8} ₀	6,4 ^{+0,8} ₀
THD ST 2"	SDR 9	59,6 ± 0,5	0,3	6,4 ^{+0,8} ₀	7,3 ^{+0,8} ₀
THD ST 2"1/2	SDR 11	74,5 ± 0,6	0,3	6,9 ^{+0,8} ₀	7,8 ^{+0,8} ₀
THD ST 3"	SDR 11	90,0 ± 0,6	0,4	8,0 ^{+0,8} ₀	8,9 ^{+0,8} ₀
THD ST 4"	SDR 13,6	110,0 ± 0,6	0,4	8,3 ^{+0,8} ₀	9,1 ^{+0,8} ₀
THD ST 5"	SDR 13,6	140,0 ± 0,7	0,5	10,4 ⁺¹ ₀	11,3 ⁺¹ ₀
THD ST 6"	SDR 17	160,0 ± 0,8	0,5	11,1 ^{+1,1} ₀	12,0 ^{+1,1} ₀

QUADRO 2

Caraterísticas dimensionais dos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® Reforçado

Referência	Série	Diâmetro exterior nominal, DN	Ovalização (mm)	Espessura da parede do tubo (mm)	Espessura na rosca (mm)
THD RF 1"1/4	SDR 6	41,9 ± 0,4	0,3	6,1 ^{+0,8} ₀	7,0 ^{+0,8} ₀
THD RF 1"1/2	SDR 7,4	47,5 ± 0,5	0,3	6,5 ^{+0,8} ₀	7,4 ^{+0,8} ₀
THD RF 2"	SDR 7,4	59,6 ± 0,5	0,3	7,3 ^{+0,8} ₀	8,3 ^{+0,8} ₀
THD RF 2"1/2	SDR 9	74,5 ± 0,6	0,3	7,7 ^{+0,8} ₀	8,8 ^{+0,8} ₀
THD RF 3"	SDR 11	90,0 ± 0,6	0,4	8,7 ^{+0,8} ₀	9,9 ^{+0,8} ₀
THD RF 4"	SDR 13,6	110,0 ± 0,6	0,4	8,9 ^{+0,8} ₀	10,1 ^{+0,8} ₀
THD RF 5"	SDR 13,6	140,0 ± 0,7	0,5	10,8 ⁺¹ ₀	12,3 ⁺¹ ₀
THD RF 6"	SDR 13,6	160,0 ± 0,8	0,5	12,3 ^{+1,1} ₀	14,0 ^{+1,1} ₀

QUADRO 3

Caraterísticas dimensionais da rosca dos tubos do sistema Tubofuro Hidroscado®

Referência	Diâmetro exterior da rosca (mm)	Comprimento da rosca (mm)	Número de filetes	Altura do filete (mm)	Passo (mm)
THD Az 1"1/4	41,0 ^{+0,5} ₋₀	25,0 ± 0,8	5	1,5	2
THD Az 1"1/2	46,0 ^{+0,5} ₋₀	27,3 ± 0,8	6	1,5	2
THD Az 2"	58,5 ^{+0,5} ₋₀	32,0 ± 0,8	6	1,5	2
THD Az 2"1/2	73,0 ^{+0,5} ₋₀	31,0 ± 0,8	6	1,5	2
THD Az 3"	89,0 ^{+0,5} ₋₀	31,5 ± 0,8	7	1,5	2
THD Az 4"	109,0 ^{+0,5} ₋₀	34,5 ± 0,8	7	1,5	2
THD Az 5"	138,0 ^{+0,5} ₋₀	39,0 ± 0,8	8	1,5	2
THD Az 6"	158,0 ^{+0,5} ₋₀	44,0 ± 0,8	8	1,5	2

QUADRO 4

Caraterísticas físicas dos tubos do sistema de tubagem Tubofuro Hidroscado®

Caraterística	Requisitos	Método de avaliação	Resultados
Estado das superfícies e do interior	Superfícies isentas de defeitos apreciáveis; inexistência de bolhas, fissuras, cavidades ou outras irregularidades no seio da sua massa	Avaliação visual e tátil das superfícies e de secções cortadas da parede do tubo	Conforme
Cor	Azul: RAL 5010, 5012, 5015 ou 5019	Avaliação colorimétrica	Conforme
Dimensões	Quadros 1 e 2	EN ISO 3126	Conforme
Temperatura de amolecimento Vicat	≥ 79 °C	EN 727	[86,5-87,5] °C
Contração longitudinal	≤ 5 % O tubo não deve apresentar delaminações, fissuras ou bolhas	EN ISO 2505	[4,2 %, 4,6 %] a (150 ± 2) °C
Massa volúmica	< 1,48 g/cm ³	EN ISO 1183	1,454 g/cm ³

QUADRO 5

Caraterísticas mecânicas dos tubos do sistema de tubagem Tubofuro Hidroscado®

Caraterística	Requisitos	Método de avaliação	Resultados
Resistência à tração	Tensão de cedência, $\sigma_c > 45$ MPa Alongamento até à rotura, $\epsilon_r > 80\%$	EN ISO 6259-1; ISO 6259-2	[45, 48] MPa [99, 139] %
Módulo de elasticidade em flexão	> 3000 MPa ((23 ± 2) °C (2 mm/min)	EN ISO 178	3078 MPa
Resistência hidrostática	Sem roturas	EN ISO 1167, EN ISO 1452-2 20 °C, 1 h, 42 MPa 60 °C, 1000 h, 12,5 MPa	> 1 h (20 ± 1) °C > 1000 h (60 ± 1) °C
Fluência em tração	Sem deformação à tensão de 10 MPa (1 kgf/mm ²)	EN ISO 899-1 Provetes tipo 2 (ISO 6259-3) ou tipo 1B (ISO 527); (23 ± 2) °C	23,5 a 27,9 MPa sem rotura 31,4 MPa com rotura

QUADRO 6

Caraterísticas de desempenho das uniões do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado®

Caraterística	Requisitos	Método de avaliação	Resultados
Resistência hidrostática	Sem fuga ou rotura, durante 1 h a 20 °C	EN ISO 1167, EN ISO 1452 P = 4,2 × PN (DN ≤ 90 mm) P = 3,36 × PN (DN > 90 mm)	> 1 h (20 ± 1) °C
Resistência à tração	Variável em função do tipo de tubo e respetivo diâmetro: Standard: mín. 750 kgf Reforçado: mín. 1000 kgf	Especificação TUBOFURO	Standard: [1000, 4000] kgf Reforçado: [1500, 6000] kgf

1.3.3 Outras caraterísticas importantes na utilização

1.3.3.1 Resistência à corrosão interna e externa

A resistência química dos tubos de PVC é elevada. O PVC é praticamente inerte perante a agressividade dos materiais que normalmente percorrem as canalizações de edifícios urbanos e dos solos e de outros agentes externos.

A fim de garantir suficiente resistência à oxidação pelo ar e pela água e à ação da radiação solar, o PVC constituinte dos tubos é adicionado de estabilizantes e pigmentos.

O material não é atacado pela maioria dos produtos químicos industriais a temperaturas inferiores a 60 °C. Entre os produtos perante os quais oferece menor resistência citam-se alguns solventes orgânicos, os lixiviados, salmouras, sais, os ácidos sulfúrico e nítrico muito concentrados e o iodo. Os tubos de PVC são também resistentes à ação dos agentes microbiológicos que possam estar presentes em águas subterrâneas. Os tratamentos repetidos, efetuados no fim da instalação e ao longo do tempo, com regenerantes (para desentupimento, de dentro para fora) e desinfetantes também não produzem qualquer tipo de alteração aos tubos de PVC.

Os tubos de PVC podem por isso ser utilizados na indústria, no transporte de muitos líquidos, gases e pastas, não havendo portanto qualquer restrição associada à sua corrosão quando utilizados para a captação de águas subterrâneas.

1.3.3.2 Potabilidade

A potabilidade do sistema de tubagem foi confirmada mediante resultados conformes, obtidos em ensaios de migração para avaliação da compatibilidade de tubos de plástico utilizados para condução e transporte de água para consumo humano, realizados pela Associação para a Inovação Tecnológica e Qualidade – AEMITEQ (relatório com a referência da amostra EM 2013003, de 20 de junho de 2013, relativo a tubos de PVC-U da empresa TUBOFURO, fabricados com a resina de poli(cloreto de vinilo) S1000S e contendo os aditivos habitualmente usados no processo de extrusão. Fazem também parte deste relatório os boletins de análise relativos aos ensaios de cheiro, sabor, cor, turvação e carbono orgânico total).

As uniões de aço inoxidável não carecem de certificado de potabilidade.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O sistema Tubofuro Hidroroscado® é usado para extração de água subterrânea de furos já revestidos.

O dimensionamento do sistema deve ter em atenção as caraterísticas dos tubos e a profundidade de aplicação.

A profundidade máxima de aplicação recomendada é de 150 metros para os tubos tipo Standard e de 300 metros para os tubos tipo Reforçado. Porém, estes valores são indicativos, pois é necessário ter em consideração diversos aspetos de instalação, tais com os pesos da bomba aplicada, do cabo de aço e do cabo elétrico, da coluna de água e o peso do tubo, não devendo o somatório das cargas ser superior ao valor de resistência à tração da união roscada.

3 FABRICO E CONTROLO DA QUALIDADE

3.1 Instalações de fabrico

As instalações de fabrico da empresa TUBOFURO localizam-se na Ortigosa, concelho de Leiria.

3.2 Processo de fabrico

O processo de fabrico de tubos em PVC é realizado por extrusão. As condições de fabrico foram analisadas pelo LNEC durante a auditoria de concessão deste DH e consideraram-se adequadas.

3.3 Equipamento de fabrico

A empresa TUBOFURO possui três linhas de produção de tubo em PVC, cada uma das quais é constituída por uma extrusora, uma tina de vácuo e refrigeração, um sistema de puxo, uma serra de corte, uma abocardadora, duas roscadoras e uma máquina rasgadora.

3.4 Controlo da qualidade em diferentes estados do processo de fabrico

O controlo da qualidade realizado pela empresa TUBOFURO é efetuado em diferentes fases do processo de fabrico, nomeadamente na receção de matérias-primas, durante a fase de produção e aos produtos acabados.

No anexo 1 descreve-se este controlo com mais detalhe.

3.5 Armazenagem

A descrição da armazenagem realizada pela empresa TUBOFURO apresenta-se no anexo 2.

4 APRESENTAÇÃO COMERCIAL DO PRODUTO

4.1 Generalidades

Os tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® são comercializados em varas com comprimento mínimo de 1 metro e máximo

de 6 metros, salvo se de outro modo for estabelecido no contrato de fornecimento. Os tubos são fornecidos em paletes, com as quantidades indicadas no quadro A2.1 do anexo 2.

Os acessórios metálicos e plásticos são fornecidos em sacos de plástico dentro de caixas de cartão.

4.2 Embalagem

Os tubos são embalados em paletes, conforme descrito no anexo 2.

4.3 Marcação

4.3.1 Tubos

Os tubos são identificados através da marcação longitudinal dos mesmos, no mínimo a cada metro, de forma indelével com as seguintes indicações mínimas:

- Identificação do fabricante, TUBOFURO
- Tipo de material, sigla PVC-U
- Marca comercial, Tubofuro Hidroroscado®
- Identificação da série a que pertence, Standard (ou ST) ou Reforçado (ou RF)
- Características dimensionais (diâmetro DN e espessura e_n de acordo com os quadros 1 e 2)
- Hora e data de fabrico ou uma sigla que a identifique
- Número do lote
- Sigla LNEC DH 930

4.3.2 Acessórios

Os acessórios são identificados através da marcação dos mesmos, de forma indelével, com as seguintes indicações:

- Nome do fabricante e/ou marca comercial
- Diâmetro nominal e espessura da parede
- Espessura(s) nominal(ais) do(s) tubo(s) correspondente(s)
- Identificação do material
- Outra informação do fabricante (eventual)

5 APLICAÇÃO EM OBRA

5.1 Recomendações de carácter geral

Os tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado®, destinados à captação de águas subterrâneas com o auxílio de uma bomba submersível, são projetados e fabricados para assegurar um bom desempenho e uma durabilidade adequada à maioria das aplicações. Porém, para garantir a manutenção dessas condições, o instalador do sistema Tubofuro Hidroroscado® deve respeitar as diretrizes seguintes:

- Consultar a ficha técnica do produto para selecionar o tubo mais apropriado à aplicação proposta, tendo em conta o caudal máximo e as condições transitórias, como, por exemplo, o binário de torsão e o aumento brusco da pressão no início da bombagem. Deve ainda considerar que a pressão de descarga deve ter em conta o efeito de qualquer tubulação a montante, incluindo as mudanças de elevação.
- Manusear o tubo e respetivas uniões com algum cuidado, evitando o contacto do tubo com objetos rígidos cortantes ou pontiagudos, especialmente em tempo mais frio.
- Não ligar diretamente o tubo à bomba, uma vez que a bomba gera calor, particularmente em sistemas que

operem continuamente, uma vez que o aumento de temperatura pode reduzir drasticamente a resistência mecânica dos materiais termoplásticos. Para evitar este problema, deve-se usar um cabo de aço ou uma corda de segurança em todas as instalações.

- Para aplicações a grandes profundidades devem ser instaladas válvulas de retenção de forma a garantir que a pressão da coluna de água não excede os limites definidos.

Durante o transporte e manuseamento dos tubos, devem respeitar-se as indicações apresentadas em 5.2.

5.2 Transporte e manuseamento

No transporte e manuseamento dos tubos devem ser cumpridos os seguintes requisitos:

- Não colocar os tubos sobre superfícies irregulares;
- Nas camadas sobrepostas só as zonas lisas dos tubos devem estar em contacto;
- Por cada camada, as bocas dos tubos devem estar em sentidos opostos;
- O material não deve ser sujeito a choques violentos nem a esforços que o possam deformar permanentemente.
- Durante o transporte e manuseamento, devem evitar-se contactos com arestas vivas de corpos duros (metais, tijolos, pedras, etc.) e outras operações que possam danificar os tubos, especialmente se a temperatura ambiente estiver muito baixa.
- O compartimento de carga dos veículos deve ser um plano horizontal, livre de pregos, correntes e outros elementos que possam danificar os tubos. Os tubos acondicionam-se sobre o veículo sem utilizar cabos metálicos ou correntes. Recomenda-se utilizar cintas ou cordas para manipular os tubos. Para que não se produzam deformações durante o transporte não se devem colocar outras cargas por cima dos tubos.
- Não devem ser usadas correntes metálicas para carga e descarga de tubos. Os tubos devem ser movimentados, após elevação por intermédio de um empilhador, ligando-se o tubo à pá por intermédio de cabos ou cintas de nylon.
- Não devem arrastar-se os tubos e os acessórios ou largá-los sobre o terreno, durante o transporte de um local para outro.
- Os tubos e os acessórios devem ser inspecionados no momento da entrega a fim de se assegurar que a marcação está em conformidade com os requisitos de aplicação pretendida.

5.3 Regras de montagem e de instalação

Para que o sistema Tubofuro Hidroroscado® funcione adequadamente é necessário garantir o cumprimento das seguintes instruções de montagem e instalação e utilizar as ferramentas originais propostas pela empresa TUBOFURO:

- 1 Inspeccionar visualmente as extremidades do tubo e verificar se as roscas não se encontram danificadas ou sujas, pois não se devem utilizar tubos com danos visíveis nas roscas.
- 2 Enroscar o canhão-bomba na bomba submersível.
- 3 Enroscar uma vara de tubo do sistema Tubofuro Hidroroscado® no canhão-bomba.
- 4 Enroscar um cachorro na vara de tubo do sistema Tubofuro Hidroroscado® (figura 4).

- 5 Com a ajuda de um guincho, prender um cabo de aço ao cachorro e içar o tubo.
- 6 Prender o cabo de aço, que irá suportar a coluna após a instalação, no canhão-bomba.
- 7 Descer o tubo pelo furo, tendo em atenção que na base do furo tem de se ter uma abraçadeira adequada para a dimensão nominal do tubo, de forma a segurar a coluna (figura 4).
- 8 Após se ter prendido o tubo com a abraçadeira, desprender o cabo de aço e retirar o cachorro.
- 9 Enroscar o cachorro noutra tubo e prender o cabo de aço.
- 10 Içar o tubo e enroscar na coluna do furo, tendo em atenção que ao enroscar não se pode danificar o anel de estanquidade que faz a vedação da coluna, na zona da rosca.
- 11 Após se ter enroscado o tubo, desprender a abraçadeira e descer a coluna.
- 12 Voltar a colocar a abraçadeira no tubo que acabou de se enroscar e repetir os passos anteriores até finalizar a instalação (figura 5).
- 13 No final da montagem, enroscar um casquilho e colocar a tampa de furo, tendo em atenção que não se deve deixar o cabo de aço com folga.

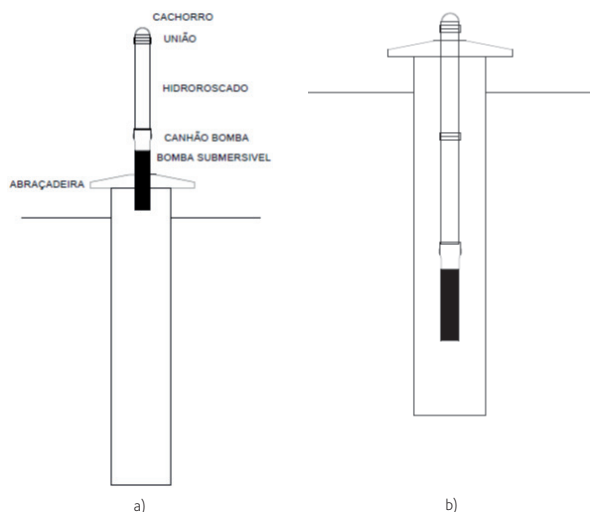


Figura 4 – Representação esquemática da instalação do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado® em furos tubulares de captação de água. Fase inicial (a) e intermédia (b)

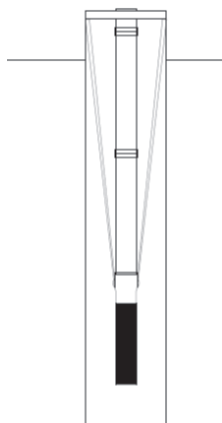


Figura 5 – Representação esquemática da instalação do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado® em furos tubulares de captação de água: aspeto da coluna no fim da instalação

6 REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO

6.1 Limpeza

A limpeza e o desentupimento da tubagem devem ser feitos por empresas e entidades credenciadas, sob pena de contaminação do aquífero. Para o efeito sugere-se a consulta do anexo D – “Recomendações para a limpeza de tubos de plástico” da norma NP EN 13476-1, dando-se preferência a métodos usando elevados volumes de água e baixa pressão. No caso de utilização de métodos de limpeza recorrendo a baixo volume de água e a alta pressão, não se devem usar pressões de jato de água superiores a 120 bar. Outros métodos alternativos são referidos no anexo D da norma NP EN 13476-1. Porém, sugere-se que a limpeza dos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado® seja efetuada de cima para baixo com pressões moderadas (com fluido em contracorrente), mantendo a pressão do compressor sob controlo.

6.2 Reparação ou renovação

Apenas em casos muito particulares é possível corrigir problemas após a conclusão da obra.

Os tubos de PVC-U apresentam uma durabilidade adequada às aplicações e não deverão exigir manutenção corretiva, desde que tenham sido objeto de uma instalação correta.

A grande maioria das avarias que podem ocorrer, durante a utilização da tubagem, deve-se a defeitos e a anomalias construtivas dos próprios furos e a outras causas, designadamente seleção inadequada da classe do tubo para a profundidade de instalação.

7 COMERCIALIZAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

7.1 Comercialização

A empresa produtora comercializa os produtos através de venda direta ao revendedor e ao instalador.

7.2 Assistência técnica

A empresa TUBOFURO está em condições de prestar assistência técnica em obra ou em fase de projeto, sempre que para tal for solicitada. A assistência técnica inclui a apresentação de soluções técnicas adequadas para cada caso específico.

8 ANÁLISE EXPERIMENTAL

8.1 Condições dos ensaios

Na inexistência de normalização nacional, o LNEC estabeleceu um critério de apreciação com base na documentação internacional, nomeadamente europeia e americana, assim como pelo conhecimento resultante da vasta experiência do LNEC em homologação de tubagem de material plástico.

A apreciação do sistema seguido pelo fabricante para controlo da qualidade do produto final recaiu sobre os seguintes aspetos: controlo das matérias-primas, ensaios realizados sobre os tubos e os acessórios, estado de calibração dos equipamentos usados na realização dos ensaios e rastreabilidade.

A recolha dos tubos e seus componentes necessários para a realização dos ensaios e determinações no LNEC foi efetuada por técnicos do LNEC nas instalações de fabrico da empresa produtora. Os ensaios realizados na fábrica por técnicos da

empresa TUBOFURO foram sujeitos a auditoria e qualificação por técnicos do LNEC.

A análise experimental efetuada pelo LNEC consistiu na realização de ensaios de identificação e de caracterização descritos em 1.3.1 e 1.3.2 (quadros 4, 5 e 6). A caracterização dimensional do sistema de tubagem inclui os seguintes parâmetros:

- i. Tubos: diâmetro exterior nominal, comprimento e espessura da parede.
- ii. Acessórios: diâmetro interno e comprimento total.
- iii. Roscas dos tubos e acessórios: diâmetro exterior da rosca, comprimento da rosca, número de filetes, altura do filete e passo.

As outras características avaliadas no LNEC foram as seguintes:

- i. Tubos: aspeto, marcação, temperatura de amolecimento Vicat, deformação longitudinal a quente, massa volúmica, resistência hidrostática, resistência à tração, determinação do módulo de elasticidade em flexão e do comportamento em fluência por tração.
- ii. Uniões: estanquidade à pressão interior das uniões a curto prazo ($20^{\circ}\text{C}/1\text{ h e } P = \text{kPN}$, sendo K um fator que depende do DN do tubo).

As características avaliadas na TUBOFURO, mediante a realização de ensaios por técnicos da empresa, usando equipamentos e metodologias conformes e qualificadas, foram as seguintes:

- i. Tubos: aspeto, marcação, deformação longitudinal a quente, resistência à tração e resistência hidrostática.
- ii. Uniões: resistência à tração e resistência hidrostática.

8.2 Resultados dos ensaios

Os resultados dos ensaios efetuados foram globalmente satisfatórios.

Os resultados dos ensaios referidos em 8.1 foram satisfatórios, conforme resultados indicados nos quadros 4 a 6, tendo-se verificado que o sistema cumpre também os requisitos dimensionais indicados em 1.2.2.1 (quadros 1 a 3).

O fabricante apresentou o certificado de potabilidade emitido por laboratório acreditado (relatório AEMITEQ ref^o EM2013003, datado de 20 de junho de 2013), comprovativo da inexistência de efeitos nocivos na qualidade da água, designadamente cor, cheiro, sabor, turvação, carbono orgânico total e pesquisa de parâmetros com origem na migração, determinados de acordo com a norma EN 12873, abrangendo os parâmetros definidos no Decreto-Lei n^o 306/2007, de 27 de agosto, relativo à qualidade da água em contacto com a tubagem.

Assim, com base na documentação internacional existente, assim como pelo conhecimento resultante da vasta experiência do LNEC em homologação de tubagem de material plástico, o LNEC efetuou uma apreciação positiva do sistema de tubagem de plástico utilizado para extração de água em profundidade, da marca Tubofuro Hidroroscado[®].

9 CONCLUSÕES DAS VISITAS A OBRAS EM CURSO E INSTALAÇÕES ANTERIORES

Foram realizadas visitas a obras com furos em construção e a furos em uso, com idades até cerca de 20 anos, que permitiram verificar o bom desempenho e durabilidade do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado[®].

Foi possível comprovar a aptidão do sistema no seu campo de aplicação.

10 CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

10.1 Higiene e segurança

A produção, a instalação e o manuseamento da tubagem devem ser efetuados utilizando equipamento individual de proteção adequada, nomeadamente luvas e fatos de trabalho. Durante a produção têm de se usar sistemas auriculares de proteção.

Deve ainda evitar-se a utilização de equipamento ou materiais com arestas cortantes ou pontiagudas durante o transporte, manuseamento e instalação.

As operações de limpeza da tubagem devem ser feitas por empresas e entidades credenciadas, cumprindo a legislação nacional e comunitária, de modo a assegurar a não contaminação do aquífero e a cumprir os requisitos ambientais e de segurança do pessoal.

10.2 Constância de qualidade

A entidade produtora deve garantir condições de fabrico que assegurem a constância das características de qualidade dos tubos, definidas no presente Documento de Homologação, devendo as instalações de fabrico dos produtos ser dirigidas por técnico de engenharia, devidamente habilitado e responsável pela qualidade do material produzido.

A constância da qualidade deve ser assegurada pelo controlo interno contínuo do fabricante, confirmado pelas auditorias periódicas de acompanhamento da homologação (1 vez por ano) e pelos ensaios de confirmação realizados em tubos colhidos em fábrica ou em obra (2 vezes por ano).

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil reserva-se o direito de suspender o presente Documento de Homologação se constatar por esse controlo externo que as condições de fabrico não asseguram a indispensável constância da qualidade ou que a empresa não efetua o controlo interno nos moldes aprovados pelo LNEC.

10.3 Durabilidade

A entidade produtora deve garantir condições de fabrico que assegurem uma adequada durabilidade dos produtos fabricados.

Não se conhece a durabilidade real do sistema, havendo no entanto sistemas em funcionamento há mais de 20 anos (ver ponto 11).

Os valores das tensões máximas admissíveis, para tempo de vida de 50 anos, adotadas para o sistema, são as preconizadas na norma EN ISO 1452 e foram afetadas de um fator de aplicação de 2, o que permite estabelecer um período de serviço de 50 anos, sem perigo de rotura, desde que sejam respeitadas as condições de temperatura e pressão estabelecidas para a tubagem em causa.

Não foram experimentalmente avaliados os efeitos de fadiga, resultante de oscilações de pressão e do movimento de torção da coluna provocado pelo funcionamento contínuo e intermitente das bombas de sucção, os quais poderão reduzir a durabilidade do sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado[®].

10.4 Ensaios de receção

Os produtos que beneficiam de um Documento de Homologação com certificação podem em regra ser dispensados da realização de ensaios de receção em obra.

Estes só se justificam a título excecional em caso de dúvida sobre a identidade do sistema fornecido relativamente ao que foi objeto do Documento de Homologação, cabendo às fiscalizações decidir da necessidade da sua execução.

Em tal caso, os ensaios deverão ser efetuados de acordo com o esquema de ensaios preconizado neste documento de homologação e devem permitir verificar que as características do sistema de tubagem cumprem os requisitos aqui especificados (quadros 4 a 6).

11 REFERÊNCIAS

A empresa TUBOFURO produz e comercializa o sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado® há cerca de 25 anos.

Segundo dados fornecidos pela empresa, indicam-se seguidamente algumas das obras mais significativas já executadas com o sistema de tubagem Tubofuro Hidroroscado®:

- Cork Supply (Montijo)
- Ass. Furo Coletivo N.º 2 (Alcochete)
- Pvl Networks, Lda. (Belas)
- Oliveira Pinho & Filhos, Lda. (Mira)
- Costasitur Empreendimentos Turísticos, Lda. (Aveiro)
- Respol - Resinas Sintéticas, S. A. (Leiria)
- Metalomecânica Curados, Lda. (Figueira da Foz)
- Agrotavira - Sociedade Agrícola Lda. (Tavira)
- Savibel Sociedade Avícola, S. A. (Viseu)
- Graforio - Máquinas Gráficas Lda. (Rio Maior)
- Município de Leiria (Leiria)
- Município de Mora (Mora)

ANEXO 1

Descrição do controlo da qualidade realizado pelo fabricante

A verificação do controlo interno da produção é assegurada mediante auditoria ao laboratório de controlo de qualidade da fábrica, que se realiza uma vez por ano, e pela verificação das características indicadas em 1.3, mediante ensaios efetuados a amostras colhidas em fábrica ou em obra, duas vezes por ano.

O controlo interno realizado pelo fabricante incide sobre as matérias-primas, a fase de fabrico e os produtos acabados.

A1.1 Matérias-primas

As matérias-primas rececionadas devem apresentar os certificados de controlo de qualidade do fornecedor, sendo verificadas as condições em que se encontra o produto fornecido e se cumpre os requisitos estabelecidos. A receção é apenas avaliada com base nos certificados de qualidade das matérias-primas fornecidas.

A1.2 Fase de fabrico

Durante a produção são controladas as condições de temperatura da extrusora e do sistema de arrefecimento, a pressão, o caudal de alimentação e a velocidade de puxo do sistema de extrusão. As dimensões dos produtos fabricados são controladas manualmente, após o corte, para verificar a conformidade dimensional da tubagem com os requisitos preestabelecidos.

Em caso de se verificar uma anomalia, os produtos não conformes são identificados e rejeitados, tentando-se corrigir os parâmetros da máquina. Caso não se consiga resolver o problema de imediato, a produção é interrompida. Os produtos rejeitados podem ser eventualmente reciclados. Os parâmetros de fabrico encontram-se otimizados para cada tipo de produto fabricado.

A1.3 Produtos

A1.3.1 Durante a produção

Ao nível do produto são controlados e registados os seguintes parâmetros:

- Controlo visual
- Marcação
- Espessuras de parede
- Diâmetro exterior
- Comprimento
- Ovalização

Este controlo permite verificar a conformidade dimensional da tubagem com os requisitos dimensionais e de marcação preestabelecidos.

Em caso de se verificar uma anomalia, os produtos não conformes são identificados e rejeitados, podendo estes ser eventualmente reciclados.

A1.3.2 Produtos finais

Ao nível do produto acabado são controlados e registados principalmente os seguintes parâmetros:

- Controlo visual (estado das superfícies, cor, perfeição do corte, uniões, marcação e estado da embalagem)
- Controlo dimensional (diâmetro, espessura, ovalização e uniões)
- Estabilidade dimensional
- Resistência hidrostática
- Propriedades em tração de tubos e uniões
- Estanquidade de uniões

Apresentam-se, nos quadros A1.1 e A1.2, os ensaios previstos no plano de controlo interno de produção da empresa TUBOFURO.

QUADRO A1.1

Ensaio de libertação de produto (BRT) realizados pelo fabricante nos tubos do sistema Tubofuro Hidroroscado®

Parâmetro	Norma de referência	Instrução de trabalho	Frequência
Diâmetro	EN ISO 3126	ITC.RP.02.01 Medição do Diâmetro	1 x / turno Início
Espessura	EN ISO 3126	ITC.RP.02.02 Medição da Espessura	3 x / turno Início; meio; fim
Comprimento	EN ISO 3126	ITC.RP.02.03 Medição do Comprimento	1 x / turno
Deformação Longitudinal	NP EN ISO 2505	ITC.RP.02.08 Deformação Longitudinal	1 x / semana
Resistência à Tração	EN ISO 6259-1 ISO 6259-2	IT.RP.02.09 Resistência à tração	1 x / semana
Aparência	Especificação Tubofuro	ITC.RP.02.10 Aparência	3 x / turno Início; meio; fim
Cor	Especificação Tubofuro	ITC.RP.02.11 Cor	3 x / turno
Marcação	LNEC DH 930	ITC.RP.02.12 Marcação	1 x / turno
Resistência Hidrostática	EN ISO 1452 EN ISO 1167	IT.RP.02.17 Resistência Hidrostática	1 x / semana

QUADRO A1.2

Ensaio de verificação de produto (PVT) realizados pelo fabricante nas uniões do sistema Tubofuro Hidroroscado®

Parâmetro	Norma de referência	Instrução de trabalho	Frequência	Responsável
Estanquidade da união – resistência à pressão interior (20°C/1 h)	EN ISO 1452 NP EN ISO 13846	IT.RP.02.18 Estanquidade da união	1 x / ano	Laboratório
Resistência à tração da união roscada	Especificação Tubofuro	IT.RP.02.19 Resistência à tração da união	1 x / ano	Laboratório

ANEXO 2

Armazenagem

Os tubos são armazenados em suportes com as características indicadas no quadro A2.1.

A armazenagem deve obedecer às seguintes condições:

- As tubagens devem ser armazenadas de modo a estarem ao abrigo de focos de calor e do contacto com objetos cortantes.
- Deve evitar-se o contacto com produtos químicos agressivos como combustíveis, dissolventes, pinturas agressivas, etc.
- Os tubos devem ser armazenados de modo a minimizar a possibilidade de danificação por esmagamento ou perfuração. Deve-se evitar também o contacto com condutas de vapor ou água quente e, ainda, com quaisquer superfícies de temperatura superior a 50°C.
- Os tubos devem ser armazenados, sempre que possível, empilhados em posição horizontal sobre paletes de madeira ou outra superfície não abrasiva, sem ultrapassar 1,5 metros de altura.
- As paletes devem ser niveladas e os suportes de apoio lateral devem ficar espaçados entre si com uma distância máxima de 2 m.
- Se o tempo de armazenagem esperado for superior a 6 meses, devem ser tomadas precauções para evitar a exposição prolongada à luz solar direta. Em armazenagens durante tempos curtos, mas em que ocorra descoloração resultante de exposição solar, deve-se garantir, através da realização de ensaios, que isso não afetou o desempenho funcional da tubagem.

QUADRO A2.1

Características dimensionais dos suportes e quantidades de tubo admissíveis

Ø (mm)	Dimensões da madeira (mm)			Número de tubos na base	Número total de tubos por palete
	Baixo	Lateral	Cima		
60	830	410	910	14	108
63	990	370	1070	16	93
75	1050	320	1120	14	68
90	1080	430	1160	12	70
110	1100	470	1160	10	48
125	1000	550	1080	8	45
140	1200	740	1120	8	45
160	1200	705	1120	7	33
180	1160	634	1080	6	22
190	1140	669	1140	6	18
200	1080	704	1200	6	18
208	1120	732	1040	5	18
225	1125	792	1125	5	18
250	1000	660	1000	4	11
280	1120	740	1120	4	11
315	945	832	945	3	8
330	990	871	990	3	8

Descritores: Tubo de cloreto de polivinilo / Captação de águas subterrâneas / Conduto enterrada / Documento de homologação

Descriptors: PVC pipe / Groundwater catchment / Underground pipe / Approval documents

