

Distribuição e Drenagem de Águas

Condições Técnicas de Execução



Série MATERIAIS

joão guerra martins

**Versão provisória
(não revista)**

1. Introdução

1.1. Disposições construtivas e construção civil

Serve este ponto para esclarecer as disposições comuns a todos os sistemas no que a pormenores construtivos e ao capítulo da construção civil em geral diz respeito.

1.1.1. Generalidades

Incluem-se todos os trabalhos inerentes ao presente fornecimento e montagem, nomeadamente:

- fixação de tubagens e equipamentos;
- poleias, suportes e suspensões galvanizadas;
- pernes, buchas e tacos;
- abertura e tapamento de roços e valas;
- furações de pavimentos, tectos e paredes para passagem de tubagens;
- reposição dos acabamentos dos tectos, paredes e pavimentos onde se tenham fixado tubagens ou aberto roços e valas;
- muros para equipamentos;
- andaimes e escadas (sua montagem e desmontagem);
- pinturas ou envernizamentos gerais de todos os materiais, metálicos ou não, que disso carecem;
- limpezas gerais;
- construção de caixas de visita, outros elementos e equipamentos complementares que façam parte deste projecto, conforme peças desenhadas e escritas.

Estes trabalhos deverão ser efectuados em coordenação com a empreitada geral de construção civil.

1.1.2. Roços

Depois de marcar, e ser aprovado pela Fiscalização, os traçados de tubagem de acordo com o projecto, assinalando os locais das linhas e das prumadas, o adjudicatário poderá dar início à abertura de roços e furos.

O tapamento destes só poderá ser feito depois de verificados pela Fiscalização os diâmetros das tubagens a eles referentes e efectuados os ensaios parciais e globais de estanquidade, circulação e desempenho. Na abertura e tapamento de roços e furos o adjudicatário contará com a reposição de todos os materiais que tenha de levantar, sendo-lhe vedada a abertura em elementos estruturais de betão armado, excepto quando autorizada por escrito pela Fiscalização.

1.1.3. Atravessamento de elementos da construção

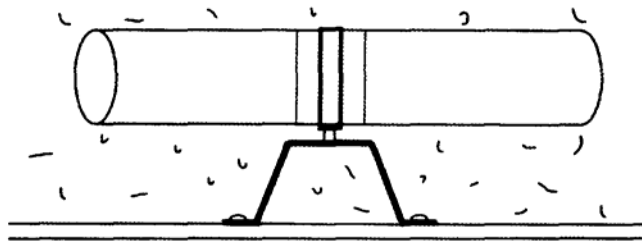
Em todas as travessias de paredes ou pavimentos as canalizações deverão ficar isoladas por intermédio de bainha de PVC ou zinco, fixa e afastada da tubagem a defender em pelo menos 1 cm, devendo este espaço ser preenchido por material elástico e isolante. Estas mangas devem prolongar-se para além dos elementos da construção que ultrapassem em pelo menos 1,5 e 3 cm, conforme se trate, respectivamente, de paredes ou pavimentos.

As tubagens quando embebidas, devem ser protegidas contra as degradações causadas pela argamassa, cola ou por outros produtos corrosivos.

1.1.3.1. Instalação no interior de paredes

- Os sistemas devem ser fixos para prevenir a flutuação e devem ser adequadamente suportados durante o derrame do betão.
- Todos os ramais devem ser fixos do mesmo modo que o tubo a que estão ligados para evitar deslocamentos ou forças de flexão.

A figura seguinte mostra como pode ser efectuada a ligação ao betão. É necessário que os pontos fixos tenham força suficiente para manter o tubo na posição correcta. A distância entre pontos fixos não deve exceder o valor máximo recomendado dado na **tabela1**.



| Diâmetro nominal exterior DN (mm) | Distância máxima recomendada entre pontos fixos | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| | Tubagens horizontais $L_{c_{máx}}$ (m) | Tubagens verticais $L_{c_{máx}}$ (m) |
| 32 | 0,4 | 0,8 |
| 40 | 0,5 | 1,0 |
| 50 | 0,5 | 1,0 |
| 75 | 1,0 | 1,5 |
| ≥90 | 1,0 | 2,0 |

1.1.4. Implantação das condutas no exterior

Em caso de proximidade, a implantação das condutas de distribuição de água deve ser feita num plano superior ao dos colectores de águas residuais e a uma distância não inferior a 1 metro, de forma a garantir protecção eficaz contra possível contaminação, devendo ser adoptadas medidas especiais em caso de impossibilidade de cumprir esta disposição.

1.1.5. Abertura, profundidade e largura de valas

No caso da drenagem de águas residuais, serão as valas executadas até às cotas necessárias, de modo a poder fazer-se o assentamento das canalizações de acordo com o projecto. Quando a cotagem não está prevista por não figurarem as profundidades das caixas, em motivo de razões várias (como a falta de elementos topográficos aquando da elaboração do projecto ou outros) deve-se seguir o preceituado no próximo parágrafo tendo em consideração a inclinação dos troços que, na ausência de dados específicos, será de 2%, sendo aqui a profundidade da vala de um mínimo de 1 metro (embora se salguarde igual excepção à adiante exposta).

Também na situação de não se encontrarem definidas as dimensões e localização das caixas, estas devem respeitar um afastamento máximo de 15 metros e dimensões em planta de pelo menos 0,8 vezes a sua altura, com um mínimo de 0,40 metros.

Tratando-se de distribuição de água, a profundidade das condutas não deve ser inferior a 0,8 metros, medida entre geratriz exterior superior da conduta e o nível do pavimento. Pode

aceitar-se um valor inferior ao indicado desde que se protejam convenientemente as condutas para resistir a sobrecargas ou a temperaturas extremas.

Em situações excepcionais, admitem-se condutas exteriores ao pavimento desde que convenientemente protegidas mecânica, térmica e sanitariamente, mas sempre após prévia aprovação da fiscalização.

A largura das valas, tanto no caso de distribuição com de drenagem, atenderá ao seguinte:

- Para profundidades até 3 metros, a largura das valas para assentamento das tubagens deve ter, em regra, a dimensão mínima definida pelas seguintes fórmulas:
 - $L = D_e + 0,50$ para condutas com diâmetro até 0,50 m;
 - $L = D_e + 0,70$ para condutas com diâmetro superior a 0,50 m;

Onde L é a largura da vala em metros e D_e o diâmetro exterior da conduta.

- Para profundidades superiores a 3 metros, a largura mínima das valas pode ser aumentada em função do tipo de terreno, processo de escavação e nível freático.

O modo de atacar as escavações e de remover os produtos dessas escavações é da responsabilidade do adjudicatário, que executará os eventuais trabalhos de enxugo das valas durante a sua abertura e assentamento das tubagens.

1.1.6. Assentamento das canalizações

As tubagens devem ser assentes de forma a assegurar-se que cada troço de tubagem se apoie continua e directamente sobre terreno de igual resistência, evitando-se quaisquer assentamentos diferenciais que prejudiquem a mesma.

Quando, pela sua natureza o terreno não assegure as necessárias condições de estabilidade das tubagens ou dos acessórios, deve fazer-se a sua substituição por material mais resistente devidamente compactado.

Quando, pelo contrário, o terreno for do tipo rochoso, as tubagens devem ser assentes, em toda a sua extensão, sobre uma camada uniforme previamente preparada de 0,15 a 0,30 metros de espessura, de areia, gravilha ou material similar cuja maior dimensão não ultrapasse os 20 mm. Devem ser previstos maciços de amarração nas curvas e pontos singulares, calculados com base nos impulsos e resistência dos solos.

O assentamento dos tubos obedecerá ao declive imposto nas peças desenhadas e será feito para que cada trainel fique perfeitamente rectilíneo, não sendo permitido o emprego de

calços de qualquer material, no assentamento. O assentamento dos tubos começará, em cada troço, pelos de jusante. Os tubos serão colocados de modo a estabelecer o alinhamento e a inclinação da canalização.

A tubagem prevista para ficar montada à vista será apoiada em abraçadeiras suspensas do tecto ou fixas à parede. A distância entre os apoios deverá respeitar os comprimentos máximos definidos no documento de homologação quando este é exigido, ou em tabelas do fabricante nos restantes casos, em função da posição da tubagem e dos respectivos diâmetros.

Caso tal informação não esteja disponível segue-se o preceituado, em geral, nestas Condições Técnicas Especiais.

| Natureza das canalizações | Diâmetro exterior nominal (mm) | Distâncias máximas entre os suportes | |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | | Nas canalizações horizontais (m) | Nas canalizações verticais (m) |
| Canalizações de esgoto | 32 a 63 | 0,50 | 1,00 |
| | 75 a 125 | 0,80 | 1,50 |
| | 140 | 1,00 | |
| | 160 a 250 | 1,20 | |
| Tubos de queda de águas pluviais | 40 e 50 | 0,70 | 1,00 |
| | 63 e 75 | 0,80 | 1,50 |
| | 90 e 110 | 1,00 | 2,50 |
| | 125 a 160 | 1,20 | |
| Canalizações de água sob pressão | 32 | 0,65 | |
| | 40 e 50 | 1,00 | |
| | 63 e 75 | 1,30 | |
| | 90 a 125 | 2,00 | |

Quadro 1 - Distâncias máximas entre suportes dos tubos em canalizações de edifícios

Entre as abraçadeiras e o tubo deve interpor-se uma junta de material adequado, nomeadamente borracha, de forma a apoiar os tubos sem aperto, a possibilitar-lhes pequenas deslocações que acompanham as suas elevadas dilatação e contracção térmicas; sem constrangimento e a evitar a transmissão de ruídos aos elementos da construção. Exceptua-se os pontos onde a fixação é rígida, em geral um por cada **junta de dilatação**. O esquema de suporte e os materiais e peças a utilizar serão previamente submetidos à aprovação da Fiscalização.

1.1.7. Localização das juntas de dilatação

Devido a que o coeficiente de dilatação térmica linear do PVC é relativamente elevado nas canalizações de esgoto e de queda de águas pluviais de edifícios devem ser montadas juntas de dilatação. Devem ser localizadas do modo que se indica em seguida:

1.1.7.1. Canalizações horizontais

- Nas canalizações horizontais deve-se instalar uma junta de dilatação em 6 metros de tubo, pelo menos, se existirem nele uma ou mais inserções de ramais; se não existirem inserções, uma junta por cada 8 metros, pelo menos.

- O sistema deve ser suspenso em pontos fixos, junto dos sistemas de abocardamento e deslizantes, no espaço intermédio.

- A distância entre pontos de fixação deverá ser 10 vezes o diâmetro do tubo. Para tubos de diâmetro entre 32 e 50 mm, com comprimento superior a 0.5m, deve ser instalada pelo menos uma abraçadeira deslizante. Quando o comprimento é superior a 1.0m, deve ser instalada uma abraçadeira deslizante suplementar.

- Para tubos de diâmetros entre 63 e 110 mm, deve ter em atenção as distâncias recomendadas na tabela 1. Para tubos de diâmetro > 90 mm, com comprimento superior ou igual a 2.0 m, deve ser instalada pelo menos uma abraçadeira deslizante.

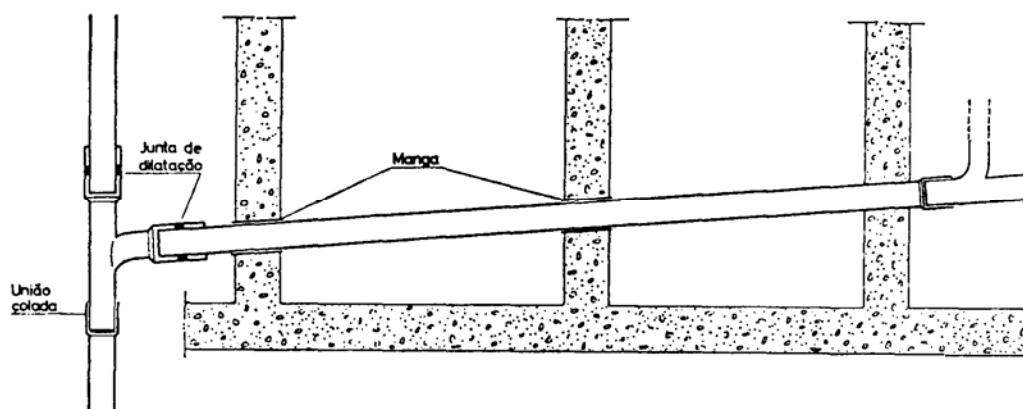


Fig. 1 – Canalização montada através de parede ou divisórias

1.1.7.2. Canalizações verticais

- Deve colocar-se uma junta por cada braçadeira; nos tubos a instalar através de pavimentos deve-se montar uma junta por cada pavimento (fig. 2); no caso contrário, uma junta em cada 4 metros de tubo, pelo menos, se não existirem inserções, ou uma junta por cada uma delas feita na parte superior da peça acessória que efectua a inserção (fig. 3)

- Deve ser colocado sempre um suporte de deslizamento entre pisos com uma distância inferior a 15 vezes o diâmetro do tubo. Caso as derivações não estejam fixas na laje, deverá ser colocado um ponto fixo na derivação para impedir o deslizamento.

- Para tubos de 32 mm a 40 mm, deve ser instalada uma abraçadeira de ancoragem no abocardado e uma abraçadeira deslizante por metro de comprimento de tubo.

- Para tubos de diâmetro entre 50 e 63 mm, deve ser instalada uma abraçadeira de ancoragem no abocardado e uma abraçadeira deslizante por 1.5 m de comprimento de tubo. Para tubos de diâmetro superior a 63 mm, deve ser instalada uma abraçadeira de ancoragem no abocardado e uma abraçadeira deslizante adicional por 2.0 m de comprimento de tubo.

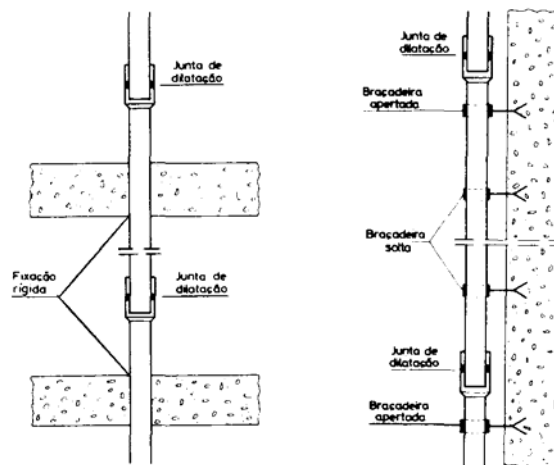


Fig. 2 - Localização das juntas de dilatação, uma por cada fixação rígida dos tubos

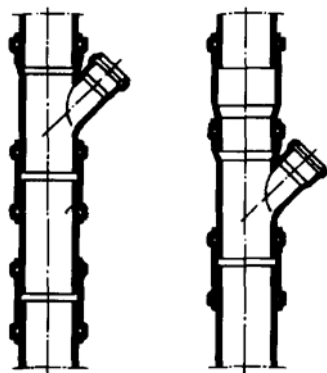


Fig. 4 – Canalização vertical

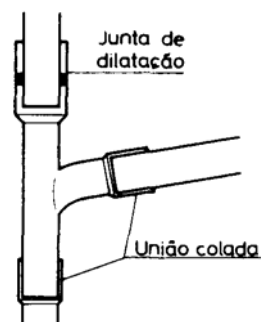


Fig. 3 - Junta de dilatação na vizinhança da inserção

Como já foi referido, o atravessamento de paredes e de pavimentos, ou de outros elementos quando previsto, será sempre envolvido por uma *manga (fig. 1)*, em tubo de zinco ou de PVC que permita o seu livre movimento. A tubagem não ficará em contacto com a referida manga devendo para tal interpor-se um anel de borracha ou de plástico flexível.

Nas montagens em que a tubagem fique acessível deve deixar-se uma distância de pelo menos 5 cm entre a superfície exterior do tubo, ou a do seu isolamento quando for o caso, e as paredes ou tectos.

Os troços enterrados serão assentes sobre uma camada de areia de forma a obter um leito uniforme ou, quando permitido pela Fiscalização, sobre o próprio terreno, depois de regularizado e isento de pedras e de outros eventualmente contundentes para a tubagem. Feito o assentamento desta procede-se ao seu envolvimento com materiais seleccionados ou com reposição dos produtos escavados, depois de cirandados se necessário, até à altura de 0,30 m medida a partir do extradorso da tubagem. A compactação do material de aterro deve ser feita cuidadosamente de forma a não danificar a tubagem e a garantir a estabilidade dos pavimentos.

Só excepcionalmente se aceita o embutimento de tubagem no “miolo” de lajes ou massames.

Quando for indispensável embeter a tubagem no pavimento, mediante indicação do projecto ou acordo da Fiscalização, ela deverá situar-se na camada de recobrimento ou de regularização, interferindo o menos possível com a parte estrutural.

1.1.8. Aterro de valas

Depois de concluídas as valas, assentes e ensaiadas todas as canalizações, proceder-se-á ao seu tapamento, com os produtos das escavações, até se atingirem os níveis dos pavimentos. No entanto, e antes deste procedimento final, deverá previamente ser efectuado um enchimento com material cujas dimensões não ultrapassem os 20 mm, até 0,15 a 0,30 metros acima do extradorso das tubagens.

A compactação do material de aterro deverá ser feita cuidadosamente por forma a não danificar as tubagens e a garantir a estabilidade dos pavimentos de acabamento superficial. As terras sobrantes serão removidas do local da obra, sendo essa remoção da responsabilidade do adjudicatário.

1.1.9. Protecção

Sempre que o material das condutas seja susceptível de ataque interno ou externo, deve prever-se a sua conveniente protecção de acordo com a natureza do agente agressivo.

No caso de protecção interna em condutas de distribuição, devem usar-se produtos que afectem a potabilidade da água.

1.1.10. Natureza dos materiais

A natureza dos materiais será a prevista, para cada caso, na memória descritiva ou nestas cláusulas técnicas especiais, salvaguardando a seguinte situação (em que a presente determinação é vinculativa):

Em todos os casos em que as condutas não se encontrem protegidas ou estejam sujeitas a vibrações, nomeadamente no atravessamento passadiços, pontes ou equivalente em termos de comportamento estrutural, o material a utilizar deve ser o ferro fundido dúctil ou o aço.

1.1.11. Ensaios e experiências

No local da obra deverá existir toda a mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários para a boa execução dos ensaios e experiências contidas na memória descritiva, nestas condições técnicas especiais e noutras peças escritas que a tal eventualmente se refiram dentro do caderno de encargos.

Devem ainda estes ensaios ser efectuados com as tubagens e juntas a descoberto.

1.2. Alterações ao projecto

Conforme previamente esclarecido, não poderão ser feitas alterações ao projecto sem aprovação prévia da Fiscalização da obra.

Estas poderão ter lugar nos casos em que a memória descritiva tal possa deixar em aberto, mas sempre sob anuência da Fiscalização.

1.2.1. Esquema da Instalação (*Resumo*)

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 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 15 cm pode ser do material da própria escavação em camadas compactadas de 10 cm de espessura.

5- A compactação mecânica é aconselhada quando a camada de enchimento sobre o tubo atinja os 30 cm.

6- O restante enchimento será colocado e compactado em camadas dependendo do acabamento superficial que se deseje.

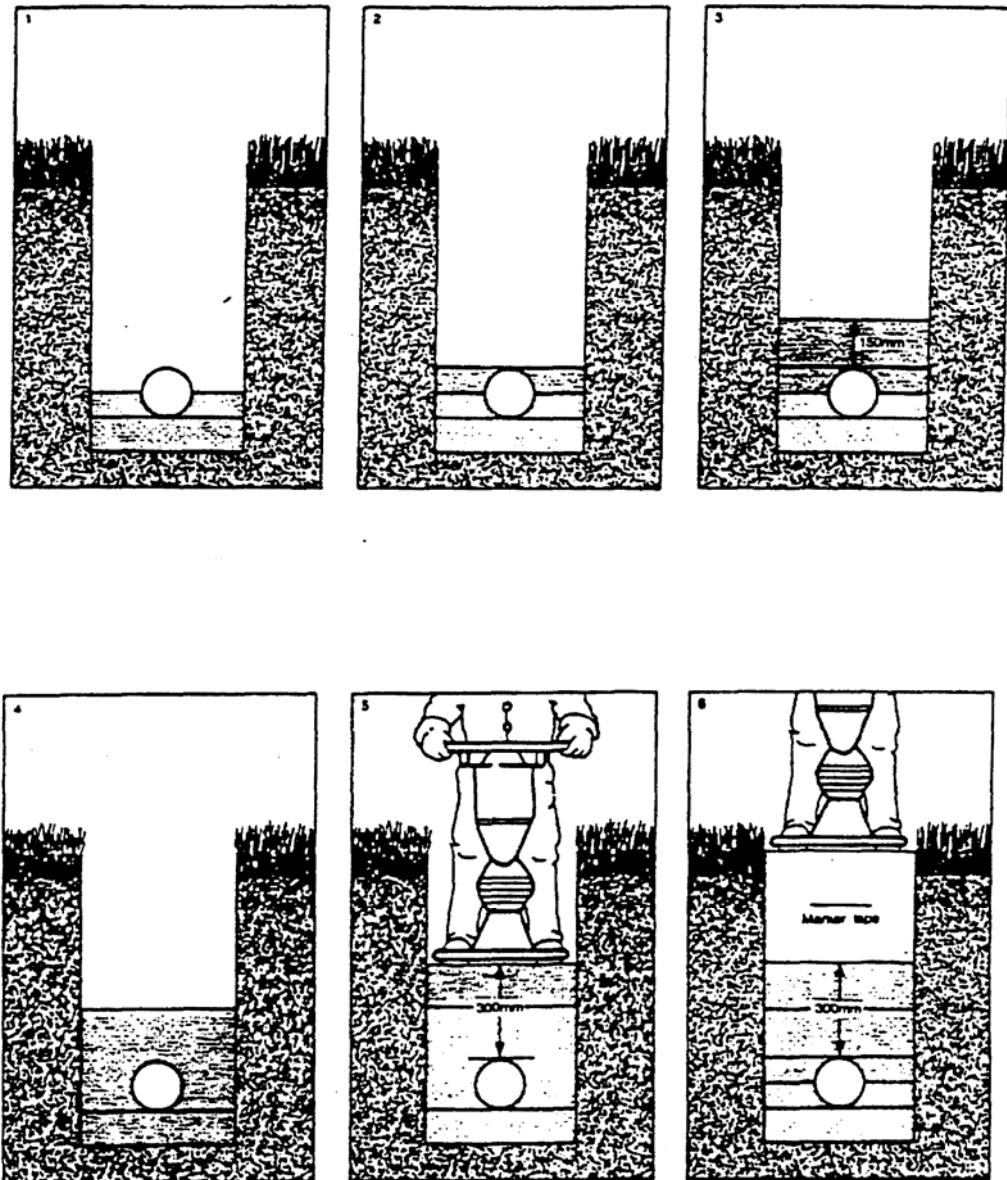


Fig. 5 - Esquema da Instalação

2. Rede de Distribuição de Água

2.1. Generalidades

Qualquer alteração ao projecto pode ser considerada pela Fiscalização desde que devidamente justificada, devendo esta, caso o ache necessário, contactar o projectista.

Em todos os casos o adjudicatário será totalmente responsável pelo perfeito funcionamento de todas as instalações. O material de isolamento será previamente submetido à aprovação da Fiscalização.

A sua aplicação deve ser feita por pessoal especializado e segundo as especificações do fabricante.

2.2. Rede de Distribuição de Água Fria

2.2.1. Tubagens

A rede de distribuição de água, na parte que a memória descritiva refira como assente "à vista" será montada em troços rectos.

Tanto para esta como para a restante tubagem não visível, o material será o estipulado nessa memória e que obedeça às recomendações a este material apropriadas, tanto para o que diz respeito às suas características físicas como aos aspectos técnicas da sua montagem.



Fig. 6 – Distribuição da tubagem (à vista)

Nota: O constante nos parágrafos anteriores, sendo vinculativo, mais uma vez se reforça que não dispensa a necessária aprovação prévia da Fiscalização antes da sua montagem, sob pena da necessária substituição.

2.2.2. Ligações

As ligações dos diversos tubos serão feitas por acessórios roscados de espessura de parede igual ou superior à do respectivo tubo e em obediência ao constante no ponto anterior.

Para facilitar a desmontagem devem-se usar flanges roscadas nas seguintes ligações:

- Ligações topo a topo ou ramais que possam dificultar a conservação;
- Ligações a equipamentos;
- Uniões de tubagens com mais de 75 mm.

As mudanças de direcção, quando pelo valor da curvatura e/ou características do material não seja aconselhável a sua dobragem simples, serão dadas através de cotovelos, joelhos e "T's" (sempre que possível e tratando-se de mudanças de direcção a 90°, por curvas e não joelhos).

Utilizar-se-ão, sempre, uniões desmontáveis de rosca com os necessários acessórios de garantia de estanquidade e durabilidade na sua função (se a solução homologada contiver esta disposição de montagem), bem como deverá ficar perfeita a sua qualidade do seu acabamento.

Os dispositivos de fuga e seccionamento devem estar devidamente sinalizados. Não serão autorizadas outras opções, salvo com a concordância da Fiscalização e com respeito pelas boas normas da construção.

2.2.3. Instalação de contadores e filtros

2.2.3.1. Contadores

Na maioria das situações, a instalação de contadores deverá ser efectuada em conjunto, através da instalação de uma bateria de contadores, segundo as instruções da Norma Técnica da EPAL nº1/98 (Lisboa), e de acordo com os pormenores construtivos apresentados nos desenhos e imagens (figuras seguintes).

Os contadores, que deverão ser instalados obrigatoriamente um por cada consumidor, podem ser colocados isoladamente ou em conjunto.

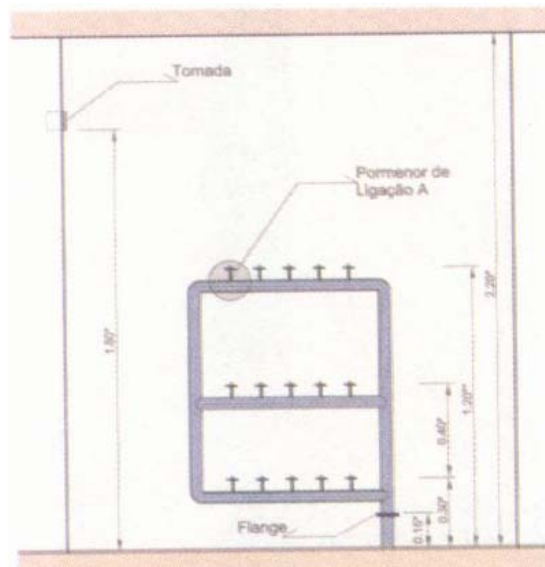


Fig. 7A – Ramal domiciliário - Bateria

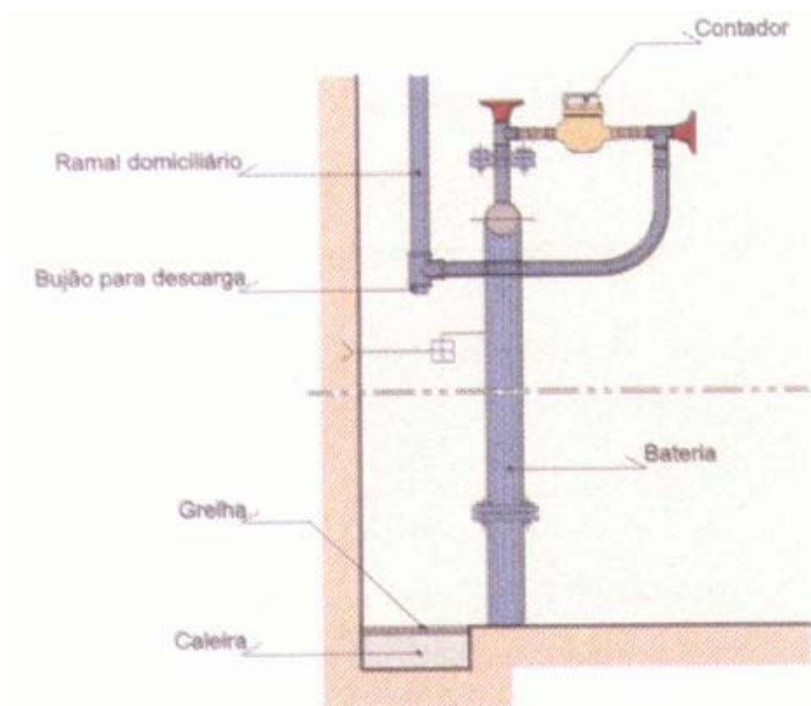


Fig. 7B – Ramal domiciliário – Pormenor de ligação A



Fig. 8 – Contadores em bateria

2.2.3.2. Caixas de Contadores

A instalação de contadores individuais, contadores totalizadores e de rega, em caixas, devem seguir as orientações definidas pela entidade distribuidora, com base nos seguintes desenhos (figuras 9A/9B)

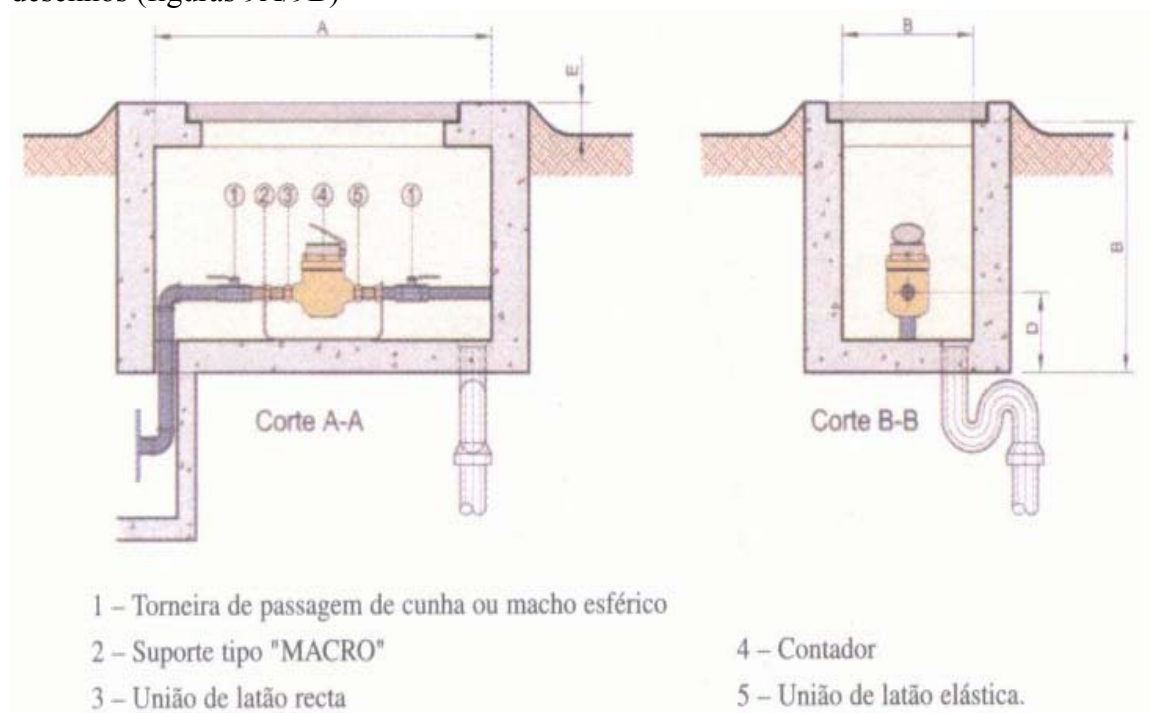


Fig. 9A – Caixas de contadores

| Contador | comp. (m) | largura (m) | altura (m) |
|----------|-----------|-------------|------------|
| DN 15 | 0.50 | 0.35 | 0.40 |
| DN 20 | 0.60 | 0.35 | 0.40 |
| DN 25 | 0.70 | 0.35 | 0.40 |
| DN 30 | 0.80 | 0.35 | 0.40 |
| DN 40 | 0.80 | 0.35 | 0.40 |

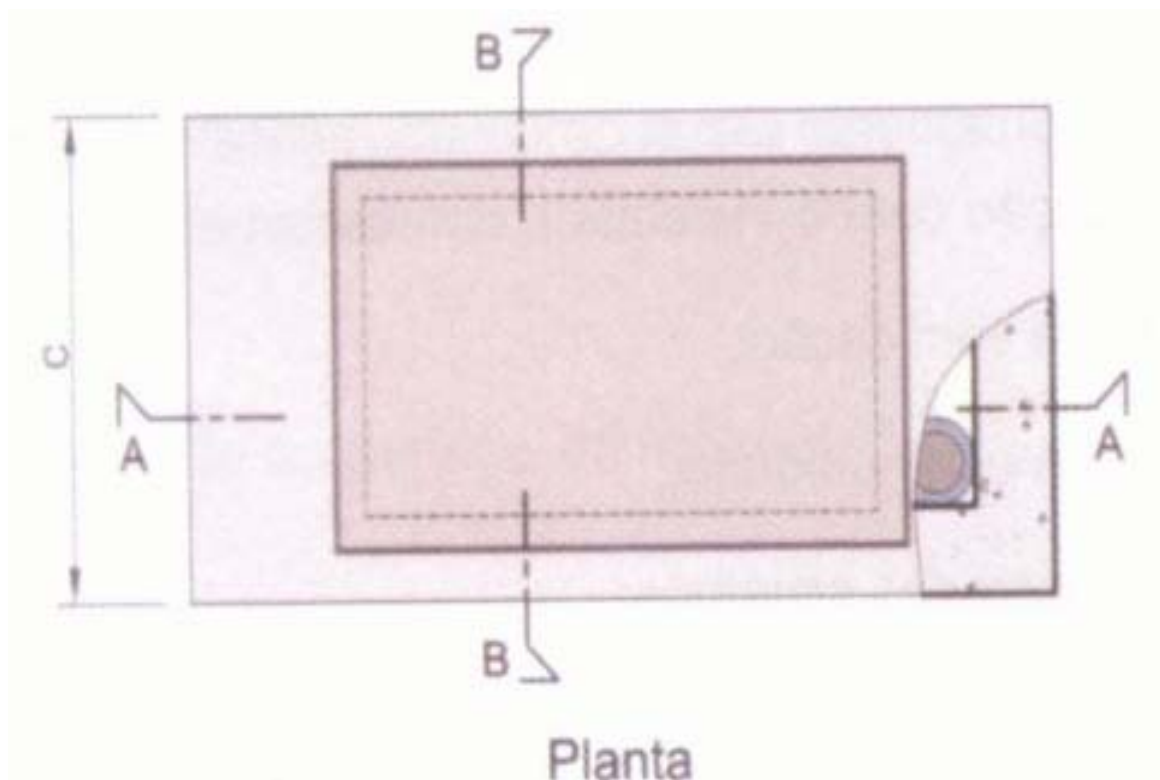


Fig. 9B – Caixas de contadores – Planta

Após a experiência adquirida de alguns anos, as entidades distribuidoras em geral aconselham que seja adoptado o valor de 0,45m, em vez de 0,30m, para a distância entre as diferentes filas de contadores (figura10).



Fig. 10 – Contadores colocados em bateria

Nota: Não é permitida a instalação de baterias de contadores em pisos abaixo do piso (-1). Sempre que existam várias baterias alojadas na mesma dependência do imóvel, a elas destinadas, deverá ser garantido um afastamento mínimo de 0,45m entre si e as paredes laterais e 0,20m relativamente às paredes paralelas e as baterias. No compartimento da instalação de baterias deverá ser prevista uma caleira no pavimento, com ralo ligado ao sistema de drenagem de águas de lavagem dos pavimentos do edifício. A instalação das baterias de contadores deve ser efectuada, de modo a permitir o acesso do pessoal da entidade distribuidora, sempre que necessário.

2.2.3.3. Filtros

Os filtros a instalar poderão ser:

- . Colectivos – colocados após entrada no limite do lote
- . Individuais – colocados a montante de cada bateria de contadores.

A opção do tipo de instalação a efectuar depende do dono da obra.



Fig. 11 – Instalação do filtro

2.2.4. Formas de Abastecimento dos imóveis

- . gravítico;
- . pressurizado;
- . misto;

Na maioria das cidades, nos edifícios de habitação e de escritórios é instalado o sistema misto: gravítico e pressurizado (figura12).

Nestes casos deverá haver duas baterias de contadores distintas, a afectar aos dois patamares de pressão. No dimensionamento dos grupos electrobombas deve considerar-se que, a velocidade nas condutas de admissão deve ser inferior a 2,0m/s e o número de arranques por hora deve ser inferior a 12. Quando não for possível o cumprimento de qualquer das considerações anteriormente referidas, torna-se necessário optar pela instalação de grupos electrobomba de velocidade variável.

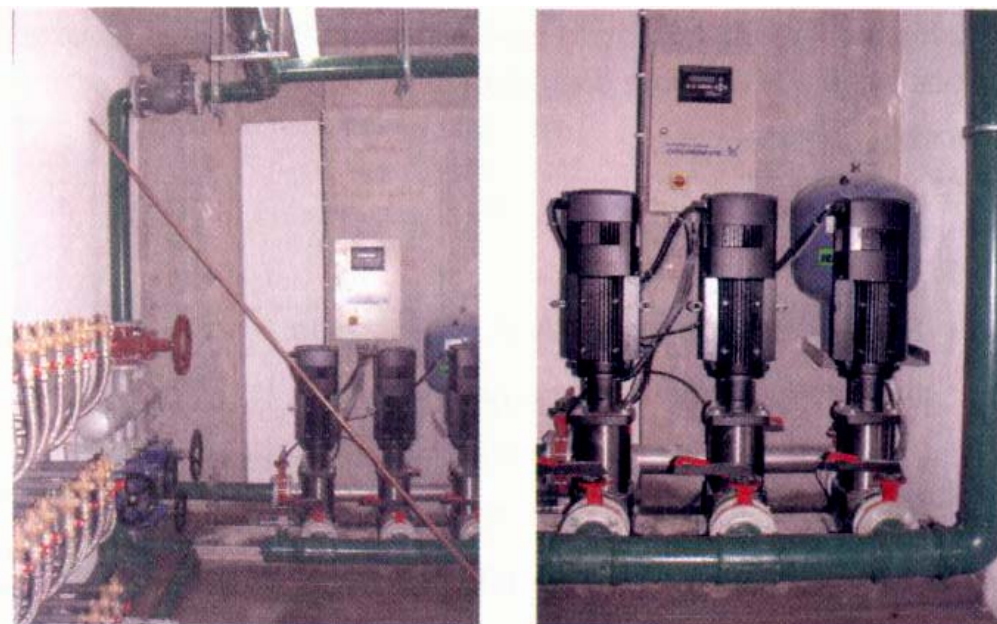


Fig.12 – Sistema misto: gravítico e pressurizado

2.2.5. Preparação da superfície interior dos tubos

O interior dos tubos deverá ser limpo, ficando isento de detritos, areia, tinta e quaisquer outros elementos estranhos à tubagem.

2.2.6. Reparação das superfícies exteriores

Deverão ser efectuadas as seguintes operações nas tubagens e respectivos suportes que a memória descritiva determine como a pintar:

- limpeza a escovilhão ou jacto (desde que não se comprometa as características mecânicas do material);
- uma demão de primário oleoso de zarcão;
- uma demão de primário de zarcão sintético de cor diferente da primeira demão;
- duas demãos de esmalte sintético na cor definida pela memória descritiva do projecto.

Nas tubagens que não tenham qualquer acabamento de pintura (como muitas vezes acontece com as de aço inoxidável), estas deverão ser terminadas com uma aplicação de produto incolor que vise a sua defesa face a eventuais corrosões ou perda da sua tonalidade natural, como a aplicação de um verniz apropriado que mantenha as suas características face às eventuais variações de temperatura. A solução, neste último caso, será proposta pelo

empreiteiro, mas estando o seu custo já incluída no fornecimento e montagem destas peças, ou seja, deverá já vir contida no preço de concurso (como já tinha sido, anteriormente, deixado claro).

2.2.7. Dilatações

O instalador deve tomar todas as precauções para se evitarem os ruídos causados pelas fricções das tubagens contra elementos do edifício, aquando da dilatação ou contracção das referidas tubagens.

Todas as dilatações devem ser compensadas, quer pelo aproveitamento dos acidentes naturais do traçado, quer pela utilização de liras e compensadores, em tubo flexível de material de nobreza igual ou superior à adoptada para a canalização e com as propriedades bastantes para esta missão. As prescrições indicadas são igualmente aplicadas nas passagens das juntas de dilatação do edifício.

2.2.8. Fixação

As tubagens ficarão afastadas das paredes e tectos no mínimo 3 cm, sendo montadas com uma inclinação mínima de 0.5%.

A fixação da rede aos elementos estruturais far-se-á através de braçadeiras que garantam a solidez da rede nas condições de serviço.

As braçadeiras das canalizações devem ser isoladas das respectivas canalizações, por juntas de borracha, ou qualquer outro material adequado.

As distâncias máximas admitidas entre fixações serão de:

- 1.0m – trajectos horizontais – tubagem até 15 mm;
- 1.5m – trajectos horizontais – tubagem entre 15mm exclusive e 25mm;
- 2.0m – trajectos horizontais – tubagem maior do que 25mm;
- 2.0m – trajectos verticais – tubagem até 25mm;
- 3.0m – trajectos verticais – tubagem maior do que 25mm.

2.2.9. Válvulas e purgadores

Tendo como função isolar troços ou parte da instalação que sirva um pequeno número de aparelhos, as válvulas de seccionamento devem estar perfeitamente acessíveis.

Deverão ser instalados purgadores de ar em quantidade suficiente na localização adequada, com vista a permitir escorrer automaticamente o ar que eventualmente possa aparecer nas tubagens, sem contudo permitir a perda do fluído circulante.

Todas as válvulas das diversas secções da tubagem e aparelhos serão completamente desmontáveis, de peças intermutáveis e que devam obedecer às seguintes prescrições:

- pleno débito a 1/4 de volta se de uma válvula de seccionamento se tratar;
- lubrificação permanente;
- estanquidade até 1200 KPa (12 Kg/cm²) e 90°C;
- sede substituível sem desmontar se de uma válvula de regulação de tratar.

2.2.10. Válvulas de Corte Geral

O trabalho assim designado refere-se à execução do troço situado no nicho de contadores e inclui o fornecimento e aplicação, para os diâmetros previstos em desenho, de duas válvulas de corte – uma, a instalar a montante do contador, vulgarmente conhecida por “olho-de-boi” para uso exclusivo dos Serviços Camarários e outra, a aplicar a jusante do contador, para utilização interna, como válvula de corte geral. Esta válvula será do tipo adufa, em latão, com diâmetro idêntico ao do ramal que faz a alimentação da fracção e com volante ou manípulo adequado à função a que se destina e ao espaço em que se insere.

O presente artigo contempla ainda a aplicação de outra válvula adufa, semelhante à anteriormente descrita, a dispor no interior, logo após a entrada, para permitir o corte geral com maior facilidade e rapidez.

2.2.11. Isolamento

Na rede de água fria utilizar-se-á uma manga tipo Tubolit com 6 mm de espessura que satisfaça igualmente as condições referidas para o isolamento da água quente.

2.2.12. Ensaaios

As canalizações de água serão submetidas aos seguintes ensaios (para além dos ensaios regulamentares previstos na memória descritiva, salvo se existir repetição):

- **De estanquidade**, com toda a canalização, depois de montadas as válvulas, submetida durante 24 horas a um ensaio de pressão hidráulica igual a duas vezes a máxima pressão a que possam estar submetidas, nas condições anteriores (em caso de concordância justificada da Fiscalização o valor do ensaio pode não ultrapassar um máximo de 1200 KPa [12 Kg/cm²], mesmo que tal valor fique abaixo do dobro da pressão de serviço). Durante o ensaio todos os órgãos de ligações devem estar destapados. Exceptuam-se deste ensaio apenas os elementos constituintes da rede que possam ser danificados ou que não permitam o excedente de pressão de ensaio sobre a de serviço (válvulas de redução, válvulas de segurança, indicadores de pressão com escala inferior à dos ensaios);
- **De continuidade na circulação**, com tubagem instalada mas não tapada, verifica-se se a água circula à temperatura de projecto de forma normal nas tubagens, equipamentos, depósitos e outros elementos sem qualquer obstrução;
- **Global e de equilibragem**, fixando-se a abertura de válvulas dos ramais e colunas. Este durará seis dias e será efectuado nas condições previstas para as temperaturas apontadas para cada rede. No decurso deste ensaio será, pois, regulada e equilibrada toda a instalação convenientemente, sendo ainda avaliado o comportamento da rede, o cuidado com que foram equilibrados os circuitos, as pressões e temperaturas atingidas, o bom funcionamento da aparelhagem de controlo e segurança, a ausência de golpes de ariete e de fenómenos de cavitação, especialmente no referente às válvulas de comando e controlo da instalação. Durante este período, cujos ensaios decorrem sob exclusiva responsabilidade do adjudicatário, iniciar-se-á, se possível, a instrução do pessoal técnico encarregado da condução das instalações. Os dois primeiros ensaios poderão ser efectuados por troços, de modo a não existir prejuízo para o andamento dos trabalhos, embora tal careça da autorização prévia da fiscalização. A Fiscalização deverá assistir a todos os ensaios.

2.2.13. Ramal de ligação

O ramal de ligação assegura o abastecimento da rede predial de águas do imóvel à rede pública. Quando o diâmetro do ramal de ligação à rede pública será efectuada de acordo com o pormenor a seguir indicado (figura 13).

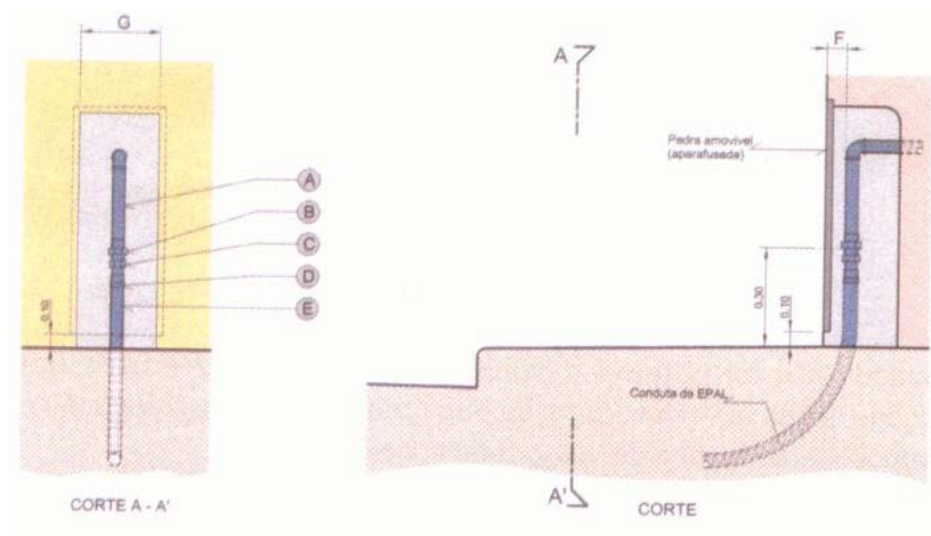


Fig. 13 – Ramal de ligação da rede predial de águas

Caso não exista, esta ligação compreende as diligências que o adjudicatário deverá realizar junto dos serviços Camarários, bem como os encargos inerentes, para requisição e execução da ligação à rede pública.

Inclui-se aqui o fornecimento e aplicação de todos os elementos necessários para o efeito, nomeadamente do tubo em PVC 10 da classe 1.0 MPa, da válvula de correção exterior com este mesmo diâmetro, a abertura e fecho de roços ou valas que tenham de se efectuar e os trabalhos e acessórios eventualmente necessários para, junto à rede pública, finalizar a referida ligação. Para os ramais de ligação com diâmetros superiores a 38mm, a ligação à rede será efectuada por flange ou união simples/ligador, conforme pormenores indicados (figuras 15A e 15B).

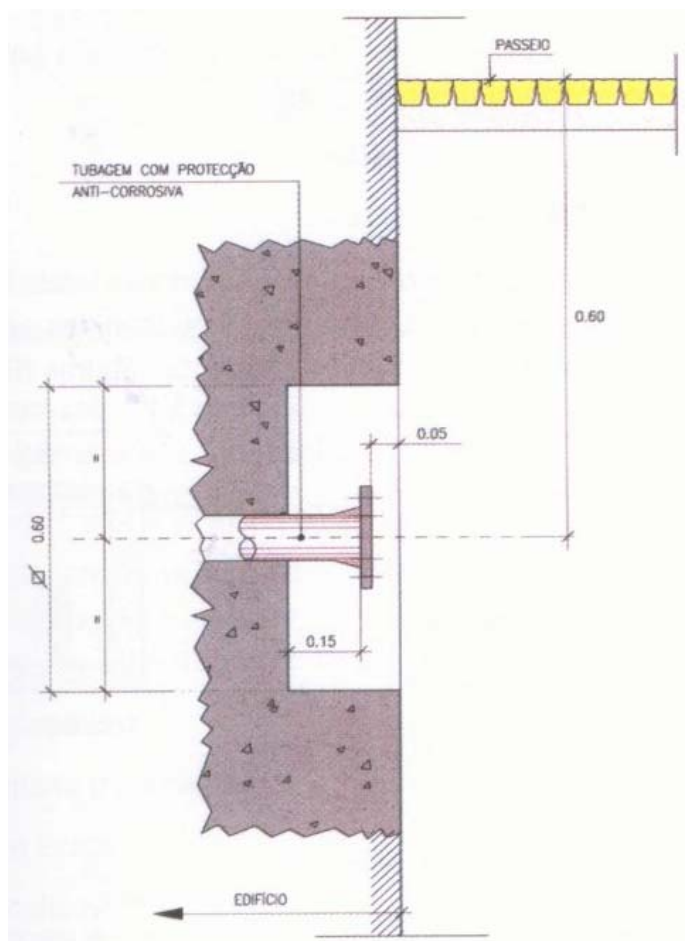


Fig. 14 – Corte de ligação do ramal de ligação à rede



Fig. 15A – Flange de ensaio



Fig. 15B - Flange

Nota: Os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de qualquer sistema de distribuição de água com outra origem, nomeadamente poços ou furos. A ligação do ramal à rede de abastecimento pública é habitualmente executada pela entidade abastecedora.

A ligação da rede predial à rede pública é assinalada, na zona do passeio por uma tampa onde a concessionária é devidamente identificada (figura 12), permitindo o acesso a uma válvula de seccionamento (alojada no subsolo), a manusear pela respectiva entidade, para corte do abastecimento em caso de necessidade.



Fig. 16 – Tampa-válvula de seccionamento do abastecimento de água

2.3. Rede de Distribuição de Água Quente

2.3.1. Generalidades

Prevê-se uma rede de água quente independente, alimentada a partir de termoacumulador servido por caldeira instalada na central térmica, através de um permutador de calor. A grande diferença que existe relativamente à rede de água fria está no facto de a rede de água quente ter de ser isolada nas condutas principais, ou seja, só será permitida a isenção de protecção térmica em pequenos troços que sirvam dispositivos de utilização.

2.3.2. Prescrições Técnicas

As prescrições apontadas em 2.2.1 a 2.2.8 são inteiramente aplicáveis nestas redes.

2.3.3. Montagem da Tubagem

As tubagens serão montadas a cerca de 3 cm das paredes e tectos com uma inclinação mínima de 0.5% através de braçadeiras espaçadas no máximo de 1,5m e que permitam a sua livre dilatação.

Nos atravessamentos as tubagens serão envolvidas por mangas metálicas de protecção cheias de material isolante.

Nos troços mais extensos e rectos montar-se-ão juntas de dilatação, capazes de absorverem facilmente as variações de comprimento da tubagem, criando-se um ponto fixo entre duas juntas de dilatação consecutivas.

No caso de atravessamento de eventuais juntas de dilatação do edifício serão insertas, se necessário, juntas de dilatação capazes de absorverem as dilatações e contracções das tubagens.

Deverá evitar-se que um troço da rede se possa deslocar num só sentido, aquando das dilatações e contracções da tubagem, criando-se um ponto fixo entre duas juntas de dilatação consecutivas. Também se poderão aproveitar as mudanças de direcção como juntas de dilatação (*fig.3*).

2.3.4. Isolamento

O isolamento será efectuado em coquilhas de lã mineral, borracha sintética vulcanizada com células fechadas, ou espuma flexível de poliuretano, tudo em forma tubular. Poderá ser usado produto equivalente às coquilhas de espuma elastomérica tipo SH/Armaflex, devendo ser facilmente adaptável, incombustível, imputrescível, não corrosivo e resistente à humidade e aos microorganismos.

Outra solução passará pela aprovação da Fiscalização e desde que garantida a equivalência da qualidade.

No caso de utilização de coquilhas de lã mineral, este deverá ser fixado à tubagem por meio de fio metálico, não oxidável e envolvido por tela embebida em produto asfáltico neutro, sem vestígios de enxofre e de elevado ponto de fusão.

Nos locais visíveis será forrada por bainha em chapa de alumínio.

Nas zonas de suporte o isolamento não poderá ser interrompido, não sendo também permitido o isolamento comum a dois tubos.

As características técnicas do isolamento deverão ser as seguintes:

- coeficiente de condutibilidade: 0.035Kcal/m.h.°c;
- densidade - 90 Kg/m²;
- não inflamável;
- espessura mínima: 25 mm para tubagem de até 25 mm exclusive;
- espessura mínima: 30 mm para tubagem de 25 mm até 32 mm;
- espessura mínima: 40 mm para tubagens com mais de 32 mm.

2.4. Rede de rega dos arranjos exteriores

A rede de rega é uma componente primordial das zonas verdes, sendo o projecto da responsabilidade do promotor, devendo ser submetido à aprovação da entidade responsável pelo abastecimento de água.

A execução em obra é suportada igualmente pelo promotor. O ramal de ligação é executado pela entidade responsável pelo abastecimento mediante o pagamento dos respectivos custos pelo promotor. Esta rede possui um contador próprio, alojado em armário localizado junto à zona a regar, o qual poderá ficar enterrado ou sobreelevado (figura 18).



Fig. 17 – Caixa de protecção das válvulas da rede de rega

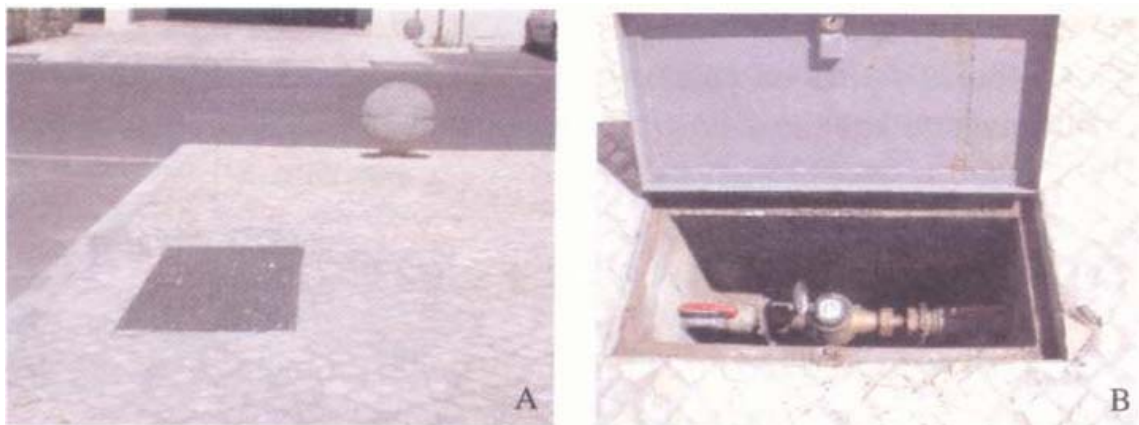





















Fig. 18 – Contadores da rede de rega enterrados

Um dos sistemas de rega mais utilizados, é a rega por aspersão pode ser utilizado em culturas forrageiras, hortaliças, flores, pasto, parques, etc., permitindo uma redução de mão-de-obra, energia e um menor consumo de água, relativamente aos processos tradicionais de rega. Normalmente não são necessárias filtragens de água.

A aspersão é bastante eficaz no Inverno, minorando os efeitos da geada, quando devidamente controlada.

Alguns exemplos de material de rega por aspersão (fonte: catálogo Fersil)

| TUBOS • PIPES | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Tubos PN 6 Pipes PN 6 | | | Tubos PN 10 Pipes PN 10 | | | Tubo em Polegadas Inch Pipe | | | Tubo c/ Reforço de Alumínio Aluminium Reinforced pipe | | |
|  | | |  | | |  | | |  | | |
| Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Varal Pipe (m) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Varal Pipe (m) | Ø (inch) | Espessura / Thickness (mm) | Varal Pipe (m) | Ø (inch) | Espessura / Thickness (mm) | Varal Pipe (m) |
| 50 | 1,8 | 5,9 | 50 | 2,4 | 5,9 | 1" | 4,5 | 0,5/1/2,2 | 1" | 1,0 | 0,5/1/2,2 |
| 63 | 1,9 | 5,9 | 63 | 3,0 | 5,9 | | | | | | |
| 75 | 2,2 | 5,9 | 75 | 3,6 | 5,9 | | | | | | |
| 90 | 2,7 | 5,9 | 90 | 4,3 | 5,9 | | | | | | |
| ACESSÓRIOS • FITTINGS | | | | | | | | | | | |
| Junta Fêmea Directa c/ Rosca Direct Female Joint with Screw | | | Junta M / F Directa c/ Rosca Direct M / F Joint with Screw | | | Junta Fêmea Simples Female Joint Simple | | | Junta Macho Male Joint | | |
|  | | |  | | |  | | |  | | |
| Ø (mm/inch) | | | Ø (mm/inch) | | | Ø (inch) | | | Ø (mm) | | |
| 50 x 1 1/4" | | | 50 x 1 1/4" | | | 50 | | | 50 | | |
| 63 x 1 1/4" | | | 63 x 1 1/4" | | | 63 | | | 63 | | |
| 75 x 1 1/4" | | | 75 x 1 1/4" | | | 75 | | | 75 | | |
| | | | | | | 90 | | | 90 | | |
| Junta Fêmea c/ Tomada 6 Kg Female Joint Connection 6 Kg | | | Casq. Ligação Directa c/ Rosca Macho Direct Union Bush with Male Screw | | | Casquilho para Aspersor Aspersion Bush | | | Válvula Cogumelo Rosca Macho Valve Type Mushroom with Male Screw | | |
|  | | |  | | |  | | |  | | |
| Ø (mm) | | | Ø (inch) | | | Ø (inch) | | | Ø (inch) | | |
| 50 | | | 1 1/4" | | | 3/4" F | | | 1 1/4" | | |
| 63 | | | | | | 1" M | | | | | |
| Canhão Estriado Grooved Junction | | | Tampão End Cap | | | O-Rings Rubber Rings | | | Chapa Zincada em U Zinc Sheet in U | | |
|  | | |  | | |  | | |  | | |
| Ø (mm) | | | Ø (mm) | | | Ø (mm) | | | Ø (mm) | | |
| 50 | | | 50 | | | 50 | | | 350 | | |
| 63 | | | 63 | | | 63 | | | 800 | | |
| 75 | | | 75 | | | 75 | | | | | |
| 90 | | | 90 | | | 90 | | | | | |
| Suporte c/ Fecho de Pressão Support with Pressure Lock | | | Fecho Metálico Lacado Metalic Lock | | | Aspersores (2 saídas) Sprinklers (2 exits) | | | | | |
|  | | |  | | |  | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

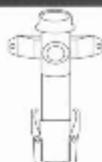
CONJUNTOS • SETS

**Tubo c/ Ligações
M/F Simples**
Pipes with M/F
Connections



| 1 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |
| | 75 |
| | 90 |

**Tubo c/ Ligações
M/F c/ Tomada**
Pipes with M/F
Joint Connections



| 2 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |

**Tubo p/ Aspersor
3/4" Fêmea**
Sprinkler Pipe
3/4" Female



| 3 | Ø (mm) |
|---|----------------------|
| | 1" x 4,5 mm x 50 cm |
| | 1" x 4,5 mm x 70 cm |
| | 1" x 4,5 mm x 100 cm |
| | 1" x 4,5 mm x 150 cm |
| | 1" x 4,5 mm x 200 cm |

**Junta Fêmea
c/ Canhão Estriado**
Female Joint with
Grooved Junction



| 4 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |
| | 75 |
| | 90 |

**Junta Macho
c/ Canhão Estriado**
Male Joint with
Grooved Junction



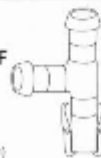
| 5 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |
| | 75 |
| | 90 |

**Curva Longa
Macho / Fêmea**
Long Bend
Male / Female



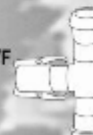
| 6 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |
| | 75 |
| | 90 |

**Te Longo
Derivação M/F/F**
Tee Long Side
M/F/F



| 7 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |
| | 75 |
| | 90 |

**Te Longo
Bifurcação F/M/F**
Tee with two
Branches F/M/F



| 8 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 50 |
| | 63 |
| | 75 |
| | 90 |

**Redução
Macho / Fêmea**
Reduction
Male / Female



| 9 | Ø (mm) |
|---|-----------|
| | 63 x 50 |
| | 75 x 63 |
| | 90 x 75 |

**Junta F/ c/ Tomada
e Canhão Estriado**
F/ Joint Connection
with Grooved Junction



| 10 | Ø (mm) |
|----|-----------|
| | 50 x 50 |
| | 63 x 63 |

**Junta Fêmea c/
Canhão Roscado**
Female Joint with
Grooved Thread



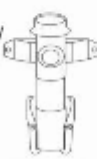
| 15 | Ø (mm) |
|----|------------|
| | 50 x 10 cm |
| | 50 x 20 cm |
| | 63 x 10 cm |
| | 63 x 20 cm |
| | 75 x 15 cm |
| | 90 x 15 cm |

**Junta Macho c/
Canhão Roscado**
Male Joint with
Grooved Thread



| 16 | Ø (mm) |
|----|------------|
| | 50 x 10 cm |
| | 50 x 20 cm |
| | 63 x 10 cm |
| | 63 x 20 cm |
| | 75 x 15 cm |
| | 90 x 15 cm |

**Tubo Rega 25 cm c/
Ligações e Tomada**
Sprinkler Pipe 25 cm
with Connections



| 20 | Ø (mm) |
|----|-----------|
| | 50 |
| | 63 |

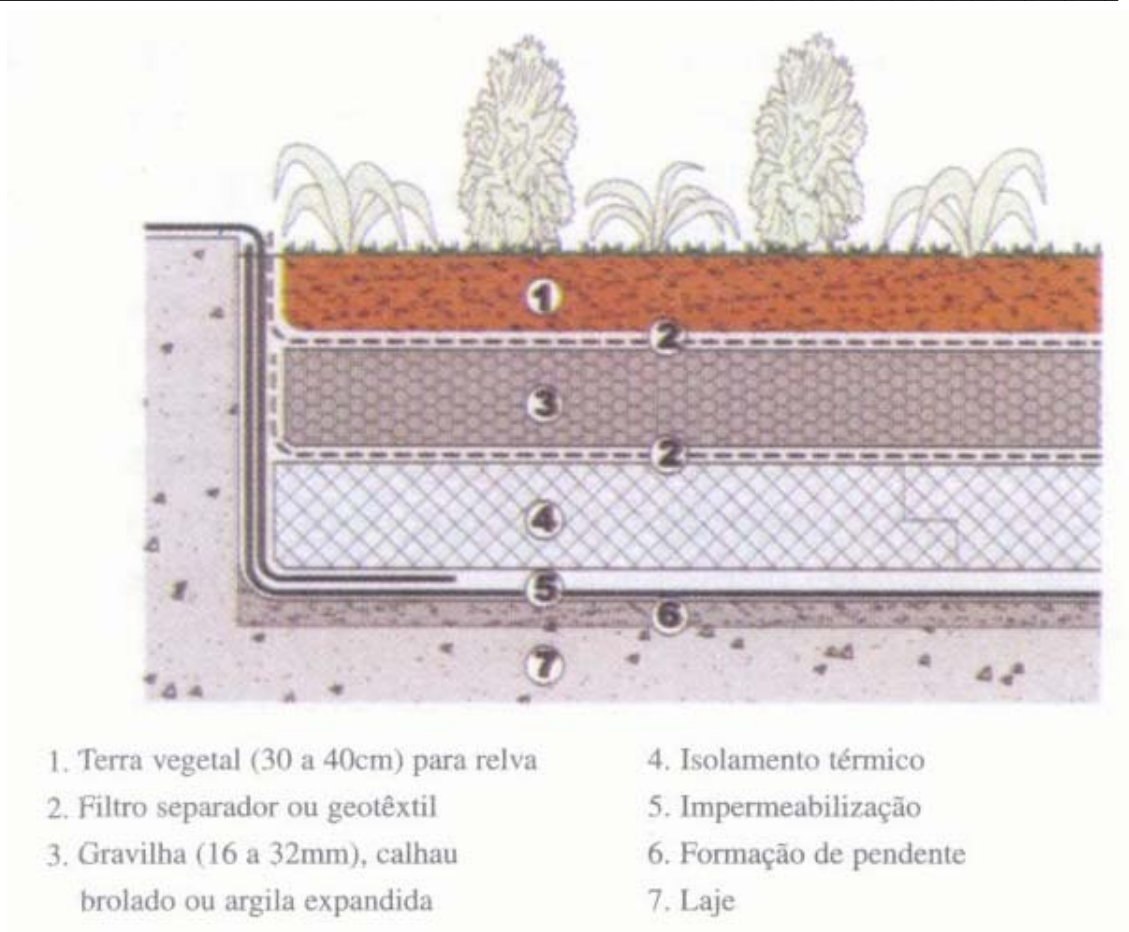


Fig. 19 – Corte construtivo de terraços com jardins

Recomenda-se que nos locais de implantação dos tubos de queda os ralos sejam protegidos e envolvidos por uma manga perfurada até à cota superior da zona ajardinada, permitindo a visita ao ralo e limpeza.

3. Sistemas de Distribuição Predial de Água

Este capítulo baseia-se no Regulamento Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (DI 23, 23Agosto95)

3.1. Regras gerais

Os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de qualquer sistema de distribuição de água com outra origem, nomeadamente poços ou furos privados.

A entidade gestora do serviço de distribuição pública de água deve manter em arquivo os cadastros dos sistemas prediais.

As canalizações instaladas à vista ou visitáveis devem ser identificadas consoante a natureza da água transportada e de acordo com o sistema de normalização vigente.

Não é permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e as redes prediais de drenagem de águas residuais.

O fornecimento de água potável aos aparelhos sanitários deve ser efectuado sem pôr em risco a sua potabilidade, impedindo a sua contaminação, quer por contacto, quer por aspiração de água residual em caso de depressão.

A entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública.

As redes de água não potável e respectivos dispositivos de utilização devem ser sinalizados.

3.2. Conceção geral

Na concepção de novos sistemas há que atender:

- À pressão disponível na rede geral de alimentação e à necessária nos dispositivos de utilização;
- Ao tipo e número de dispositivos de utilização;
- Ao grau de conforto pretendido;
- À minimização de tempos de retenção da água nas canalizações;

As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa. Sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kPa.

Sempre que na remodelação ou ampliação de um sistema haja aumento de caudal de ponta, deve comprovar-se a suficiência da capacidade hidráulica de transporte das canalizações e das eventuais instalações complementares a montante sem prejuízo das condições de funcionamento do sistema na sua globalidade.

3.3. Elementos de base para o dimensionamento

Na elaboração dos estudos relativos à distribuição predial de água, devem definir-se os tipos de dispositivos de utilização e indicar-se a sua localização.

Os aparelhos alimentados por dispositivos de utilização devem estar devidamente identificados nas peças desenhadas do projecto.

Os caudais instantâneos a atribuir aos dispositivos de utilização devem estar de acordo com o fim específico a que se destinam. Os valores mínimos dos caudais instantâneos a considerar nos dispositivos de utilização mais correntes são indicados no anexo IV.

Na determinação dos caudais de cálculo deve ter-se em conta a possibilidade do funcionamento não simultâneo da totalidade dos dispositivos de utilização, considerando-se coeficientes de simultaneidade como se dispõe nos números seguintes.

Designa-se por coeficiente de simultaneidade numa dada secção a relação entre o caudal simultâneo máximo previsível, ou seja o caudal de cálculo, e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através dessa secção.

O coeficiente de simultaneidade pode ser obtido por via analítica ou gráfica resultante de dados estatísticos aplicáveis.

No anexo V é apresentada uma curva que, tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, fornece os caudais de cálculo para um nível de conforto médio em função dos caudais acumulados, e pode ser utilizada para os casos correntes de habitação sem fluxómetros. No caso de instalação de fluxómetros, ao caudal de cálculo obtido de acordo com os números anteriores deve ainda adicionar-se o caudal de cálculo dos fluxómetros, a determinar de acordo com o indicado no anexo V. Para efeitos de cálculo da rede predial devem ser fornecidos pela entidade gestora os valores das pressões máxima e mínima na rede pública no ponto de inserção naquela.

3.4. Rede predial de água fria e quente

3.4.1. Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo na rede predial de água fria e de água quente devem basear-se nos caudais instantâneos atribuídos aos dispositivos de utilização e os coeficientes de simultaneidade.

3.4.2. Dimensionamento hidráulico

O dimensionamento hidráulico da rede predial de água fria e quente é efectuado de acordo com os seguintes elementos:

- Caudais de cálculo;
- Velocidades, que se devem situar entre 0,5 m/s e 2,0 m/s;
- Rugosidade do material.

Nos ramais de alimentação de fluxómetros para bacias de retrete devem ter-se em atenção as pressões mínimas de serviço a cujos valores correspondem os seguintes diâmetros mínimos:

| Pressão (kPa) | Diâmetro (milímetros) |
|----------------------|------------------------------|
| 200 | 25 |
| 80 | 32 |
| 50 | 40 |

Quadro 2 – Dimensionamento Hidráulico

3.4.3. Traçado

O traçado das canalizações prediais de água deve ser constituído por troços rectos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, devendo os primeiros possuir ligeira inclinação para favorecer a circulação do ar e considerando-se recomendável 0,5 % como valor orientativo.

A exigência de alguns acessórios pode ser dispensável caso se utilizem canalizações flexíveis.

As canalizações de água quente devem ser colocadas, sempre que possível, paralelamente às de água fria e nunca abaixo destas.

A distância mínima entre canalizações de água fria e de água quente é de 0,05m.

3.4.4. Instalação

As canalizações interiores da rede predial de água fria e quente podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras, tectos falsos, embainhadas ou embutidas.

As canalizações não embutidas são fixadas por braçadeiras, espaçadas em conformidade com as características do material.

Na instalação de juntas e no tipo de braçadeiras a utilizar deverão ser consideradas a dilatação e a contracção da tubagem.

As canalizações exteriores da rede predial de água fria podem ser enterradas em valas, colocadas em paredes devendo ser sempre protegidas de acções mecânicas e isoladas termicamente quando necessário.

As canalizações não devem ficar:

- Sob elementos de fundação;
- Embutidas em elementos estruturais;
- Embutidas em pavimentos, excepto quando flexíveis e embainhadas;
- Em locais de difícil acesso;
- Em espaços pertencentes a chaminés e a sistemas de ventilação.

3.4.5. Prevenção contra a corrosão

No projecto das redes prediais de água devem ser consideradas medidas destinadas a atenuar os fenómenos de corrosão, devendo para o efeito:

- As canalizações metálicas da rede ser executadas, de preferência, com o mesmo material;
- No caso de materiais diferentes, o material mais nobre ser instalado a jusante do menos nobre, procedendo-se ao isolamento das ligações por juntas dieléctricas;
- O assentamento de canalizações metálicas de redes distintas fazer-se sem pontos de contacto entre si ou com quaisquer elementos metálicos da construção;
- O assentamento de canalizações não embutidas fazer-se com suportes de material inerte, do mesmo material ou de material de nobreza próxima inferior;
- O atravessamento de paredes e pavimentos fazer-se através de bainhas de material adequado inerte ou, de nobreza igualou próxima inferior ao da canalização;
- As canalizações metálicas ser colocadas, sempre que possível, não embutidas ou revestidas com materiais, não agressivos;
- Ser evitado o assentamento de canalizações metálicas em materiais potencialmente agressivos;
- As canalizações enterradas ser executadas, preferencialmente, com materiais não corrosíveis.

As temperaturas da água na distribuição de água quente não devem exceder os 60°C. Sendo necessário manter temperaturas superiores à indicada no número anterior, têm de ser tomadas precauções especiais na escolha do material a utilizar, na instalação e ainda com a segurança dos utentes.

3.4.6. Isolamento da rede de água quente

As canalizações de água quente devem ser isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade.

Podem não ser isoladas as derivações para os dispositivos de utilização, quando de pequeno comprimento. As canalizações e respectivos isolamentos devem ser protegidos sempre que haja risco de condensação de vapor de água, de infiltrações ou de choques mecânicos.

3.4.7. Natureza dos materiais

As tubagens e acessórios que constituem as redes interiores podem, entre outros, ser de cobre, aço inoxidável, aço galvanizado ou PVC rígido, este último no caso de canalizações de água fria não afectam sistemas de combate a incêndios.

Nas redes exteriores de água fria, as tubagens e acessórios podem ser de ferro fundido, fibrocimento, polietileno ou PVC rígido.

3.5. Elementos acessórios da rede

3.5.1. Torneiras e fluxómetros

As torneiras e fluxómetros são dispositivos de utilização colocados à saída de ramais de alimentação com a finalidade de regular o fornecimento de água.

3.5.2. Válvulas

As válvulas são órgãos instalados nas redes com a finalidade de:

- Impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos – válvula de seccionamento;

- Impedir a passagem de água num dos sentidos – válvula de retenção;
- Manter a pressão abaixo de determinado valor por efeito de descarga – válvula de segurança;
- Manter a pressão abaixo de determinado valor com a introdução de uma perda de carga – válvula redutora de pressão;
- Permitir a regulação do caudal – válvula de regulação.

3.5.3. Instalação de válvulas

É obrigatória a instalação de válvulas:

- De seccionamento à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante de autoclismos, de fluxómetros, de equipamento de lavagem de roupa e de louça, do equipamento de produção de água quente, de purgadores de água e ainda imediatamente a montante e a jusante de contadores;
- De retenção a montante de aparelhos produtores - acumuladores de água quente e no início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários;
- De segurança na alimentação de aparelhos produtores - acumuladores de água quente;
- Redutoras de pressão nos ramais de introdução sempre que a pressão seja superior a 600 kPa e ou as necessidades específicas do equipamento o exijam.

3.5.4. Prevenção contra a corrosão

Para atenuar os fenómenos de corrosão, devem utilizar-se válvulas de material de nobreza igual ou tão próxima quanto possível da do material das canalizações ou utilizarem-se juntas dieléctricas.

3.5.5. Natureza dos materiais das válvulas

As válvulas podem ser de latão, bronze, aço, PVC ou outros materiais que reúnem as necessárias condições de utilização.

3.6. Instalações complementares

3.6.1. Reservatórios

Os reservatórios prediais têm por finalidade o armazenamento de água à pressão atmosférica, constituindo uma reserva destinada à alimentação das redes dos prédios a que estão associados.

O armazenamento de água para fins alimentares só é permitido em casos devidamente autorizados pela entidade gestora, nomeadamente quando as características do fornecimento por parte do sistema público não ofereçam as garantias necessárias ao bom funcionamento do sistema predial, em termos de caudal e pressão.

Nos casos referidos no número anterior, a entidade gestora define os aspectos construtivos, o dimensionamento e a localização dos reservatórios.

3.6.2. Instalações elevatórias e sobrepessoras

As instalações elevatórias são conjuntos de equipamentos destinados a elevar, por meios mecânicos, a água armazenada em reservatórios.

As instalações sobrepessoras são conjuntos de equipamentos destinados a produzir um aumento da pressão disponível na rede pública quando esta for insuficiente para garantir boas condições de utilização no sistema.

3.7. Verificação, ensaios e desinfeção

3.7.1. Verificação

A verificação da conformidade do sistema com o projecto aprovado e com as disposições legais em vigor deve ser feita com as canalizações e respectivos acessórios à vista.

3.7.2. Ensaio de estanquidade

O ensaio de estanquidade deve ser conduzido com as canalizações, juntas e acessórios à vista, convenientemente travados e com as extremidades obturadas e desprovidas de dispositivos de utilização.

O processo de execução do ensaio é o seguinte:

- Ligação da bomba de ensaio com manómetro, localizada tão próximo quanto possível do ponto de menor cota do troço a ensaiar;
- Enchimento das canalizações por intermédio da bomba, de forma a libertar todo o ar nelas contido e garantir uma pressão igual a uma vez e meia a máxima de serviço, com o mínimo de 900 kPa;
- Leitura do manómetro da bomba, que não deve acusar redução durante um período mínimo de quinze minutos;
- Esvaziamento do troço ensaiado.

3.7.3. Desinfecção dos sistemas

Os sistemas de distribuição predial de água para fins alimentares e sanitários, depois de equipados com os dispositivos de utilização e antes de entrarem em funcionamento, devem ser submetidos a uma operação de lavagem com o objectivo de desinfecção.

3.7.4. Prova do funcionamento hidráulico

Após os ensaios de estanquidade e a instalação dos dispositivos de utilização, deve verificar-se o comportamento hidráulico do sistema.

4. Sistemas de Drenagem Predial de Águas Residuais

Este capítulo baseia-se no Regulamento Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Dl 23, 23Agosto95)

4.1. Regras gerais

A montante das câmaras de ramal de ligação, é obrigatória a separação dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas dos de águas pluviais.

As águas residuais industriais, após eventual tratamento adequado de acordo com as suas características físicas, químicas e micro – biológicas, podem ser conduzidas ao sistema de drenagem de águas residuais domésticas ou pluviais, conforme a sua semelhança. Em sistemas de drenagem de águas residuais pluviais é permitido o lançamento das águas provenientes de:

- Rega de jardins e espaços verdes, lavagem de arruamentos, pátios e parques de estacionamento, ou seja, aquelas que, de um modo geral, são recolhidas pelas sarjetas, sumidouros ou ralos;
- Circuitos de refrigeração e de instalações de aquecimento;
- Piscinas e depósitos de armazenamento de água;
- Drenagem do subsolo.

As canalizações instaladas à vista ou visitáveis devem ser identificadas consoante a natureza das águas residuais transportadas. De acordo com as regras de normalização estabelecidas.

4.2. Conceção dos sistemas

4.2.1. Ventilação

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas têm sempre ventilação primária, que é obtida pelo prolongamento de tubos de queda até à sua abertura na atmosfera ou, quando

estes não existam, pela instalação de colunas de ventilação nos extremos de montante dos colectores prediais.

Além deste tipo de ventilação, os sistemas devem dispor, quando necessário, de ventilação secundária, parcial ou total, realizada através de colunas ou de ramais e colunas de ventilação. A rede de ventilação de águas residuais domésticas deve ser independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício.

4.2.2. Remodelação ou ampliação de sistemas existentes

Sempre que na remodelação ou ampliação de um sistema haja aumento do caudal de ponta, deve comprovar-se a eficiência da capacidade de transporte dos tubos de queda e colectores prediais e da ventilação do sistema.

4.2.3. Sistemas de drenagem de águas residuais domésticas

Todas as águas residuais recolhidas acima ou ao mesmo nível do arruamento onde está instalado o colector público em que vão descarregar devem ser escoadas para este colector, por meio da acção da gravidade.

As águas residuais recolhidas abaixo do nível do arruamento, como é o caso de caves, mesmo que localizadas acima do nível do colector público, devem ser elevadas para um nível igual ou superior ao do arruamento, atendendo ao possível funcionamento em carga do colector público, com o consequente alagamento das caves.

Em casos especiais, a aplicação de soluções técnicas que garantam o não alagamento das caves pode dispensar a exigência do número anterior.

4.2.4. Sistemas de drenagem de águas pluviais

Na concepção de sistemas de drenagem de águas pluviais, a ligação à rede pública pode ser feita directamente ou através de valetas de armamentos.

As águas pluviais recolhidas a nível inferior ao do armamento devem ser drenadas conforme o referido no ponto anterior.

O projecto fornecido é da responsabilidade do promotor e deverá ser elaborado em função do estudo da envolvente paisagística. Normalmente as tubagens a aplicar nos colectores pluviais deverão ter um diâmetro mínimo de 300mm, e o material a utilizar poderá ser o betão e

o PVC. Os dispositivos para a recolha da entrada de águas são os sumidouros, sarjetas e canais com grelhagem (figura 20).

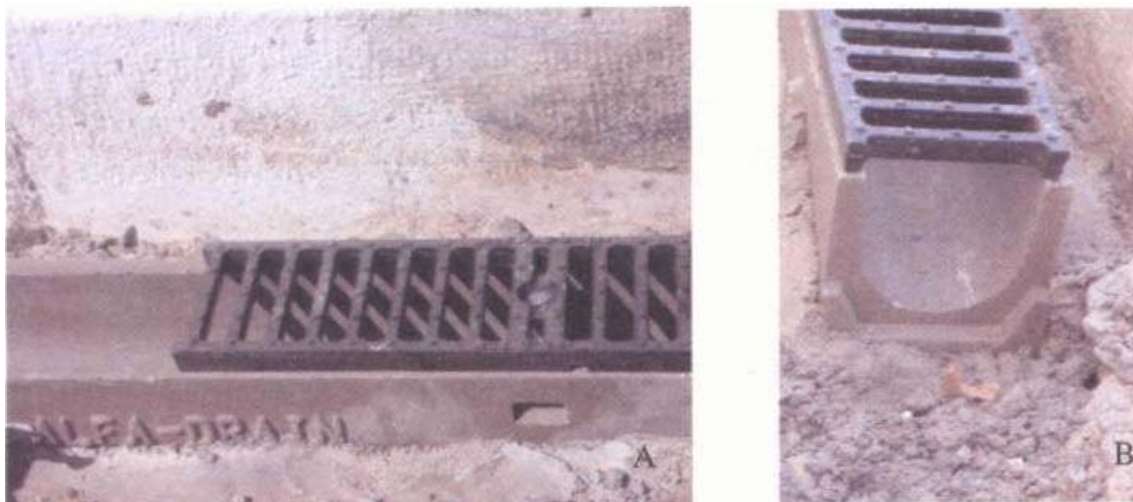


Fig. 20 – Drenagem superficial em canais

4.3. Elementos de base para dimensionamento

4.3.1. Caudais de descarga de águas residuais domésticas

Os caudais de descarga a atribuir aos aparelhos e equipamentos sanitários devem estar de acordo com o fim específico a que se destinam.

Os valores mínimos dos caudais de descarga a considerar nos aparelhos e equipamentos sanitários são os indicados no anexo XIV.

4.3.2. Coeficientes de simultaneidade

Deve ter-se em conta a possibilidade do funcionamento não simultâneo da totalidade dos aparelhos e equipamentos sanitários, considerando-se na determinação do caudal de cálculo o coeficiente de simultaneidade mais adequado, nos termos do ponto 3.3.

Apresenta-se no anexo XV uma curva que, tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, fornece os caudais de cálculo em função dos caudais acumulados e pode ser utilizada para os casos correntes de habitação.

4.3.3. Precipitação

Na elaboração de estudos relativos à drenagem de águas pluviais deve recorrer-se às curvas intensidade/duração/frequência, que fornecem os valores das intensidades médias máximas da precipitação para várias durações e diferentes períodos de retorno.

As durações a considerar são as equivalentes ao tempo de concentração, que é a soma do tempo de percurso com o tempo inicial, podendo este variar entre cinco minutos, em zonas inclinadas e de grande densidade de sarjetas, e quinze minutos, em zonas planas com pequena densidade destes elementos acessórios.

As curvas referidas são obtidas a partir da análise estatística de séries históricas de registos udográficos correspondentes a um número elevado de anos.

Sempre que não se considere indispensável a análise estatística ou na ausência de dados adequados para o caso em estudo, pode recorrer-se às curvas correspondentes a três regiões pluviométricas A, B e C, apresentadas no anexo IX, onde se indicam os parâmetros a considerar para vários períodos de retorno.

4.3.4. Coeficiente de escoamento

O coeficiente de escoamento é a razão entre a precipitação útil, isto é, aquela que dá origem a escoamento na rede e a precipitação efectiva, ou seja, aquela que cai dentro da bacia e pode ser estimado através do gráfico e das expressões analíticas constantes do anexo X.

4.4. Canalizações

4.4.1. Ramais de descarga

4.4.1.1.Finalidade

Os ramais de descarga das águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas aos respectivos tubos de queda ou, quando estes não existam, aos colectores prediais.

Os ramais de descarga de águas pluviais têm por finalidade a condução destas aos respectivos tubos de queda ou, quando estes não existam, aos colectores prediais (*aconselha-se a que a profundidade mínima dos colectores seja de 1,40m, medida entre o seu extradorso e o*

pavimento, por regulamento podem aceitar-se profundidades inferiores até ao mínimo de 1,0m, devendo ter-se em atenção a necessidade de eventuais ligações de ramais domiciliários), poços absorventes, valetas ou áreas de recepção apropriadas.

Nota: Antes do início de uma construção deverá o promotor solicitar aos respectivos serviços camarários o cadastro de todas as redes existentes no subsolo.



Fig. 21 – Dispositivo de fecho



Fig. 22 – Dispositivo de entrada

4.4.1.2.Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo dos ramais de descarga de águas residuais domésticas devem basear-se nos caudais de descarga atribuídos aos aparelhos sanitários e nos coeficientes de simultaneidade, nos termos do ponto 4.3.2. e 4.3.4.

Os caudais de cálculo de ramais de descarga de águas pluviais devem basear-se nas áreas a drenar em projecção horizontal, no coeficiente de escoamento e na precipitação.

4.4.1.3.Dimensionamento hidráulico – sanitário

No dimensionamento hidráulico - sanitário dos ramais de descarga de águas residuais domésticas deve ter-se em atenção:

- Os caudais de cálculo;
- As inclinações devem situar-se entre 10 e 40 mm/m;
- A rugosidade do material;

- O risco de perda do fecho hídrico;

Os ramais de descarga individuais podem ser dimensionados para escoamento a secção cheia, desde que sejam respeitadas as distâncias máximas entre o sifão e a secção ventilada indicadas no anexo XVI.

Quando excedidas aquelas distâncias e nos sistemas sem ramais de ventilação, os ramais de descarga devem ser dimensionados para escoamento a meia secção.

Os ramais de descarga não individuais devem ser sempre dimensionados para escoamento a meia secção.

No dimensionamento hidráulico dos ramais de descarga de águas pluviais deve ter-se em atenção:

- Os caudais de cálculo;
- As inclinações, que não devem ser inferiores a 5 mm/m;
- A rugosidade do material;

Os ramais de descarga de águas pluviais podem ser dimensionados para escoamento a secção cheia.

4.4.1.4.Diâmetro mínimo

Os diâmetros nominais mínimos admitidos para os ramais de descarga individuais dos aparelhos sanitários são os fixados no anexo XIV.

O diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga de águas pluviais é de 40 mm, excepto quando aplicados ralos de pinha em que o diâmetro mínimo deve ser de 50 mm.

4.4.1.5.Sequência de secções

A secção do ramal de descarga não pode diminuir no sentido do escoamento.

4.4.1.6.Traçado

O traçado dos ramais de descarga deve obedecer ao princípio dos traçados varejáveis, devendo ser feito por troços rectilíneos unidos por curvas de concordância, facilmente desobstruíveis sem necessidade de proceder à sua desmontagem, ou por caixas de reunião.

O troço vertical dos ramais de descarga não pode exceder, em caso algum, 2 m de altura.

A ligação de vários aparelhos sanitários a um mesmo ramal de descarga pode ser feita por meio de forquilhas ou caixas de reunião. Os ramais de descarga das bacias de retrete e os das águas de sabão devem ser normalmente independentes.

Os ramais de descarga de águas de sabão ou de urinóis só podem ser ligados a ramais de descarga de bacias de retrete desde que esteja assegurada a adequada ventilação secundária dos primeiros tendo em vista impedir fenómenos de sifonagem induzida. Os ramais de descarga dos urinóis devem ser independentes dos restantes aparelhos, podendo ser ligados aos ramais de águas de sabão por caixas de reunião.

4.4.1.7. Ligação ao tubo de queda ou ao colectador predial

A ligação dos ramais de descarga deve ser feita:

- Aos tubos de queda, por meio de forquilhas;
- Aos colectores prediais, por meio de forquilhas ou câmaras de inspecção.

Não é permitida a ligação de ramais de descarga de bacias de retrete e de águas de sabão, no mesmo plano horizontal do tubo de queda, com forquilhas de ângulo de inserção superior a 45°.

4.4.1.8. Localização

Os ramais de descarga podem ser embutidos, colocados à vista ou visitáveis em tectos falsos e galerias, ou enterrados. A colocação dos ramais de descarga não pode afectar a resistência dos elementos estruturais do edifício nem das canalizações.

4.4.2. Ramais de Ventilação

4.4.2.1. Finalidade

Os ramais de ventilação têm por finalidade a manutenção do fecho hídrico nos sifões sempre que este não esteja assegurado pelas restantes condições exigidas.

4.4.2.2.Dimensionamento

O diâmetro dos ramais de ventilação não deve ser inferior a dois terços do diâmetro dos ramais de descarga respectivos.

4.4.2.3.Traçado

Os ramais de ventilação devem ser constituídos por troços rectilíneos, ascendentes e verticais, até atingirem uma altura mínima de 0,15 m acima do nível superior do aparelho sanitário mais elevado a ventilar por esse ramal.

A ligação à coluna de ventilação deve ser feita por troços com a inclinação mínima de 2 %, para facilitar o escoamento da água condensada para o ramal de descarga.

A inserção do ramal de ventilação no ramal de descarga deve fazer-se a uma distância do sifão a ventilar não inferior ao dobro do diâmetro deste ramal nem superior ao indicado no anexo XVI.

Nos aparelhos em bateria, com excepção de bacias de retrete e similares, caso não se faça a ventilação secundária individual os ramais de ventilação colectivos devem ter ligação ao ramal de descarga, no máximo de três em três aparelhos.

4.4.2.4.Localização

Na localização de ramais de ventilação deve respeitar-se o disposto no ponto 4.4.1.8.

4.4.2.5.Natureza dos materiais

Os ramais de ventilação podem ser de PVC rígido, ferro fundido ou outros materiais que reúnem as necessárias condições de utilização.

4.4.3. Algerozes e Caleiras

4.4.3.1.Finalidade

Os algerozes e caleiras têm por finalidade a recolha e condução de águas pluviais aos ramais de descarga ou aos tubos de queda.

4.4.3.2.Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo de algerozes e caleiras devem ser obtidos de acordo com as áreas a drenar, tendo em conta o determinado nos pontos 4.3.3. e 4.3.4..

4.4.3.3.Dimensionamento hidráulico

No dimensionamento hidráulico de algerozes e caleiras deve ter-se em atenção:

- Os caudais referidos no ponto anterior;
- A inclinação;
- A rugosidade do material;
- A altura da lâmina líquida, que não deve exceder 0,7 da altura da secção transversal.

4.4.3.4.Natureza dos materiais

Os algerozes e caleiras podem ser de chapa zincada, betão, fibrocimento, PVC rígido ou outros materiais que reúnem as necessárias condições de utilização.

4.4.4. Tubos de Queda

4.4.4.1.Finalidade e taxa de ocupação

Os tubos de queda de águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas, desde os ramais de descarga até aos colectores prediais, servindo, simultaneamente, para ventilação das redes predial e pública.

A taxa de ocupação num tubo de queda consiste na razão entre a área ocupada pela massa líquida e a área da secção interior do tubo.

4.4.4.2.Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo de tubos de queda de águas residuais domésticas devem basear-se nos caudais de descarga.

Os caudais de cálculo de tubos de queda de águas pluviais devem ser o somatório dos caudais de cálculo dos algerozes, caleiras e ramais de descarga que para eles descarregam.

4.4.4.3.Dimensionamento hidráulico – sanitário

No dimensionamento hidráulico - sanitário de tubos de queda de águas residuais domésticas deve ter-se em atenção:

- Os caudais de cálculo referidos no ponto anterior;
- A taxa de ocupação, que não deve exceder o valor de um terço em sistemas com ventilação secundária, devendo descer até um sétimo em sistemas sem ventilação secundária, de acordo com a tabela do anexo XVII.

O diâmetro dos tubos de queda de águas residuais domésticas deve ser constante em toda a sua extensão.

É obrigatória a instalação de coluna de ventilação sempre que o caudal de cálculo nos tubos de queda com altura superior a 35 m for maior que 700 l/min.

No dimensionamento hidráulico dos tubos de queda de águas pluviais deve ter-se em atenção:

- Os caudais de cálculo referidos no ponto anterior;
- A altura de água acima de tubo de queda, ou seja a carga na coluna.

No dimensionamento hidráulico dos tubos de queda previstos neste artigo, pode observar-se, a título exemplificativo, o disposto nos anexos XVIII e XIX.

4.4.4.4.Diâmetro mínimo

O diâmetro nominal dos tubos de queda de águas residuais, domésticas ou pluviais, não pode ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais a eles ligados, com um mínimo de 50 mm.

4.4.4.5.Traçado

O traçado dos tubos de queda deve ser vertical, formando preferencialmente um único alinhamento recto. Não sendo possível evitar mudanças de direcção, estas devem ser efectuadas por curvas de concordância, não devendo o valor da translação exceder 10 vezes o diâmetro do tubo de queda.

No caso de exceder aquele valor, o troço intermédio de fraca pendente deve ser tratado como colector predial.

A concordância dos tubos de queda de águas residuais domésticas com troços de fraca pendente faz-se por curvas de transição de raio não inferior ao triplo do seu diâmetro, tomando como referência o eixo do tubo, ou por duas curvas de 45° eventualmente ligadas por um troço recto.

A abertura para o exterior dos tubos de queda de águas residuais domésticas deve:

- Localizar-se a 0,5 m acima da cobertura da edificação ou quando esta for terraço, 2 m acima do seu nível;
- Exceder, pelo menos, 0,2 m o capelo da chaminé que se situar a uma distância inferior a 0,5 m da abertura;
- Elevar-se, pelo menos, 1 m acima das vergas dos vãos de qualquer porta, janela ou fresta de tomada de ar, localizadas a uma distância inferior a 4 m;
- Ser protegida com rede para impedir a entrada de matérias sólidas e de pequenos animais.

No anexo XX é apresentada uma demonstração das condições expostas.

4.4.4.6.Localização

Os tubos de queda de águas residuais domésticas devem ser localizados, de preferência, em galerias verticais facilmente acessíveis.

Os tubos de queda de águas pluviais devem ser localizados, de preferência, à vista na face exterior do edifício ou em galerias verticais acessíveis.

4.4.4.7.Bocas de limpeza

A instalação de bocas de limpeza em tubos de queda de águas residuais domésticas é obrigatória nos seguintes casos:

- Nas mudanças de direcção, próximo das curvas de concordância;
- Na vizinhança da mais alta inserção dos ramais de descarga no tubo de queda;
- No mínimo de três em três pisos, junto da inserção dos ramais de descarga respectivos, sendo aconselhável em todos os pisos;

- Na sua parte inferior, junto às curvas de concordância com o colector predial, quando não for possível instalar uma câmara de inspecção nas condições referidas;

As bocas de limpeza devem ter um diâmetro no mínimo igual ao do respectivo tubo de queda e a sua abertura deve estar tão próxima deste quanto possível.

As bocas de limpeza devem ser instaladas em locais de fácil acesso e utilização.

4.4.4.8.Descarga

Os tubos de queda de águas residuais domésticas devem ligar aos colectores prediais após instalação de curvas de concordância obedecendo ao indicado no ponto 4.4.4.5. e a inserção naqueles deve ser efectuada por meio de forquilhas ou câmaras de inspecção, consoante se trate, respectivamente, de colectores facilmente acessíveis ou enterrados. Se a distância entre o colector predial e o troço vertical do tubo de queda for superior a 10 vezes o diâmetro deste, deve garantir-se a ventilação secundária ou ser instalada uma câmara de inspecção àquela distância ou ainda solução equivalente que assegure a ventilação primária, tendo em vista atenuar as consequências do ressalto hidráulico. Os tubos de queda de águas pluviais podem descarregar:

- Em colectores prediais através de forquilhas ou câmaras de inspecção com curvas de concordância entre os troços vertical e de fraca pendente;
- Em valetas de arruamentos, directamente ou através de caleiras ou tubos devidamente protegidos contra sobrecargas previsíveis.

4.4.4.9.Natureza dos materiais

Os tubos de queda de águas residuais domésticas podem, entre outros, ser de PVC rígido ou ferro fundido.

Os tubos de queda de águas pluviais podem, entre outros, ser de PVC rígido, chapa zincada e ferro fundido ou galvanizado.

4.4.5. Colunas de Ventilação

4.4.5.1.Finalidade

As colunas de ventilação têm por finalidade complementar a ventilação efectuada através dos tubos de queda, sempre que a taxa de ocupação naqueles tubos seja superior ao valor mínimo indicado no ponto 4.4.4.3. ou quando a existência de ramais de ventilação assim o exija.

As colunas de ventilação têm ainda por finalidade assegurar a ventilação da rede quando não existam tubos de queda.

4.4.5.2.Dimensionamento

No dimensionamento de colunas de ventilação deve ter-se em atenção a sua altura e o diâmetro dos respectivos tubos de queda, podendo utilizar-se na sua determinação os valores indicados no anexo XXI.

4.4.5.3.Sequência de secções

A secção da coluna de ventilação não deve diminuir no sentido ascendente.

4.4.5.4.Traçado

O traçado das colunas de ventilação deve ser vertical e as mudanças de direcção constituídas por troços rectilíneos ascendentes ligados por curvas de concordância.

As colunas de ventilação devem:

- Ter a sua origem no colector predial, a uma distância dos tubos de queda cerca de 10 vezes o diâmetro destes;
- Terminar superiormente nos tubos de queda, pelo menos 1 m acima da inserção mais elevada de qualquer ramal de descarga ou abrir directamente na atmosfera nas condições previstas ponto 4.4.4.5.
- Ser ligadas aos tubos de queda no mínimo de três em três;
- Na ausência de tubos de queda, ter o seu início nas extremidades de montante dos colectores prediais.

4.4.5.5.Localização

As colunas de ventilação podem ser instaladas, de preferência, em galerias verticais facilmente acessíveis.

4.4.5.6.Natureza dos materiais

As colunas de ventilação podem ser de PVC rígido, ferro fundido ou outros materiais que reúnem as necessárias condições de utilização.

4.4.6. Colectores Prediais

4.4.6.1.Finalidade

Os colectores prediais têm por finalidade a recolha de águas residuais provenientes de tubos de queda, de ramais de descarga situados no piso superior adjacente de condutas elevatórias, e a sua condução para o ramal de ligação ou para outro tubo de queda.

4.4.6.2.Caudais de cálculo

Os caudais de cálculo dos colectores prediais de águas residuais domésticas devem basear-se nos caudais de descarga atribuídos aos aparelhos sanitários que neles descarregam e nos coeficientes de simultaneidade.

Os caudais de cálculo dos colectores prediais de águas pluviais devem ser o somatório dos caudais de cálculo de tubos de queda e ramais de descarga que lhes estão directamente ligados e, eventualmente, de águas freáticas.

4.4.6.3.Dimensionamento hidráulico

No dimensionamento hidráulico dos colectores prediais de águas residuais domésticas e pluviais deve ter-se em atenção:

- Os caudais de cálculo;

- A inclinação, que deve situar-se entre 10 mm/m e 40 mm/m, podendo baixar até 5 mm/m no caso de colector predial de águas pluviais;
- A rugosidade do material.

Os colectores prediais de águas residuais domésticas e pluviais devem ser dimensionados para um escoamento não superior a meia secção e a secção cheia, respectivamente.

4.4.6.4.Diâmetro mínimo

O diâmetro nominal dos colectores prediais não pode ser interior ao maior dos diâmetros das canalizações a eles ligadas, com um mínimo de 100 mm.

4.4.6.5.Sequência de secções

A secção do colector predial não pode diminuir no sentido do escoamento.

4.4.6.6.Traçado

O traçado de colectores prediais deve ser rectilíneo, tanto em planta como em perfil. Nos colectores prediais enterrados devem ser implantadas câmaras de inspecção no seu início, em mudanças de direcção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências.

Quando os colectores prediais estiverem instalados à vista ou em locais facilmente visitáveis as câmaras de inspecção devem ser substituídas por curvas de transição, reduções, forquilhas e por bocas de limpeza localizadas em pontos apropriados e em número suficiente, de modo a permitir um eficiente serviço de manutenção.

As câmaras ou bocas de limpeza consecutivas não devem distar entre si mais de 15 m.

4.4.6.7.Câmara de ramal de ligação

É obrigatória a construção de câmaras implantadas na extremidade de jusante de sistemas prediais, estabelecendo a ligação destes aos respectivos ramais de ligação, localizadas

preferencialmente fora da edificação, em logradouros quando existam, junto à via pública e em zonas de fácil acesso.

Quando as câmaras de ramal de ligação não possam ser instaladas no exterior das edificações, por implicações com outras intra-estruturas, as mesmas devem ser instaladas dentro das edificações, em zonas de fácil acesso e em zonas comuns nos edifícios de vários fogos.

As câmaras de ramal de ligação obedecem ao disposto neste título para as câmaras de inspecção.

Não deve existir nas câmaras de ramal de ligação, nos ramais de ligação ou nos colectores prediais, qualquer dispositivo ou obstáculo que impeça a ventilação da rede pública através da rede predial e o escoamento em superfície livre da rede predial para a rede pública.

4.4.6.8. Válvulas de retenção

A instalação de válvulas de retenção só é permitida em casos excepcionais e desde que garantida a sua regular manutenção.

4.4.6.9. Natureza dos materiais

Os colectores prediais de águas residuais domésticas podem, entre outros, ser de materiais de PVC rígido, grés cerâmico vidrado ou ferro fundido.

Os colectores prediais de águas pluviais podem, entre outros, ser de PVC rígido, betão, ferro fundido ou aço galvanizado.

4.5. Acessórios

4.5.1. Sifões

Os sifões são dispositivos incorporados nos aparelhos sanitários ou inseridos nos ramais de descarga, com a finalidade de impedir a passagem de gases para o interior das edificações.

Todos os aparelhos sanitários devem ser servidos, individual ou colectivamente, por sifões. Devem ser munidos de sifões os ralos de recolha de águas pluviais ligados a sistemas unitários ou parcialmente unitários, que se situem em locais de permanência de pessoas ou nas suas imediações.

4.5.2. Dimensionamento dos sifões

Os diâmetros dos sifões a instalar nos diferentes aparelhos sanitários não devem ser inferiores aos indicados no anexo XIV nem exceda os dos respectivos ramais de descarga.

O fecho hídrico dos sifões não deve ser inferior a 50 mm nem superior a 75 mm para águas residuais domésticas e 100 mm para águas pluviais.

4.5.3. Implementação dos sifões

Os sifões devem ser instalados verticalmente, de modo a poder manter-se o seu fecho hídrico, e colocados em locais acessíveis para facilitar operações de limpeza e manutenção.

Quando não incorporados nos aparelhos sanitários os sifões devem ser instalados a uma distância não superior a 3 m daqueles.

Os sifões colectivos podem servir vários aparelhos sanitários produtores de água de sabão. É proibida a dupla sifonagem nos sistemas de águas residuais domésticas e pluviais. Nas instalações em bateria, cada aparelho sanitário deve ser munido de sifão individual.

4.5.4. Natureza dos materiais dos sifões

Os sifões não incorporados nas louças sanitárias podem ser de latão, PVC rígido ou ferro fundido.

4.5.5. Ralos

Os ralos são dispositivos providos de furos ou fendas, com a finalidade de impedir a passagem de matérias sólidas transportadas pelas águas residuais, devendo estas matérias ser retiradas periodicamente.

4.5.6. Dimensionamento dos ralos

A área útil mínima dos ralos de águas residuais não deve ser inferior a dois terços da área da secção dos respectivos ramais de descarga.

Os ralos instalados no topo de tubos de queda de águas pluviais devem ter uma área útil ou superior a 1,5 vezes a área, da secção daqueles tubos.



Fig. 23 – Ralo de escoamento de águas

4.5.7. Implementação dos ralos

É obrigatória a colocação de ralos nos locais de recolha de águas pluviais e de lavagem de pavimentos e em todos os aparelhos sanitários, com excepção de bacias de retrete.

Onde se preveja grande acumulação de areias devem usar-se dispositivos retentores associados aos ralos.

Os ralos de lava-louças devem ser equipados com cestos retentores de sólidos.

4.5.8. Natureza dos materiais dos ralos

Os ralos podem ser de ferro fundido, latão ou outros materiais que reünam as necessárias condições de utilização, como por exemplo, suportar a carga dos veículos que sobre eles circulam.

4.5.9. Câmaras de inspecção

As câmaras de inspecção têm por finalidade assegurar as operações de limpeza e manutenção dos colectores e são constituídas por:

- Soleira, formada em geral por uma laje de betão que serve de fundação às paredes;

- Corpo, formado pelas paredes, com disposição em planta normalmente rectangular ou circular;
- Cobertura, plana ou tronco-cónica assimétrica, com uma geratriz vertical na continuação do corpo para facilitar o acesso;
- Dispositivo de acesso, formado por degraus encastrados ou por escada fixa ou amovível, devendo esta última ser utilizada somente para profundidades iguais ou inferiores a 1,7 m;
- Dispositivo de fecho resistente.

A dimensão mínima em planta das câmaras de inspecção, para alturas inferiores a 1 m, não deve ser inferior a 0,8 da sua altura, medida da soleira ao pavimento.

A dimensão mínima, em planta, ou o diâmetro, respectivamente, da câmara de visita rectangular ou circular não deve ser menor que 1m ou 1,25m, consoante a sua profundidade seja inferior a 2,5m ou igual ou superior a este valor.

A relação entre largura e a profundidade das câmaras de visita deve ter sempre em consideração a operacionalidade e a segurança do pessoal.

4.6. Instalações complementares

4.6.1. Instalações elevatórias (Câmaras elevatórias)

As instalações elevatórias devem ser implantadas em locais que permitam uma fácil inspecção e manutenção e minimizem os efeitos de eventuais ruídos, vibrações ou cheiros.

As instalações elevatórias devem ser construídas tendo em atenção o disposto na secção I do capítulo VI do título IV, considerando a necessidade de dispor de ventilação secundária, devendo o nível máximo da superfície livre no interior da câmara de bombagem não ultrapassar a cota de soleira da mais baixa canalização afluente e o caudal a elevar ser igual ao caudal afluente, acrescido de uma margem de caudal que garanta a segurança adequada das instalações.

Na colecta de todas as águas residuais recolhidas abaixo do nível do arruamento, como é o caso de caves, mesmo que localizadas acima do nível do colectador público, deverá ser prevista uma câmara elevatória equipada com grupos de electrobombas submersíveis, implantada no último piso de cave, a qual elevará as águas de drenagem subterrânea, de lavagem dos

pavimentos e outras, para um nível igual ou superior à cota do pavimento do arruamento no qual estão implantados os colectores públicos, de forma a permitir o escoamento gravítico para estes.



Fig. 24 – Câmara elevatória implantada na última cave



Fig. 25 – Câmara elevatória equipada com electrobombas submersíveis

A elevação das águas residuais domésticas e de lavagem dos pisos em cave, deverá ser assegurada através de câmaras de bombagem independentes. Na mesma câmara de bombagem, podem ser introduzidas além das águas de drenagem subterrânea, as águas resultantes da lavagem dos pavimentos (figuras 24 e 25).

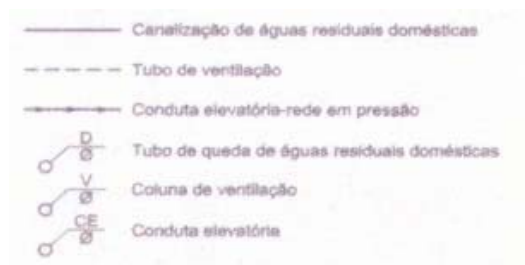
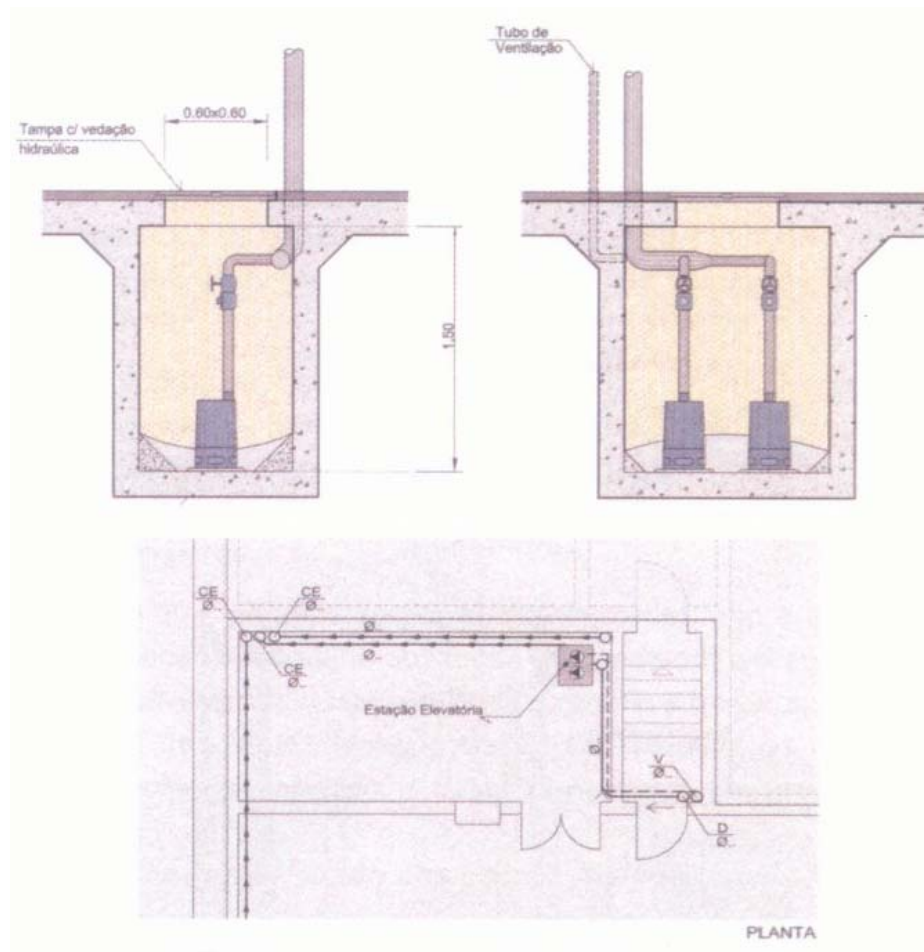


Fig. 26 – Planta e corte da câmara elevatória

4.6.2. Câmaras retentoras

As câmaras retentoras têm por finalidade separar e reter matérias transportadas pelas águas residuais que sejam susceptíveis de produzir obstruções, incrustações ou outros danos nas canalizações ou nos processos de depuração.

As câmaras retentoras de gorduras e as câmaras retentoras de hidrocarbonetos têm por finalidade a separação, por flutuação, de matérias leves.

As câmaras retentoras de sólidos têm por finalidade a separação, por sedimentação, de matérias pesadas.



Fig. 27 – Planta da cave com câmara retentora e poço de bombagem (areias e gorduras)

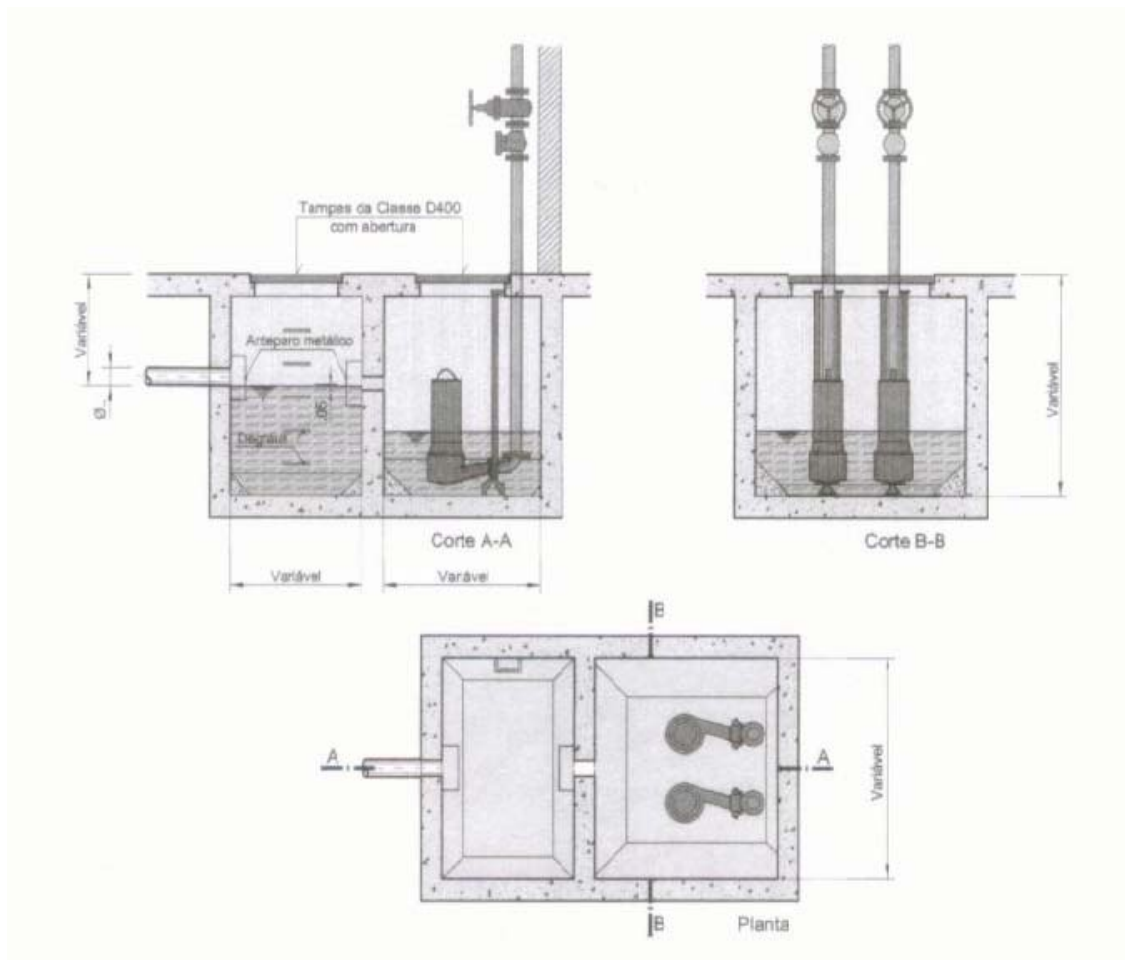


Fig. 28 – Planta e cortes da câmara retentora e poço de bombagem

4.6.3. Dimensionamento das câmaras retentoras

As câmaras retentoras devem ser dimensionadas de modo a terem volume e área de superfície livre adequados ao caudal afluyente e ao teor de gorduras, hidrocarbonetos ou sólidos a reter.

4.6.4. Implantação das câmaras

Não é permitida a introdução, nas câmaras retentoras, de águas residuais provenientes de bacias de retrete e urinóis.

As câmaras retentoras devem localizar-se tão próximo quanto possível dos locais produtores dos efluentes a tratar e em zonas acessíveis, de modo a permitir a sua inspecção periódica e a oportuna remoção das matérias retidas.

4.6.5. Aspectos construtivos das câmaras

As câmaras retentoras podem ser pré-fabricadas ou construídas no local e devem ser impermeáveis, dotadas de dispositivos de fecho resistentes e que impeçam a passagem dos gases para o exterior.

As soleiras devem ser planas e rebaixadas em relação à canalização de saída. Estas câmaras devem ser ventiladas e dotadas de sifão incorporado ou localizado imediatamente a jusante, caso não existam sifões nos aparelhos.

4.7. Aparelhos Sanitários

4.7.1. Dispositivos de descarga

Todas as bacias de retrete, urinóis, pias hospitalares e similares devem ser providos de autoclismos ou fluxómetros capazes de assegurarem eficaz descarga e limpeza, instalados a um nível superior àqueles aparelhos, de modo a impedir a contaminação das canalizações de água potável por sucção devida a eventual depressão.

4.8. Ensaios

4.8.1. Obrigatoriedade e finalidade

É obrigatória a realização de ensaios de estanquidade e de eficiência, com a finalidade de assegurar o correcto funcionamento das redes de drenagem de águas residuais.

4.8.2. Ensaios de estanquidade

Nos ensaios de estanquidade com ar ou fumo, nas redes de águas residuais domésticas, deve observar-se o seguinte:

- O sistema é submetido a uma injeção de ar ou fumo a pressão de 400 Pa, cerca de 40 mm de coluna e água, através de uma extremidade, obturando-se as restantes ou colocando nelas sifões com o fecho hídrico regulamentar;

- O manómetro inserido no equipamento de prova não deve acusar qualquer variação, durante pelo menos quinze minutos depois de iniciado o ensaio;
- Caso se recorra ao ensaio de estanquidade com ar, deve adicionar-se produto de cheiro activo, como por exemplo a hortelã, de modo a facilitar a localização de fugas.

Nos ensaios de estanquidade com água nas redes de águas residuais domésticas, deve observar-se o seguinte:

- O ensaio incide sobre os colectores prediais da edificação, submetendo-os a carga igual à resultante de eventual obstrução;
- Tampam-se os colectores e cada tubo de queda é cheio de água até à cota correspondente à descarga do menos elevado dos aparelhos que neles descarregam;
- Nos colectores prediais enterrados, um manómetro ligado à extremidade interior tamponada não deve acusar abaixamento de pressão, pelo menos durante quinze minutos.

Nos ensaios de estanquidade nas redes de águas pluviais interiores, deve verificar-se o seguinte:

- Os sistemas são cheios de água pelas extremidades superiores, obturando-se as restantes, não devendo verificar-se qualquer abaixamento do nível de água durante, pelo menos 15 minutos;
- Nestes ensaios pode também usar-se ar ou fumo, nas condições de pressão equivalentes às da alínea anterior.

4.8.3. Ensaio de eficiência

Os ensaios de eficiência correspondem à observação do comportamento dos sifões quanto a fenómenos de auto-sifonagem e sifonagem induzida, esta a observar em conformidade com o indicado no anexo XXII.

5. Central Térmica

5.1. Generalidades

Esta central térmica é composta, essencialmente, pelos seguintes órgãos:

- Caldeira;
- Permutador de calor;
- Termo-acumulador;
- Grupos circuladores;
- Rede hidráulica;
- Dispositivos distribuidores e colectores;
- Válvulas de seccionamento;
- Válvula de retenção.

5.2. Caldeira

Para garantir a produção de água quente foi prevista a instalação de uma caldeira a gás com as características que a seguir se enumeram:

- Potência útil: a adequada para a situação (Kcal/h)
- Combustível: gás propano, eventualmente, convertível para gás natural;
- Elementos de ferro fundido;
- Queimadores atmosféricos de aço inoxidável;
- Circuito de fumos concebido para provocar um regime turbulento com o fim de elevar o rendimento térmico;
- Sistema de exaustão de fumos provenientes da queima, com dispositivo de corte;
- Isolamento térmico em fibra de vidro;
- Ignição electrónica;
- Sistema de segurança por ionização;
- Sistema de segurança em caso de elevação excessiva da temperatura do sistema primário de água;
- Sistema de segurança em caso de elevação excessiva da temperatura do sistema secundário de água;
- Sistema de purga no sistema primário e secundário de água;

- Quadro de regulação e controlo com todos os elementos necessários ao seu funcionamento automático, nomeadamente entre outros, termostato de regulação, termostato de segurança, termohidrómetro, interruptor geral, piloto indicador da caldeira sob tensão;
- Linha de gás com todos os componentes de regulação incorporados em cada módulo;
- Alimentação eléctrica;
- Envolvente em chapa de aço esmaltado resistente à acção do calor de espessura não inferior a 3 mm;

Os concorrentes deverão indicar o rendimento térmico da caldeira trabalhando em regime económico, bem como a potência calorífica, produção de calor correspondente a esse regime e percentagem de CO₂ nos gases de combustão. Esse rendimento não deverá ser inferior a 85 % em relação ao poder calorífico inferior do combustível. Os concorrentes indicarão ainda o tipo de tiragem e secção da chaminé, bem como o seu traçado de execução.

5.3. Depósito termo-acumulador

Este equipamento de aquecimento e acumulação de água quente sanitária, deve obedecer às seguintes características principais:

- Pressão de serviço: $\cong 600$ Kpa;
- Garantia de estanquidade a um ensaio a uma pressão hidráulica de 1200 KPa durante 24 horas;
- Tipo: cilíndrico;
- Posição: vertical;
- Construção: chapa de aço soldada;
- Montagem: apoiada em estrutura de apoio;
- Feixe tubular: amovível em cobre;
- Temperatura média de entrada do circuito primário: 90 °C;
- Temperatura média de saída do circuito primário: 70 °C;
- Temperatura média de entrada da água da rede: 5 °C;
- Temperatura média de saída de A.Q.S.: 50 °C;
- Tempo do aquecimento da água do depósito: 30 minutos;

- Capacidade (unitária): a necessária à situação em estudo (litros);
- Espessura mínima da chapa: 6 mm;
- Isolamento: lã de basalto;
- Revestimento: chapa de alumínio.

O depósito será constituído pelo corpo e pelos copados de geometria normalizada, em chapa de aço com certificação de qualidade e com marcas de laminagem.

Após a sua construção será interiormente e exteriormente limpo a jacto de areia, com as suas superfícies limpas, secas e isentas de gorduras, sendo-lhe então aplicada, em ambas as faces, uma demão de tinta anti-corrosiva à razão de $0,3\text{Kg/m}^2$. Seguidamente será a superfície exterior pintada com um produto asfáltico, num total de 1Kg/m^2 , sendo estas demãos espaçadas do tempo suficiente para a sua secagem.

Finalmente serão aplicados os isolamentos e os revestimentos.

Interiormente serão realizados revestimentos à base de tintas plásticas para funcionamento com água até $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Apesar deste revestimento não será dispensada uma conveniente protecção catódica, bem como um sistema próprio de tratamento de água com as seguintes características:

- Tratamento de estabilização do tipo “siliphos”, para o calcário água da água de compressão que se perde por evaporação ou por qualquer descarga da caldeira;
- O concorrente deverá propor o equipamento que possua a capacidade de efectuar a capacidade de efectuar o tratamento a um caudal mínimo da ordem dos 50 l/h;
- Deverá o equipamento referido possuir reservatório com capacidade elevada de armazenamento de esferas de polifosfatos, de modo a que a sua substituição de se num tempo dilatado de utilização;
- O esquema proposto deverá ser apresentado numa pequena memória descritiva e em peças desenhadas de modo a que se entenda a compatibilização com do presente projecto de AQS.

O depósito será fornecido completo, incluindo:

- Uma tubuladura flangeada no corpo, a cerca de $2/3$ da altura do depósito, com a secção a 50 mm (entrada de água da rede e retorno da água quente);

- Duas tubuladuras flangeadas no fundo copado superior com as secções de 65mm e 50 mm (saída de água quente e ligação da válvula de segurança);
- Uma tubuladura flangeada com protecção catódica;
- Funções para termómetro, termostato e sonda;
- Estrutura de apoio.

5.4. Grupos circuladores

Para garantir a circulação da água através das redes hidráulicas, será instalado um conjunto de grupos circuladores todos de idênticas características construtivas.

Ambos os circuitos primário e secundário entre caldeira e termo-acumulador, deverão estar dimensionados para uma caudal máximo de 2,5 m³/hora, sendo para o primeiro a temperatura de funcionamento de 95 °C, para o segundo 65 °C e para ambos uma pressão de 400 Kpa.

O grupo circulador da rede de AQS deverá estar preparado para temperaturas de funcionamento até 65 °C, e possuir regulação na rotação do seu motor, sendo na instalação ajustado para que a velocidade no circuito de retorno não ultrapasse, em qualquer caso, os 0,5 m/s.

A alimentação de todos os grupos será trifásica: 380 V a 50 Hz.

Para os caudais pedidos (calculados em face das peças sanitárias a servir, dos caudais instantâneo regulamentares a estas atribuídos e de um coeficiente de simultaneidade agravado em 50% para o valor indicado no regulamento) o concorrente deverá indicar a pressão exacta nos grupos de acordo com as perdas de carga correspondentes ao equipamento a seleccionar.

Os grupos circuladores serão de fabrico em série e estarão, necessariamente, de acordo em todos os aspectos de construção, funcionamento, segurança e durabilidade com as normas europeias em vigor.

5.5. Permutador de calor e produção de AQS

O aquecimento de água será através de um permutador de placas em aço inoxidável, equipado com um grupo circulatório próprio, válvula motorizada de três vias modulante e equipamento de regulação própria.

Assim, o recirculador de AQS garantirá a passagem contínua no circuito secundário do permutador, que possuindo sensores, microprocessadores e válvula motorizada própria, garantirá uma temperatura de saída para a rede de utilização constante, mediante pré-regulação do “set-point”. As ligações do permutador serão do tipo flangeadas. Este deverá ser ainda de fácil desmontagem e montagem para operações de limpeza.

5.6. Vaso de Expansão

Existirá um vaso de expansão com capacidade de suficiente para a função do equipamento a fornecer, num mínimo de cerca de 10 litros, será do tipo hermético, com membrana elástica especial sob pressão de azoto e susceptível de trabalhar adequadamente com as pressões estáticas respectivas, para compensar as variações de volume produzidas pelo aquecimento de água durante o funcionamento da instalação.

A sua construção será em aço de alta qualidade e pintado exteriormente.

O vaso de expansão será ainda equipado com válvula de segurança, separador e purgador de ar automático.

Este deverá ser ainda de fácil desmontagem e montagem para operações de limpeza.

5.7. Chaminé

A montagem da caldeira inclui a chaminé de conduta de fumos construída em chapa de ferro preto n.º 10, alumínio ou aço inoxidável, de espessura mínima de 1 mm e diâmetro de acordo com a produção de gases da caldeira. Esta conduta deverá ser devidamente isolada com lã mineral de espessura mínima de 40 mm, ou material equivalente, e protegida exteriormente com chapa de alumínio (será pois do tipo parede dupla). Esta deverá prolongar 1 metro acima da cobertura.

5.8. Drenagem de águas residuais

Deverá existir uma ligação ao sistema de drenagem de águas do compartimento, efectuado com tubo de ferro galvanizado, munido de válvulas de descarga especial.

5.9. Aberturas para o exterior

Deverão ser ainda providas aberturas, no caso de estas não existirem, para montagem das tubagens de evacuação de fumos de para dispersão de gás em caso de fuga (muito embora haja uma sistema detector, esta disposição atenua uma concentração dos mesmos – estas podem ser executas nas porta de acesso ao compartimento da central).

5.10. Instalações eléctricas

Incluem-se nesta empreitada a montagem das instalações eléctricas de força motriz, sinalização, controlo e comendo dos equipamentos a instalar.

Da instalação eléctrica fará parte o quadro eléctrico do comendo e protecção e as redes de ligação aos diferentes componentes.

As instalações deverão satisfazer na integra os regulamentos em vigor aplicáveis.

5.11. Instalações de gás

Incluem-se nesta empreitada a montagem das instalações de gás de alimentação da caldeira, incluindo tubagens, válvulas e outros dispositivos de segurança, nomeadamente, redutores de pressão, sondas de detecção de fugas de gás com ligação a avisador sonoro e luminoso, bem como a válvula automática de corte electromagnética. Na parede exterior do compartimento da central térmica, além dos avisadores de alarme atrás mencionados, existirá uma válvula de geral corte ao fornecimento de gás a este espaço. A instalação de gás deverá estar de acordo com os regulamentos em vigor aplicáveis.

5.12. Válvulas

Todas as válvulas a montar serão da melhor qualidade, sujeitas à aprovação da fiscalização da obra, com as características a seguir indicadas para cada caso, mas sendo comum que todas na sua concepção devem permitir a rápida substituição dos seus componentes.

5.12.1. Válvulas de seccionamento

Do tipo globo com corpo, sede e obturador em bronze ou latão até 75 mm de diâmetro (válvula de passagem).

Do tipo adufa com corpo, sede e obturador em bronze ou latão a partir de 75 mm de diâmetro (válvula de correção).

No interior das instalações sanitárias estes passadores serão cromados, do mesmo fabrico e modelo das torneiras aprovadas para os aparelhos sanitários.

5.12.2. Válvulas de retenção

Com o corpo, sede e obturador em bronze.

5.12.3. Válvulas de regulação

Em latão cromado do mesmo fabrico das torneiras que forem aprovadas para as louças sanitárias.

Nas instalações sanitárias colectivas deverão existir pelo menos duas com boca roscada para aplicação de mangueira para lavagens.

6. Rede de serviço de incêndios

6.1. Generalidades

O traçado, dimensões e dispositivos da tubagem, devem obedecer escrupulosamente ao presente no projecto, atentas as disposições do projecto de segurança contra incêndios. A rede de combate a incêndios consiste na instalação de marcos de água, cujo projecto é parte integrante do projecto da rede predial de águas, a cargo do promotor.

Este projecto é submetido à aprovação da entidade responsável pelo combate de incêndios, e à entidade responsável pelo abastecimento de águas, quando da entrega do projecto da rede predial. Os marcos de água (figura29) deverão situar-se a menos de 30m da entrada dos edifícios, com espaçamento não superior a 70m.



Fig. 29 – Marco de incêndio

6.2. Tubagem

A tubagem a utilizar será em ferro galvanizado, sem costura, série média, grande espessura e de acordo com as dimensões indicadas nas peças desenhadas.

Toda a tubagem será pintada de acordo com as Normas Portuguesas em vigor.

6.3. Bocas de incêndios

O material a considerar para cada posto é uma boca-de-incêndio tipo "carretel", com:

- Lenço de mangueira semi-rígida, em borracha anti-abrasiva, de 20 m de comprimento, enrolada em "carretel", de 25 mm de diâmetro, com as respectivas uniões rápidas em latão;



Fig. 30 – Carretéis

- Um "*carretel*" com tambor de eixo horizontal, com capacidade para 20 m de mangueira e um suporte de eixo vertical, provido de elementos de fixação, em armário metálico em chapa de aço de 1.5 mm, com fecho de abertura rápida, protecção contra a corrosão e montagem saliente;

- Alimentação por válvula de abertura rápida com entrada fêmea de 25 mm de diâmetro B.S.B;

- Agulheta de 10 mm de diâmetro, com válvula de seccionamento rápido, para projecção de água em jacto sólido e nevoeiro de baixa pressão.

Este posto é guarnecido por envolvente em caixa metálica pintada a cor vermelha e com porta possuindo janela de vidro, terá as dimensões adequadas para acomodar o dispositivo que contém e o seu fácil accionamento.

6.4. Hidrantes exteriores

Os hidrantes exteriores serão materializados por marcos de água munidos das habituais peças que existem nestes elementos, como saídas de 50 mm, 70 mm, 90 mm, válvula geral e válvulas individuais respectivas.

No caso da corporação de bombeiros local apenas usar uma ou duas destas medidas, bastará que existam as saídas que cumpram com existente e em aplicação, no entanto será necessário uma declaração escrita desta entidade que explicita essa dispensa.

6.5. Extintores

Os extintores a colocar, com o número e as posições constantes nas peças desenhadas, serão de 6Kg de pó químico polivalente, de marca e modelo devidamente homologado, sendo a sua fixação e a publicitação das instruções do seu uso, efectuada de acordo com as recomendações do fabricante e as normas em vigor (designadamente as NP1589, NP1618, NP3064, NP3505, NP3506, entre outras).



Fig. 31 – Extintor

6.6. Identificações

Manípulos de cor diferentes, bem como placas indicativas, de cores convencionais, permitirão a fácil identificação das tubagens e acessórios da rede de incêndios. Em todo o percurso em que se encontrem visíveis, as canalizações deverão estar devidamente identificáveis.

6.7. Sistema de alimentação alternativo da rede seca

A rede a funcionar no interior será do tipo seca, podendo ser alimentada, a partir do exterior, directamente por boca a ligar ao equipamento dos bombeiros, ou através da própria rede de abastecimento ao edifício. Como tal deverá ser montado um sistema de ligações que permita este funcionamento, conforme esquematizado nas peças desenhadas.

7. Materiais utilizados para tubagens

7.1. Tubos de Polietileno (PEAD)

Nos sistemas de distribuição e drenagem de águas sob pressão

O polietileno como o polipropileno, é uma resina poliolefínica. Esta resina termoplástica é obtida através da polimerização do gás etileno $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, que é, por sua vez obtido através do "cracking" da nafta do petróleo.

Os diferentes processos de polimerização para a produção industrial do polietileno requerem determinadas condições de pressão e temperatura, e a presença de catalisadores. A variação destas condições durante a polimerização, permite a obtenção de produtos de características diferentes. A polimerização efectuada a baixas pressões (30-40 atm.) com temperaturas inferiores a 300°C e a adição de catalisadores metálicos de titânio e magnésio, dá origem ao polietileno de alta densidade (PEAD).

O PE produzido por este método tem poucas ou nenhuma cadeias ramificadas (polietileno linear). O PE cristaliza à medida que o fundido arrefece. As cadeias moleculares longas reorganizam-se em pequenas zonas cristalinas que, junto com as zonas amorfas, associam-se para formar macro estruturas conhecidas como esferulites.

Quanto mais curtas as cadeias e menor o grau de ramificação, melhor pode decorrer o processo de cristalização. A região cristalina tem uma densidade superior à região amorfa, portanto, são obtidas diferentes densidades dependendo do grau de cristalinidade. A porção cristalina encontra-se entre os 60 e 80%, o que leva a uma densidade elevada que oscila entre 0,940 e 0,965.

O maior número de ligações intermoleculares e a alta percentagem de zonas cristalinas proporciona um ***aumento de:***

- densidade
- rigidez
- dureza
- resistência à tracção
- módulo de elasticidade

e uma diminuição da:

- resistência ao impacto
- resistência à fissuração.

PE tem sido utilizado como um material para tubos de pressão há mais de 40 anos. Inicialmente era utilizado o polietileno de baixa densidade convencional. Este continua a ser utilizado em alguns países para acessórios de ligação e tubos de irrigação de pequenos diâmetros e/ou baixas pressões.

PEAD foi introduzido nos finais dos anos 50 como um material para tubos de pressão. Este permitiu o projecto de tubos para aplicações a pressões mais elevadas, e diminuição da espessura das paredes. Foi também possível a fabricação de maiores diâmetros. Hoje em dia a maior quantidade de tubos de pressão são fabricados a partir do PEAD ou PEMD, o PEBD é utilizado por vezes para pequenos diâmetros.

7.1.1. Características e Vantagens

7.1.1.1. Densidade

- A baixa densidade do PE facilita o transporte e manipulação de tubos grandes sem necessidade de recorrer a maquinaria complexa;

- A densidade do PE é menor que o da água e relativamente baixa em comparação com os materiais convencionais, isto permite uma instalação simples de tubos em terrenos íngremes e condições submarinas.

7.1.1.2 Flexibilidade

- A flexibilidade dos tubos PE permite a fabricação e transporte em rolos ou bobines de grande comprimento, que podem ser desenroladas junto à vala, reduzindo de forma considerável o número de uniões na montagem.

- os tubos podem-se apresentar em rolos contínuos que podem ter um comprimento de 50 e 100 metros.

- A instalação de ramais não retilíneos em terrenos irregulares realiza-se sem necessidade de acoplamentos ou acessórios, desaparecendo o risco de fugas nas juntas e, diminuindo o tempo de instalação.

- Os tubos de PE estão especialmente indicados para condições subterrâneas em solos movediços ou pouco sólidos, porque os assentamentos diferenciais podem ser absorvidos pelo tubo sem risco de fissuras. Em caso de movimento do solo a tubagem deforma-se mas não se rompe.

- Não é necessário a escavação de valas rigorosamente retilíneas, já que os tubos podem adaptar-se com facilidade a um traçado curvo.

- As tubagens de PE devido ao seu baixo módulo de elasticidade, têm um grau de flexibilidade tal que permite realizar a frio curvaturas importantes sem necessidade de peças especiais.

7.1.1.3. Resistência a agentes químicos

- O PE é um poliolefina com uma estrutura apolar porque não contém ligações duplas. Tem também um peso molecular elevado e portanto, uma excelente resistência aos agentes químicos e, outros meios de tipo e composição variada.

- Não sofre nenhuma alteração por efeito da água do mar, terrenos salinos ou ácidos, assim como resíduos urbanos e industriais.

- O PE é insolúvel em todos os solventes inorgânicos a 20°C.

7.1.1.4. Resistência ao ataque por microorganismos e roedores

- O PE não sofre o efeito de nenhum tipo de agressão microbiana, não constitui terreno de cultivo adequado para a proliferação de bactérias, fungos, etc.

- Os tubos de polietileno são susceptíveis de serem atacados por roedores, mas só ocasionalmente, visto o material não constituir alimento daqueles animais. Não é de considerar o perigo de tal ataque.

7.1.1.5. Resistência à luz e à intempérie

- Como é comum com a maioria dos materiais naturais e plásticos, quando deixados ao ar livre por tempo prolongado, o PE é degradado pelos efeitos do tempo. Isto deve-se à radiação ultravioleta de onda curta da luz solar e ao oxigénio atmosférico.

- O PE pode ser aditivado com o negro de carbono e outros estabilizadores . Durante o seu processo de fabrico protegendo-o contra estes efeitos e o seu eventual envelhecimento térmico. Assim, os tubos de polietileno negros da I podem ser armazenados ou utilizados ao ar livre durante um longo período de tempo sem alteração das propriedades.

7.1.1.6. Baixo coeficiente de fricção

- A rugosidade das paredes do tubo determina o campo de velocidades de fluxo e, portanto, a perda de carga por fricção. O pequeníssimo coeficiente de fricção do tubo de PE permite transportar maior caudal de água com igual secção que um tubo de qualquer outro material.

- Como a superfície impede a formação de incrustações e não apresenta fenómenos de corrosão, os tubos de PE mantêm constante a sua secção e o seu coeficiente de fricção com o tempo.

- O PE sendo um material que não é nem elástico nem plástico, comporta-se, para pequenas deformações, como um material elástico, recuperando as suas dimensões iniciais. Quando submetido a tensões elevadas durante poucos segundos, como por exemplo as cargas por golpe de aríete, o PE apresenta um módulo de elasticidade muito elevado nos primeiros momentos. Isto significa que, o PE tem um excelente comportamento em solicitações pontuais.

- O PE adapta-se à deformação sendo a tensão unitária, suportada pelas paredes do tubo, muito reduzida.

7.1.1.7. Ausência de incrustações

- O carácter inalterável do polímero, a baixa ou quase nula rugosidade e a baixa reactividade química do PE impedem a formação de incrustações de qualquer tipo na tubagem.

- Esta característica garante a invariabilidade do coeficiente de fricção do tubo com o tempo, não sendo necessário considerar possíveis variações de carga calculadas no projecto devido a redução da secção interior do tubo.

Características térmicas

- As deformações térmicas são absorvidas pelo material sem a criação de tensões apreciáveis ao longo da conduta apresenta elevada resistência a altas temperaturas.

7.1.1.8. Resistência ao impacto

- O baixo módulo de elasticidade do PE confere-lhe um carácter de grande resistência aos impactos bruscos, ou tensões instantâneas elevadas.

7.1.1.9. Resistência à abrasão

- As tubagens de PE demonstram uma grande resistência à erosão por fricção com materiais abrasivos. A escassa rugosidade reduz o coeficiente de fricção e, com ele, a abrasão das superfícies.

- a resistência à abrasão permite a utilização do PE em trabalhos de "relining".

7.1.1.10. Características eléctricas

- O PE é um material não condutor, o que permite prescindir de protecções catódicas nas instalações. Não se produzem reacções electrolíticas que provoquem corrosão. As condutas de PE não requerem portanto, em nenhum caso protecções contra correntes galvânicas.

7.1.1.11. Inalterável com o tempo

- As características anteriormente descritas foram ensaiadas em laboratório simulando condições adversas de funcionamento durante longos períodos de tempo, comprovando-se que num prazo de 50 anos, as características se mantêm inalteráveis e dentro das margens de segurança do projecto.

7.1.1.12. Atoxicidade

- As tubagens de PE são inodoras, insípidas e atóxicas, conservam portanto as qualidades organolépticas da água intactas. O PE é absolutamente inócuo e é considerado insolúvel e neutro no organismo humano.

- Diferentes ensaios realizados em laboratórios oficiais e supervisionados por comissões executivas de salubridade e uso alimentar certificam a inocuidade fisiológica do PE e a sua utilização na condução de água potável.

7.1.1.13. As vantagens das tubagens de polietileno podem resumir-se em:

- A leveza do material facilita uma rápida montagem.
- A flexibilidade simplifica os trajectos sinuosos.
- A flexibilidade e leveza facilitam os traçados abruptos.
- Os sistemas de união são variados, simples e garantidos.
- Podem ser utilizados em grandes comprimentos, reduzindo o número de uniões.
- A montagem pode realizar-se fora da vala.
- As condições de nivelamento do leito da vala são menos exigentes.
- Permitem a instalação de tubagens subterrâneas sem abertura de vala.
- Permitem uma grande facilidade de reparação.
- Não sofrem corrosão.
- Resistente à maior parte dos produtos químicos.
- Não necessitam de protecção galvânica.
- Não sofrem ataque nem acumulação de algas.
- Não apresentam incrustações nem sedimentações.
- O seu coeficiente de fricção é muito baixo e constante no tempo.

- Resiste a tensões e deformações elevadas com cargas instantâneas.
- A sua vida útil é calculada para mais de 50 anos.
- O coeficiente de dilatação térmico é elevado mas, as tensões induzidas são pequenas.
- Admite assentamentos do terreno sem perder a estanquidade.
- Insensíveis à congelação.
- A resistência ao impacto é excelente.
- A celeridade é muito menor que em outros materiais, atenuando o golpe de aríete.
- A resistência à abrasão é maior que a do aço.
- Aptos para uso alimentar.
- Aptos para a utilização em "relining".

Algumas aplicações comuns dos tubos de polietileno são:

- Condução de fluídos sob pressão, incluindo redes de distribuição de água potável devido à sua atoxicidade.
- Trabalhos de irrigação, por exemplo em sistemas de rega gota a gota.
- Condução de combustíveis gasosos.
- Protecção de cabos, particularmente os de fibra óptica.
- Substituição de tubagens antigas sem abertura de valas, por técnicas de relining.
- Condução de fluídos com suspensão de sólidos abrasivos.
- Canalizações de esgoto.

7.1.1.14. Definição e Classificação dos Polietilenos

Limite Inferior de Confiança - LCL (Lower Control Limit) - é o valor da tensão tangencial em megapascal. Pode ser considerado como propriedade do material e representa 97,5% do limite inferior de confiança da resistência previsível à tensão hidrostática, à temperatura de 20°C durante 50 anos, em água.

Tensão Mínima Requerida (MRS- Minimum Required Strenght) - é o valor do limite inferior de confiança (LCL) arredondado ao valor imediatamente inferior da série de números Renard RIO quando o LCL for < 10 MPa, ou ao da série de números Renard R20 quando o LCL for > 10 MPa

Coeficiente de Segurança (C) - é um coeficiente com um valor superior à unidade, tirado da série R20 que tem em consideração as condições de serviço bem como as propriedades dos componentes dos sistemas de tubagens. Para o polietileno o valor mínimo considerado é 1,25.

Série de Números Renard R20 - esta série de números normalizados é uma subdivisão de uma década em 10 partes iguais, à escala logarítmica obtendo a expressão: $\left(\sqrt[10]{10}\right)^n$ com $n = 0,1,...13,14$

Que arredondada resulta em: 1,00 -1,25 -1,60 -2,00 -2,50 -3,20 -4,00 -5,00- 6,30 -8,00 -10 -12,5 -16 -20 -25.

Tensão Tangencial (σ_s) – é a tensão tangencial admissível para uma aplicação, resultante do quociente entre o MRS (minimum required strenght) e o coeficiente C (coeficiente de segurança), arredondado ao valor inferior mais próximo da série R20 expressa em megapascal.

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

$$\sigma = \frac{P_n(D_n - e)}{2e}$$

P_n = pressão nominal

D_n = Diâmetro nominal

e = Espessura do tubo

σ = Tensão tangencial

Em função dos conceitos mencionados obtemos a seguinte classificação:

| Classificação de polietilenos | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|---------------------|
| ISO-CEN Tipo segundo o MRS | LCL (MPa) | MRS (MPa) | σ_s (MPa) |
| PE 63 | 6.30-7.99 | 6.3 | 5.0 |
| PE 80 | 8.00-9.99 | 8.0 | 6.3 |
| PE 100 | 10.00-11.19 | 10.0 | 8.0 |

Quadro 3 – Classificação de polietilenos

7.1.1.15. Definição Geométrica das Tubagens de Polietileno

Diâmetro Nominal (Dn) - É a designação numérica do tamanho do componente, sendo um número convenientemente arredondado, aproximadamente igual às dimensões de fabrico em milímetros e relativa ao diâmetro exterior.

Pressão Nominal (Pn) - É a designação numérica para referenciar os princípios relativos às características mecânicas do componente num sistema de tubagens. No caso do sistema para a condução de água, corresponde à pressão máxima, que pode ser suportado com água a 20°C, em operação contínua, expressa em MPa ou bar.

Espessura Nominal (e) - Designação numérica da espessura de parede do tubo, aproximadamente igual à dimensão fabricada (em mm) e cujo valor mínimo é determinado pela fórmula:

$$e = \frac{Pn \times Dn}{2\sigma + Pn}$$

Pn = Pressão nominal
 Dn = Diâmetro nominal
 e = Espessura do tubo
 σ = Tensão tangencial

Razão Dimensional Normalizada (SDR) - Numero adimensional aproximadamente igual à razão entre o diâmetro exterior ou nominal (Dn) e a espessura da parede nominal (e):

$$SDR = \frac{Dn}{e}$$

Série (S) - É um número para a designação de um tubo de acordo com a ISO 4065 e que tem a expressão seguinte:

$$S = \frac{\sigma}{P_n}$$

A relação entre SDR e S é:

$$S = \frac{SDR - 1}{2} \quad \text{ou} \quad SDR = 2S + 1$$

Pressão Máxima de Serviço (PMS) - É o valor máximo admitido da pressão. É função das características físicas e mecânicas dos constituintes do sistema e é expresso em bar:

$$PMS = \frac{MRS}{C \times S}$$

7.1.1.16. Cálculo Hidráulico e Mecânico de Tubagens

Perdas de carga em tubagens

O cálculo dimensional, diâmetro e espessura de uma tubagem requer o conhecimento prévio dos seguintes dados:

- Comprimento total do traçado.
- Desnível geométrico.
- Pressão desejada no extremo final.
- Caudal em circulação.
- Material da tubagem.

Com estes dados e a equação de Bernoulli para a conservação da energia de um fluido ao longo da conduta, obtêm-se as secções e pressões necessárias.

$$H_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = H_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h_A + \Delta h_B$$

sendo:

$P_{1,2}$: Pressão inicial e final

$H_{1,2}$: Altura geométrica

g : Aceleração da gravidade

γ : Peso específico do líquido

$v_{1,2}$: Velocidade do líquido

Δh_A : Perda de carga (energia) por fricção do fluido.

Δh_B : Perdas de carga locais ou singulares, devidas a variações bruscas de velocidade.

Por fricção distinguem-se dois tipos de perda:

1. Fricção interna do próprio fluido.
2. Fricção entre o fluido e as paredes do tubo.

A perda de energia por fricção entre o fluido e as paredes é função da:

- Rugosidade relativa do material da tubagem.
- Velocidade do fluido na conduta.

São estes os factores com maior influência na perda de carga para um certo diâmetro de tubagem. Sendo as perdas por fricção função da velocidade, as linhas de pressão ao longo da conduta serão diferentes para condições estacionárias e condições de circulação. No cálculo das pressões máximas que a tubagem tem de suportar em cada ponto, deve-se ter em conta estas duas condições possíveis.

A rugosidade absoluta K é a altura máxima das irregularidades da superfície interior. O valor de K para uma tubagem de polietileno varia entre 0 a 0,015mm. A rugosidade relativa

K/D é a relação entre a rugosidade absoluta e o diâmetro do tubo. Darcy-Weisbach definiu uma fórmula geral para determinar a perda de carga em condutas.

Sendo:

$$J = \lambda \frac{V^2}{2gD}$$

J: Perda de carga por metro de comprimento.

λ: Coeficiente de fricção.

V: Velocidade média circulante.

g: Aceleração da gravidade.

D: Diâmetro interno do tubo.

O coeficiente de fricção *λ* depende do tipo de regime que se estabelece na tubagem, laminar ou turbulento o qual vem definido pelo número de Reynolds. Devido à baixa viscosidade da água e as velocidades normais de circulação, os valores dos números de Reynolds são elevados; na prática, todas as instalações empregues para a condução de água produzem correntes do tipo turbulento.

Há numerosas fórmulas empíricas para o cálculo do coeficiente de fricção em regime turbulento, a que melhor se ajusta às características das tubagens de polietileno é a de Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{K}{3,71D} + \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right]$$

Como simplificação desta fórmula para tubagens de polietileno, é possível utilizar a fórmula de Von Karman, em que se considera que a rugosidade absoluta *K* tende para 0.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}}$$

Os valores da rugosidade absoluta em (mm) para alguns materiais são:

| Material | K (mm) |
|---------------------------------------------------------------|---------------|
| Polietileno | 0 a 0,007 |
| Policloreto de vinilo (PVC) | 0 a 0,010 |
| Ferro fundido revestido com argamassa de cimento centrifugado | 0,03 |
| Fibro-cimento | 0,0125 |
| Aço | 0,05 a 0.3 |
| Ferro fundido novo não revestido | 0,25 |
| Ferro fundido usado | 0,25 a 5 |

Quadro 4 – Valores da rugosidade absoluta de alguns materiais

É possível verificar que a rugosidade do ferro fundido revestido é 4 vezes superior à do polietileno. A rugosidade do aço chega a ser 7 vezes superior e a do ferro fundido pode ser 40 vezes superior ao do polietileno.

A fórmula de Manning — Strickler, para o cálculo da velocidade média, é outra expressão obtida empiricamente e utilizada habitualmente devido à sua fácil resolução.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} j^{\frac{1}{2}}$$

Sendo R o raio hidráulico (secção de fluxo! perímetro molhado). No caso de condutas de pressão e secção regular $R=D/4$.

O valor n é função da rugosidade superficial do material e os valores obtidos empiricamente para alguns materiais são:

| Material | n |
|--------------------------|----------|
| Polietileno e PVC | 0,008 |
| Fibro-cimento em serviço | 0,012 |
| Ferro fundido em serviço | 0,017 |
| Betão | 0,015 |

Quadro 5 – Rugosidade superficial do material

Utilizando a expressão obtida por Ma Strickler, os diâmetros interiores equivalentes para um mesmo caudal e mesma perda de carga que uma tubagem de PE 100 e PN 10 seria para o fibrocimento, betão e ferro fundido os seguintes:

| Ø PE (mm) | Ø F/C (mm) | Ø Betão (mm) | Ø Ferro fund. (mm) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 25 | 25.5 | 28.3 | 29.0 |
| 32 | 32.7 | 36.1 | 37.2 |
| 40 | 40.8 | 45.0 | 46.6 |
| 50 | 51.2 | 56.1 | 58.3 |
| 63 | 64.5 | 70.6 | 73.5 |
| 75 | 76.8 | 84.0 | 87.5 |
| 90 | 92.2 | 100.7 | 105.1 |
| 110 | 112.8 | 123.0 | 128.5 |

Quadro 6 – Diâmetros interiores equivalentes

Supondo o mesmo caudal e a mesma secção de passagem, a perda de carga em cada um dos materiais é a seguinte:

| j PE | j F/C | j Betão | j Ferro fund. |
|-------------|--------------|----------------|----------------------|
| 0.1 | 0.225 | 0.352 | 0.452 |
| 0.15 | 0.338 | 0.572 | 0.677 |
| 0.2 | 0.450 | 0.703 | 0.903 |
| 0.25 | 0.563 | 0.879 | 1.129 |
| 0.3 | 0.675 | 1.055 | 1.355 |
| 0.4 | 0.900 | 1.406 | 1.806 |
| 0.5 | 1.125 | 1.758 | 2.258 |
| 0.75 | 1.688 | 2.637 | 3.387 |
| 1 | 2.250 | 3.516 | 4.517 |

j= perda de carga (m.c.a/100m)

Quadro 7 – Perda de carga (relação entre diferentes materiais)

- As perdas de carga no fibrocimento são 125,1% maiores que no PE.
- As perdas de carga no betão são 251,6% maiores que no PE.
- As perdas de carga no ferro fundido são 351,6% maiores que no PE.

- O polietileno garante ainda a não formação de incrustações a longo prazo, enquanto que outros materiais apresentam maior coeficiente de rugosidade depois de um certo período em utilização.

7.1.1.17. Golpe de Aríete

Quando um líquido está a circular numa tubagem em regime permanente e, num dado momento, se manipula algum elemento da instalação (uma válvula que se fecha ou abre, variação do regime de uma bomba, etc.), seja instantaneamente ou passado um certo tempo, produzem-se variações de caudal e de pressão no ponto onde foi produzida a perturbação, criando consequentemente um desequilíbrio que faz com que os caudais variem sucessivamente em todos os pontos da conduta. Estes desequilíbrios produzem variações na energia cinética da água, traduzindo-se em alterações da sua pressão, que constituem o golpe de aríete.

O caudal deixa de ser o mesmo em todos os pontos da tubagem, pelo que se produzem variações da secção da mesma, assim como contracções e dilatações do líquido, que dependem dos módulos de elasticidade de ambos. Nestas condições diz-se que o líquido circula com regime variável.

Quando se estabelece um regime variável dentro de uma tubagem aparecem variações de pressão e caudal que se propagam através da massa líquida com um movimento ondulatório (ondas de pressão). A velocidade de propagação desta onda denomina-se de celeridade e o seu valor é, segundo a fórmula de Allievi:

$$a = \sqrt{\frac{g}{\left[\frac{1}{E_l} + \frac{1}{E_t} \times \frac{Dn}{e} \right] \gamma}}$$

a = Velocidade de propagação ou celeridade, em m/seg.

g = Aceleração da gravidade, em m/seg²

E_l = Módulo de elasticidade do líquido (para a água, $E_l = 2,1 \times 10^8$ kg/m²)

Dn = Diâmetro exterior do tubo, em mm.

e = Espessura da parede do tubo, em mm.

E_t = Módulo de elasticidade do material do tubo, em kg/m². Polietileno de alta densidade a curto prazo $E_t = 9 \times 10^7$ kg/m²

γ = Peso específico do líquido (para a água, $\gamma = 1.000$ kg/m³)

Os valores de celeridade para diferentes materiais são, adoptando por exemplo uma tubagem de Ø 250:

| Material | Celeridade a (m/s) |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Polietileno de alta densidade (PN10) | 305 |
| Fibro-cimento | 749 |
| Ferro fundido | 1.191 |

Quadro 8 – Valores de Celeridade (m/s)

O valor de golpe de aríete depende do tempo de fecho correspondente ao acontecimento que provocou a onda de pressão. Assim, podem-se distinguir manobras lentas e rápidas. Para isto comparam-se o tempo de fecho ou manobra com o tempo que a onda de pressão necessita para percorrer o comprimento da tubagem no seu percurso de ida e volta.

$$\text{Tempo crítico} = \frac{2L}{a}$$

Em que:

L = Comprimento da tubagem
 a = Celeridade

Comparando os valores de celeridade obtidos para diferentes tipos de materiais comprova-se que o tempo crítico de fecho em ferro fundido é quatro vezes menor que no polietileno de alta densidade. Isto indica que o risco de golpe nas tubagens de polietileno é menor que nos outros materiais. Dependendo se o tempo de fecho é maior ou menor que o tempo crítico da tubagem o golpe de aríete provocado calcula-se com expressões obtidas por diferentes autores.

| | | |
|---------------|----------------------------|--------------------|
| Manobra lenta | $T_{fecho} > \frac{2L}{a}$ | Fórmula de Michaud |
|---------------|----------------------------|--------------------|

| | | |
|----------------|----------------------------|--------------------|
| Manobra rápida | $T_{fecho} < \frac{2L}{a}$ | Fórmula de Allievi |
|----------------|----------------------------|--------------------|

7.1.1.18. Fórmula de Michauu

Na sua fórmula Michaud expressa o golpe de aríete provocado numa manobra lenta, e este resulta directamente proporcional ao comprimento da conduta e inversamente proporcional ao tempo de manobra.

$$\Delta H = \pm \frac{2LV}{gT}$$

Em que:

ΔH = Aumento de pressão ou de altura, ou golpe de aríete.

L = Comprimento da tubagem.

V = Velocidade de circulação da água antes do fecho.

g = Aceleração da gravidade.

T = Tempo de abertura ou fecho da válvula.

7.1.1.19. Fórmula de Allivie

Allievi demonstrou que em manobras bruscas, isto é, quando o tempo de manobra é menor que o tempo necessário para que a onda de pressão percorra a tubagem,

O valor de aumento de pressão é independente do comprimento, mas proporcional à celeridade e toma o seguinte valor:

$$T < \frac{2L}{a}$$

$$\Delta H = \pm \frac{aV}{g}$$

Devido aos valores de celeridade baixos das tubagens de PE, as sobrepressões que se podem produzir são muito inferiores às que se produzem com materiais tradicionais e portanto, o custo das medidas necessárias para atenuar o golpe é menor.

Sobrepressões por golpe de Aríete em válvulas

A aplicação destas fórmulas, para o cálculo do golpe de aríete pode ser determinada pelas seguintes comparações, sendo T o tempo de abertura ou fecho:

Para $T > \frac{2L}{a}$ (manobra lenta), fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \pm \frac{2LV}{gT}$$

Para $T < \frac{2L}{a}$ (manobra rápida), fórmula de Allievi:

$$\Delta H = \pm \frac{aV}{g}$$

Tempo de fecho em bombas

Nas condutas impulsadas por um conjunto de bombagem, o tempo T é o decorrido entre interrupção de funcionamento do conjunto e o cessar da velocidade de circulação da água, a qual diminui progressivamente. Este tempo vem determinado pela fórmula de E.

Mendiluce:

$$T = C + \frac{MLV}{gHman}$$

em que:

- C = Coeficiente, função da relação $\frac{Hman}{L}$
- M = Coeficiente, função de L
- L = Comprimento da impulsão, em m.
- V = Velocidade de circulação da água, em m/seg.

7.2. Tubos em PEAD para distribuição de sob pressão

7.2.1. Descrição do produto

Tubos em Polietileno de elevada massa volúmica homologados pelo Laboratório de Engenharia Civil para emprego em canalizações *de transporte de água sob pressão e saneamento com pressão*, a temperaturas até 30°C. Os tubos são dimensionados para uma classe de pressão nominal de 6 kg/cm²; 8 kg/cm² e 10 kg/cm².

Os tubos produzidos são obtidos por extrusão, a temperatura conveniente, de um polietileno de massa volúmica alta, devidamente aditivado.

Os tubos têm cor preta, devido à presença de negro de fumo disperso na massa do polímero, com listas azuis

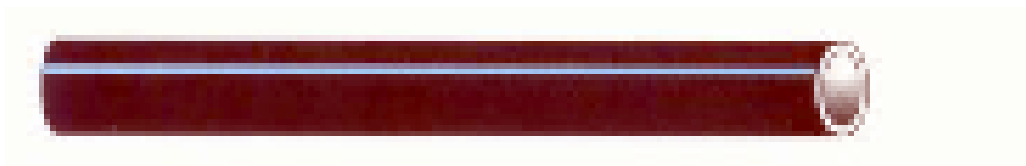


Fig. 32 – Tubos PEAD (0,6/0,8/1.0 MPa)

7.2.2. Condições Técnicas

- A tubagem a empregar será dos diâmetros indicados no projecto;
- A espessura de parede e os diâmetros internos respeitam a tabela seguinte:

| Diâmetros Comercializados | Espessura (mm) | Diâmetro Interno Útil (mm) |
|------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 40 | 2,0 | 36,0 |
| 50 | 2,4 | 45,2 |
| 63 | 3,0 | 57,0 |
| 75 | 3,6 | 67,8 |
| 90 | 4,3 | 81,4 |
| 110 | 5,3 | 99,4 |

Quadro 9 – Diâmetros mais comercializados – tubos PEAD

- A tubagem é colocada de acordo com o traçado indicado no projecto;
- A resistência mecânica do Polietileno diminui consideravelmente com o aumento da temperatura. No dimensionamento indicado, considerou-se a temperatura de 20°C, como referência. Este dimensionamento é válido, quando durante a utilização dos tubos não

ocorram aumentos de temperatura, ainda que temporário que excedam os 30°C. Quando se prevê a passagem de água durante períodos prolongados a temperaturas compreendidas entre 25°C e 35°C, recomenda-se a utilização da classe de pressão imediatamente superior à que corresponderia a 20°C;

- Os tubos e acessórios de polietileno podem ser unidos através de:

- Soldadura topo a topo;
- Electrosoldadura;
- Juntas mecânicas.

A escolha da ligação e método de controlo deve ter em conta o nível de formação dos operadores, o meio ambiente em que a ligação é efectuada e a classe de pressão do tubo.

7.2.3. Ligação topo a topo

Estas ligações são efectuadas utilizando um procedimento para aquecer as superfícies a ligar até à sua temperatura de fusão e depois colocando as superfícies em contacto uma com a outra.

A soldadura topo a topo é o tipo de ligação mais utilizada em tubos de PE de grande diâmetro (> 90mm).

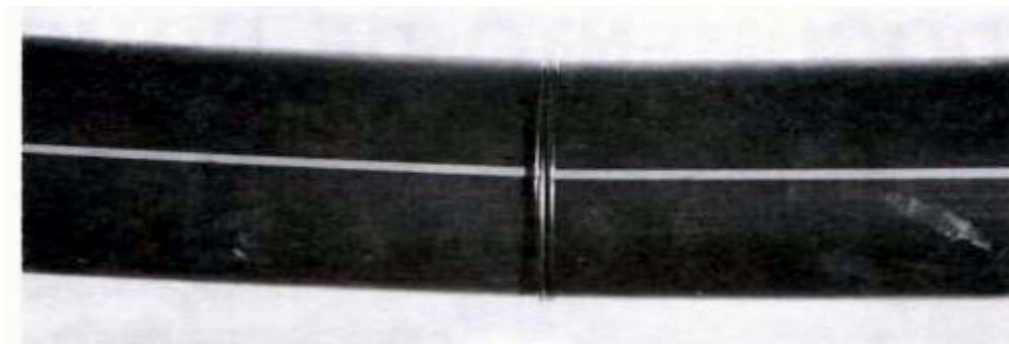


Fig. 33 - Soldadura topo a topo

7.2.3.1. Procedimento da soldadura topo a topo

Os seguintes procedimentos devem ser considerados como um requisito mínimo para o progresso da fusão topo a topo.

- Diminuir a pressão de arrastamento tanto quanto possível, por exemplo utilizando enroladores de tubos
- Prender o tubo e/ou acessório ao equipamento de soldadura.
- Limpar as pontas dos tubos.
- Certificar que a máquina de soldar e a bomba operadora são compatíveis e que a pressão necessária para a fusão topo a topo está disponível.
- Unir os tubos paralelamente fechando a máquina de fusão.
- Baixar a pressão e manter a ferramenta de plaina giratório até as pontas dos tubos estarem separados para evitar um degrau.
- Reduzir a pressão a um nível que apenas permita manter o contacto entre as pontas dos tubos e o prato de aquecimento.
- Quando for atingido o tempo de aquecimento, deve ser aberta a máquina de fusão topo a topo, e removido o prato de aquecimento. As pontas dos tubos aquecidas devem ser rapidamente verificadas para o caso de terem ocorrido danos no fundido durante a remoção do prato, e a máquina será fechada novamente. O tempo máximo de remoção do prato de aquecimento tem de ser respeitado.
- A máquina de fusão topo a topo deve manter-se fechada sob pressão durante todo o tempo de fusão e período de arrefecimento.
- Após o tempo de fusão, a pressão pode ser retirada da máquina de fusão. O tubo pode ser removido mas não manuseado descuidadamente.
- O prato de aquecimento deve ser armazenado numa embalagem protectora.
- Deve ser respeitado o tempo de arrefecimento.

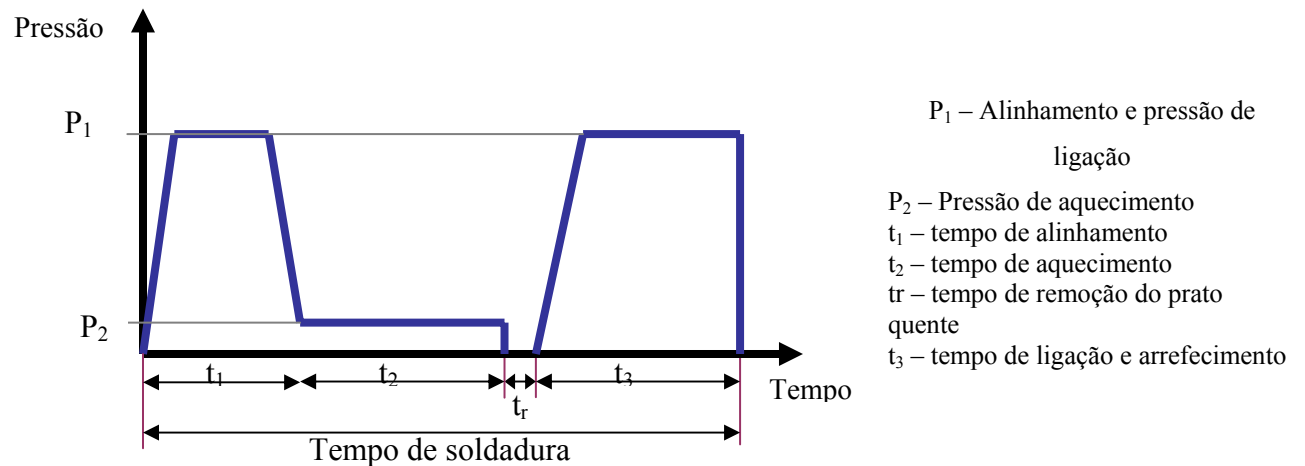


Fig.34 – Diagrama mostrando a sequência de tempos para a soldadura topo a topo com os respectivos estágios de pressão.

De uma forma geral, para o PEAD são válidas as seguintes indicações:

| | |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <i>Temperatura do processo</i> | $T = 210 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| <i>Pressão durante a fusão</i> | $P1 = 0,18 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>Pressão de aquecimento</i> | $P2 = \text{máx } 0,01 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>Tempo para formação do cordão</i> | $t1 = \text{o necessário}$ |
| <i>Tempo de aquecimento</i> | $t2 = 10 \times e \text{ (seg)}$ |
| <i>Tempo de remoção do prato</i> | $tr = (3 \text{ seg} + 0,01 \text{ DE}) \text{ (seg)}$ |
| <i>Tempo de ligação e arrefecimento</i> | $t3 = 1,25 \times e \text{ (min.)}$ |
| <i>Pressão durante a fase de arrefecimento</i> | $P1 = 0,18 \text{ N/mm}^2$ |

7.2.4. Ligação por electrosoldadura

Nesta técnica são utilizados acessórios que têm incorporadas resistências eléctricas. Ao aplicar tensão ao acessório as resistências aquecem, fundindo o material tanto no acessório como da tubagem de forma homogênea, que ao aquecer possibilita uma soldadura integral.

O processo de fusão pode ser efectuado sem a necessidade de precauções especiais em relação a variações da temperatura ambiente, sendo os tempos de fusão válidos para temperaturas ambiente de -5°C a $+23^{\circ}\text{C}$.

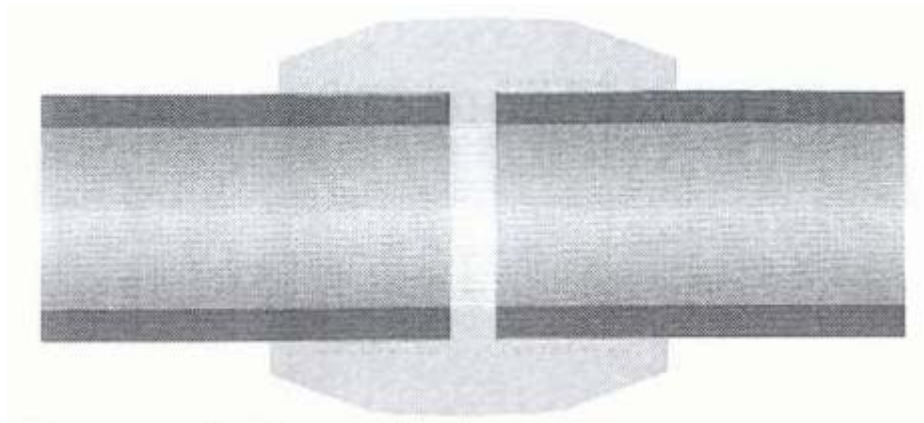


Fig. 35 – Esquema de electrosoldadura

7.2.4.1. Procedimento da electrosoldadura

Nota: Para produzir ligações perfeitas é importante limpar previamente as superfícies de ligação. A superfície exterior do tubo a ser soldado deve ser limpo por raspagem mecânica ou com um agente desengordurante. (ex. acetona). A superfície não deve apresentar quaisquer riscos ou ranhuras que poderão levar a fugas.

Depois de os tubos preparados serem introduzidos no abocardo de electrofusão, devem ser seguros com equipamentos adequados para impedir que mudem de posição. As pontas da bobine são unidas à unidade de soldagem e é aplicada uma corrente. A bobine aquece e começa a fundir o plástico circundante. Como consequência do calor, o abocardo contrai ligeiramente e portanto aplica a pressão necessária para a fusão com o tubo. A corrente aplicada depende do tamanho do acessório. A ligação não deve ser movimentada durante pelo menos 10 minutos depois de terminada a soldadura. É habitual os acessórios indicarem o tempo de aquecimento e de arrefecimento.

7.2.5. Ligações mecânicas

Estas ligações são utilizadas normalmente para diâmetros pequenos, inferiores a 63 mm, onde não é necessária uma elevada resistência à tracção.

O acessório de ligação mecânico é basicamente constituído por: um corpo que se une ao tubo, um aro dentado de fixação que pode ser de material plástico ou metálico, uma junta de

estanquidade e, uma peça móvel roscada ou aparafusada ao corpo. Tanto o corpo, como a peça móvel podem ser de material metálico ou de plástico.



Fig. 36 – Entreposição de peças acessórias em plástico



Fig. 37 – Acessórios electrossoldáveis

As uniões de plástico têm a vantagem de serem resistentes às solicitações químicas. Os anéis metálicos podem utilizar-se quando as tubagens não se destinam ao transporte de produtos agressivos e onde não sofram ataque por parte dos solos.

Estes acessórios de ligação montam-se facilmente, podendo-se também desmontar e voltar a utilizar os acessórios com rosca, sempre que haja algum problema com o tubo.

7.2.6. Colocação das tubagens em vala:

- Dependendo do tubo e das condições do terreno e ambiente, o tubo pode ou não ser soldado no exterior da vala. No caso em que é possível a junção no exterior, o volume de escavação será reduzido ou seja, as valas podem ser mais estreitas;
- A profundidade mínima aconselhada no caso da possibilidade de cargas de tráfico é de 80 cm sobre a geratriz superior;

- Não é absolutamente necessário um leito de areia na vala, a não ser que hajam pedras, rochas etc. a descoberto. Neste caso recomenda-se um leito entre 0,15 e 0,30 m de uma mistura de areia e cascalho de dimensão de 20 a 30 mm bem comprimida;
- A ovalização sofrida pelo tubo, como consequência das cargas no terreno, é função inversa do módulo de deformação do solo e da rigidez circunferencial do tubo;
- Uma ovalização de 5% no tubo pode ser produzida uma carga de terra correspondente a 5 metros de profundidade de um solo com módulo de deformação de 2,1 N/mm² ou, 2,5 metros de um solo com módulo de deformação de 1,3 N/mm²;
- Não devem ser efectuadas compactações de solos gelados, argilas soltas ou húmidas, ou ainda de materiais orgânicos. A compactação deve efectuar-se em etapas de 10 a 20 cm. Nestas condições, uma tubagem de polietileno com uma rigidez média entre 0,2 e 0,4 N/cm², pode ser instalada a 4 ou 6 metros de profundidade abaixo de um tráfico de cargas de por exemplo 14 toneladas sem problema.

7.2.7. Instalações ao ar livre:

- Quando um tubo se corta de um rolo, a fixação deve ser feita de modo a que a curvatura esteja em contacto perfeito com a superfície à qual está a ser fixa. Quando necessário, deve-se colocar uma manga no tubo para o proteger das radiações solares;
- O suporte das tubagens não enterradas realiza-se mediante pinças ou abraçadeiras de material plástico ou, metálico com protecção, tendo o cuidado de não apertá-las excessivamente para evitar danos no tubo;
- As braçadeiras alinham-se correctamente e a sua superfície de contacto com o tubo deve ser suave e lisa;
- Os suportes com cantos vivos devem ser evitados;
- As válvulas, em particular, e toda a classe de controladores manuais, devem ser firmemente ancorados para evitar qualquer movimento causado pelo seu manuseamento.

7.2.8. Raios de curvatura

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

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

sendo:

r_m = raio médio do tubo [mm];

e = espessura da parede [mm]

- A flexibilidade do polietileno é mantida a baixas temperaturas, pelo que, quando se efectua a instalação a 0°C, os raios de curvatura obtidos devem ser aumentados em um factor de 2,5;

7.2.9. Contração e dilatação:

- O coeficiente de dilatação térmica linear do polietileno é considerado como 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 a utilização de lira ou compensadores de dilatação;

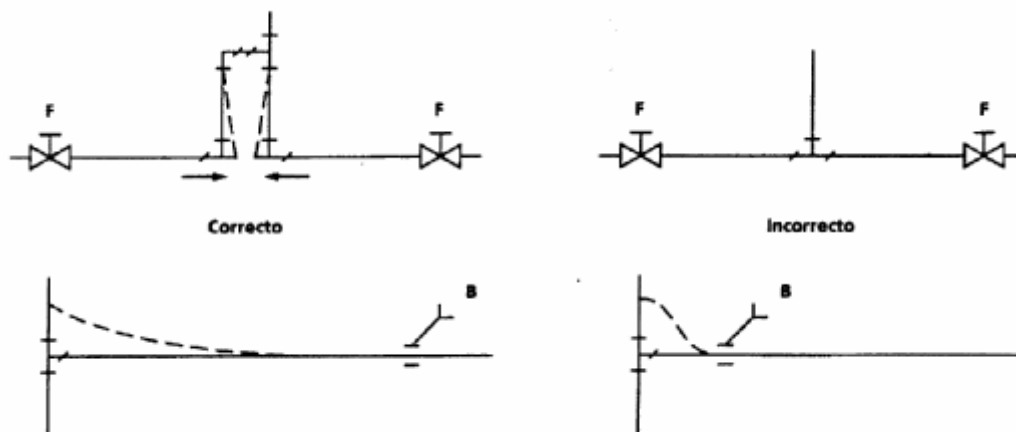


Fig. 38 – Condutas rectilíneas

7.2.10. Técnica Relining

A técnica de relining consiste na introdução de um ramo de tubagem numa conduta defeituosa já existente, sem a necessidade de recorrer à escavação. O tubo antigo mantém-se na sua posição inicial como tubo vazio para receber o novo tubo.

Esta técnica pode ser utilizada para esgotos, condutas de água potável, condutas de gás e condutas subaquáticas. Dependendo do estado e traçado da conduta, podem ser introduzidos ramos de tubo até 600 metros. O comprimento dos ramos dependerá do peso específico, do

esforço máximo de tracção admissível, que não deve exceder 10 N/mm e do coeficiente de fricção, O PE torna-se um boa opção para este tipo de instalação devido à sua flexibilidade, baixo coeficiente de fricção e elevada resistência à propagação lenta de fracturas que, minimiza a possibilidade de danos a longo prazo devido a ranhuras introduzidos durante o relining.

Para ligar as secções de tubo individuais é necessário escavar uma vala e abrir o tubo antigo. As pontas do tubo são depois unidas novamente com flanges de reforço folgadas. A instalação pode realizar-se puxando com um cabo de aço, empurrando com um êmbolo ou, com uma combinação de ambos os métodos. Em qualquer dos casos deve-se montar uma cabeça de puxo metálica no início do tubo para evitar a deterioração do tubo e eliminar as asperèzas que esta pode encontrar no seu percurso.

Para que o tubo não sofra variações longitudinais devido a transferência de temperatura e de esforços hidrodinâmicos, o espaço existente entre o mesmo e a conduta antiga pode ser preenchido com betão de baixa viscosidade.

7.2.11. Ensaios de pressão

Ensaio à pressão hidrostática

- O ensaio de pressão hidrostática deve ser efectuado antes da utilização do tubo mas, apenas depois do arrefecimento completo das soldaduras;
- O ensaio não deve ser efectuado a temperaturas superiores a 20°C;
- O ensaio é efectuado por troços cujo comprimento depende da necessidade de fecho das valas. O troço a ensaiar tem de estar completo, com os seus extremos selados convenientemente com pinças facilmente desmontáveis para permitir a montagem da tubagem posterior;
- Ao longo do troço, a diferença entre a pressão no ponto mais alto e o ponto mais baixo, não deve exceder 10% da pressão de ensaio;
- O equipamento utilizado no ensaio deve ser instalado no ponto mais baixo do troço;
- No ponto mais alto é colocado um elemento de purga para expulsar o ar e comprovar que o sistema se encontra completamente carregado de água;
- Para os tubos de polietileno, a pressão hidrostática interna no ponto mais baixo do troço não deve ultrapassar 1,4 vezes a pressão máxima de serviço. Deve-se ter em atenção a possibilidade da ocorrência de propagação rápida de fissuras quando se marcar os valores das pressões de ensaio;

- O enchimento do troço com água é efectuado lentamente ($\leq 0,5$ m/s) e são fechados de baixo para cima, todos os elementos abertos, conforme se verifique que não existe ar;
- Depois de terminado o enchimento procede-se a uma verificação inicial da estanquidade das uniões. De seguida aumenta-se lentamente a pressão (aumentos inferiores a $1\text{ kg/cm}^3\text{ min}$) até atingir a pressão de ensaio;
- Após 30 minutos efectua-se a avaliação;
- O valor de descida de pressão não deverá ser superior à raiz quadrada de um quinto da pressão de ensaio, caso contrário é necessário corrigir as fugas e proceder depois a novo ensaio.

7.2.12. Armazenamento

- As tubagens de polietileno devem ser armazenadas de modo a estarem ao abrigo de focos de calor e do contacto com objectos cortantes;
- Os acessórios devem ser armazenados nas suas embalagens originais até serem utilizados. Os rolos 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. No caso de serem colocados verticalmente, não deve haver empilhamento;
- Evitar o contacto com produtos químicos agressivos como combustíveis, dissolventes, pinturas agressivas etc.
- Os tubos e acessórios de PE devem ser armazenados de modo a minimizar a possibilidade de danificação por esmagamento, perfuração ou exposição prolongada à luz solar directa. Deve-se evitar também o contacto com condutas de vapor ou água quente e ainda, com superfícies de temperatura superior a 50°C ;
- Deve ser evitado o manuseamento descuidado dos tubos e acessórios de PE. Não se deve atirar ou arrastar os tubos de PE através do chão;
- A flexibilidade dos tubos de PE é reduzida em tempo frio e é necessário maior cuidado no manuseamento durante o Inverno. Se a temperatura descer abaixo de -15°C para

varas lisas e acessórios ou, 0°C para tubo bobinado, devem ser seguidas instruções especiais de manuseamento;

- É expressamente proibida a utilização directa de correntes e cabos metálicos para a movimentação dos tubos. É necessário a utilização de cintas ou correias de protecção com bordas arredondadas para não danificar o tubo;
- Transporte deve ser efectuado em veículos com uma plataforma lisa. Devem estar livres de arestas vivas ou outros objectos possíveis de danificar o tubo;
- As bobines ou rolos devem ser colocados na horizontal. Caso os diâmetros permitam, podem ser colocadas bobines de menor diâmetro no interior de bobines de diâmetro superior. Não devem ser colocados pesos sobre os rolos transportados na vertical pois, podem provocar ovalizações.

7.3. Tubos em PVC PN 0,4/0,6/1,0/1,6 MPa

7.3.1.Características

Os tubos de **PVC** rígido serão da classe de pressão indicada para cada caso nos capítulos anteriores, homologados pelo LNEC e de acordo com a Norma NP 1372. São utilizados para emprego em canalizações de transporte de água (com ou sem pressão); canalizações de esgoto doméstico (com ou sem pressão), a temperaturas até 45°C, não expostos às radiações solares. Os tubos são dimensionados para uma classe de pressão nominal de (**4 kg/cm²; 6 kg/cm²; 10 kg/cm² e 16 kg/cm²**) dependendo do fim a que se destina.

- **Pressão nominal de 0,4 MPa** – canalizações de transporte de água e esgoto doméstico sem pressão.

- **Pressão nominal de 0,6; 1,0 e 1,6 MPa** – canalizações de transporte de água e esgoto doméstico com pressão.

Os tubos e acessórios de montagem serão providos de cabeça de acoplamento com vedação por anel de neoprene que garante não só a estanquidade das ligações, como é suficiente para absorver os movimentos de contracção e dilatação.

No caso de haver necessidade de executar curvas (cujo raio de curvatura não deve ser inferior a 50 cm), dever-se-á encher o tubo com areia fina e seca, ou em alternativa enfiar uma mola helicoidal cujo diâmetro interior do tubo, e somente depois se submeterá o tubo a aquecimento.

7.3.2. Juntas

Todas as juntas realizar-se-ão por acoplamento ou enfiamento das pontas macho noutro tubo, com interposição dum anel de neoprene que deve garantir a livre dilatação e perfeita estanquidade. *Só em casos excepcionais e de acordo com o parecer favorável da Fiscalização serão permitidas soldaduras ou colagens.*

7.3.3. Homologações e ensaios

Os tubos e respectivos acessórios deverão obedecer às imposições dos Regulamentos Gerais das Canalizações de Água e de Esgoto, regulamentação complementar dos Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento, Norma Portuguesa NP – 253, NP – 1487 e NP – 1456, recomendações ISO e Normas DIN.

7.3.4. Ligação

Nas ligações por acoplamento, deverão ser seguidas as instruções subsequentes:

- Limpar cuidadosamente, com diluente especial, o interior da cabeça de acoplamento, o retentor de neoprene e a ponta macho do outro tubo ou do acessório;
- Inserir o retentor na respectiva sede;
- Para facilitar o acoplamento, aplicar uma ligeira camada de vaselina sólida ou óleo de rícino, no bordo chanfrado da ponta macho do tubo ou acessório;

- Centrar as duas pontas procedendo então ao enfiamento da ponta macho, até sentir que faz batente;
- Seguidamente, voltar a desenfiar cerca de 1 cm, de modo a permitir as futuras dilatações e contracções.

7.3.5. Ligações às caixas de visita

Na inserção dos tubos de **PVC** rígido nas caixas de saneamento face à fraca aderência do cimento ao **PVC**, a superfície exterior do tubo a inserir deve ser previamente revestida com camada de cola apropriada e seguidamente polvilhada com areia fina e seca.

7.3.6. Colocação em obra

Quando se proceder à instalação dos tubos de **PVC** na fase de betonagem, deverão ser tomadas as seguintes precauções:

- Os tubos e acessórios devem ser assentes de modo a não ficarem sujeitos a tensões, respeitando-se o alinhamento natural das cabeças de acoplamento;
- As cabeças de acoplamento devem ser isoladas de betão envolvendo-as, por exemplo, com papel de sacos de cimento, a fim de permitir o “ passeio térmico “ das tubagens;
- A massa de betão, imediatamente adjacente aos tubos, deve ser pobre, tendo o cuidado de não fazer incidir directamente sobre os tubos as operações de vibração;
- Quando colocadas em vala, deverão ser assentes numa camada de areia com espessura mínima de 0,05 m.

7.4. Tubos em *PVC-U* (não plasticizado)

7.4.1. Descrição do produto

Tubos em **PVC-U** (não plasticizado) de união por colagem ou por anel elastomérico homologados pelo Laboratório de Engenharia Civil e certificados pela AENOR, são um tipo de

tubos em PVC, embora unicamente dimensionados para uma classe de pressão nominal de (4 kg/cm²), para emprego em canalizações de esgoto doméstico.

7.4.2. Condições Técnicas

- A tubagem a empregar será dos diâmetros indicados no projecto;
- A tubagem é colocada de acordo com o traçado indicado no projecto;
- Os tubos, apesar de dimensionados para a temperatura de 20°C, podem ser sujeitos a fluídos cuja temperatura não exceda os 45°C. Para temperaturas entre 20 e 45°C, a pressão de serviço é obtida multiplicando a pressão nominal pelo factor de correcção retirado do gráfico 1;
- As uniões com acessórios roscados não devem realizar-se roscando directamente o tubo de PVC, mas sim usando peças roscadas que se ligam aos tubos;

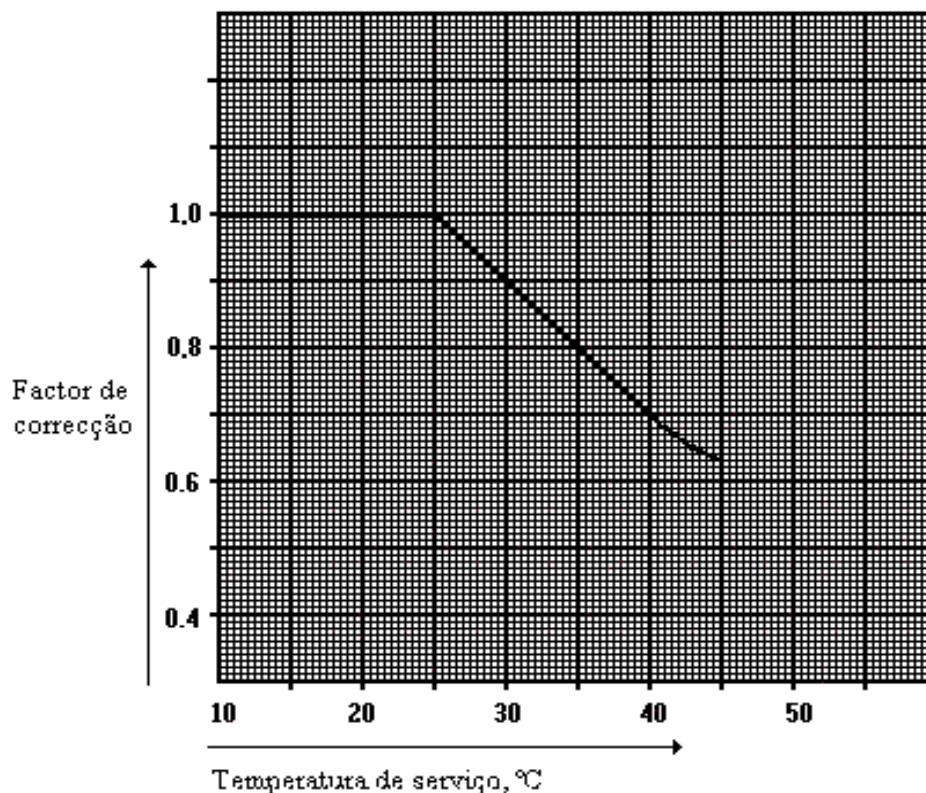


Gráfico 1 – Factor de correcção em função da temperatura

- A ligação dos troços de tubos é efectuada recorrendo a acessórios do mesmo material e da mesma classe de pressão e garantindo uma total estanquidade;

- Os tubos devem ser cortados de forma rectilínea – tendo o cuidado de manter as ferramentas devidamente afiadas;

- O tipo de uniões entre tubos ou entre tubos e acessórios pode ser por colagem ou por anel elastomérico;

- As uniões por colagem sustentam os esforços axiais. Neste tipo de união, a ponta macho deve ser previamente chanfrada. As superfícies a colar devem ser previamente limpas, secas e libertadas de gorduras, pelo que se aconselha o uso de um produto de limpeza. Após a secagem do líquido de limpeza, aplica-se a cola em camada fina no sentido longitudinal, sobre toda a superfície a colar do elemento macho e à entrada do abocardo/campânula. A aplicação da cola deve ser efectuada de forma rápida. Para diâmetros superiores a 110 mm, recomenda-se que a operação seja efectuada por duas pessoas, para que a cola seja aplicada simultaneamente nas duas superfícies. Deve retirar-se o excesso de cola eventualmente presente na junta exterior, logo após a execução da união;

Nota: As colas à base de solventes fortes de PVC necessitam de um tempo de maturação (após a colagem) longo, a baixas temperaturas e curto a temperaturas elevadas.

Não se recomenda que a colagem seja efectuada a temperaturas inferiores a 5°C.

- O perfil do anel elastomérico e do abocardo/campânula constituem desenhos específicos, pelo que não deverão ser substituídos por outros.

No caso dos anéis serem fornecidos separadamente, a ranhura deve ser limpa, removidos os objectos estranhos e o anel colocado correctamente.

Como as uniões por anel de estanquidade 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.

A execução correcta desta união requer que a extremidade macho do tubo seja chanfrada e lubrificada antes da inserção no abocardo/campânula. O lubrificante deve também ser aplicado ao anel de borracha, após este estar perfeitamente ajustado na ranhura.

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

Ao contrário do que sucede na união por colagem, neste tipo de união, o elemento macho não deve ser introduzido completamente na campânula do outro elemento; o seu extremo deve distanciar 1 cm (normalmente 1 cm por cada 3 m de tubo).

Para isso é necessário, antes da montagem definitiva, referenciar-se por meio de um traço a lápis a extensão a ser introduzida.

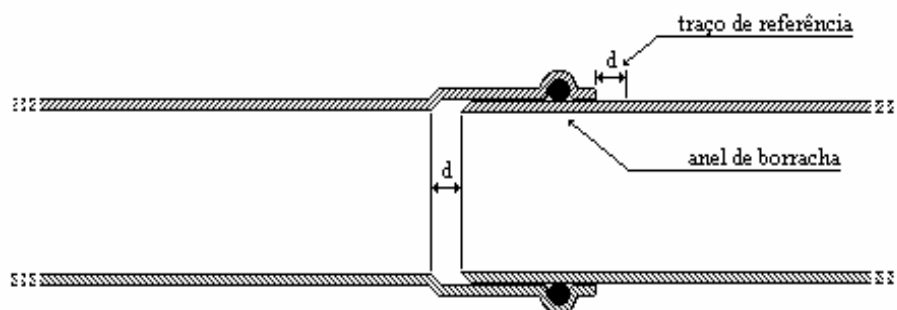


Fig. 39A – União por anel de estanquidade



Fig. 39B – União por anel de estanquidade



Fig. 39C – União por anel de estanquidade autoblocante

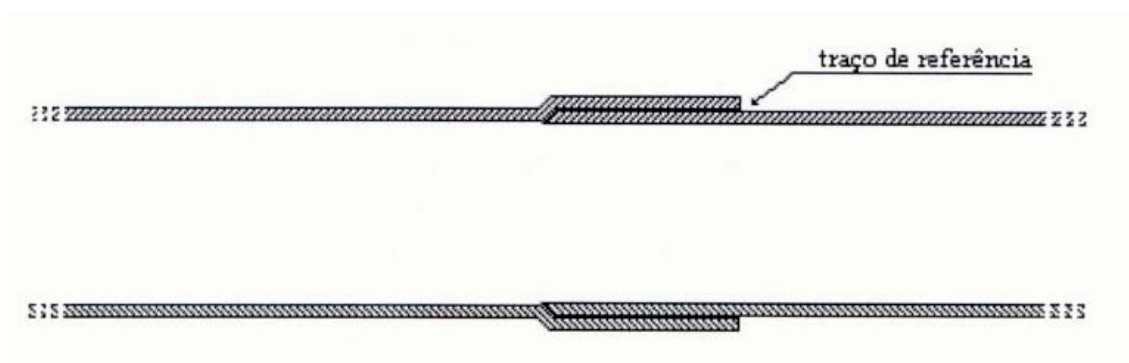


Fig. 40A – União por colagem



Fig. 40B – União por colagem

- O lubrificante deve ser o mais inócuo possível. Recomenda-se a utilização de vaselina industrial ou massa de silicone;
- Na curva a quente de tubos, recomenda-se como meios de aquecimento: a estufa e o maçarico de ar ou de gás quente. Não se recomenda a utilização de maçaricos de chama directa.

- A fim de evitar a ovalização, o tubo deve ser previamente cheio com areia fina e seca ou com uma mola helicoidal; a forma deve ser mantida até ao completo arrefecimento, a fim de evitar que o tubo retome a sua posição inicial.

Considerando o raio de curvatura (r) relativamente ao eixo do tubo, este deve ser inferior aos valores indicados na tabela seguinte.

| \varnothing_{ext} (mm) | r |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $\varnothing_{\text{ext}} \leq 50$ | $\geq 3 \times \varnothing_{\text{ext}}$ |
| $63 \leq \varnothing_{\text{ext}} \leq 110$ | $\geq 3,5 \times \varnothing_{\text{ext}}$ |
| $\varnothing_{\text{ext}} \leq 125$ | $\geq 4,5 \times \varnothing_{\text{ext}}$ |

- Deve ter-se particular cuidado quando se instalam sistemas de tubagem em PVC-U a temperaturas inferiores a 5°C. Quer durante a instalação, ensaio e funcionamento, nunca permitir que haja congelação da água no interior dos tubos ou acessórios;

- É boa prática colocar os tubos com as extremidades macho inseridas na campânula na mesma direcção do fluxo. As superfícies internas do tubo devem ser mantidas o mais limpo possível durante as operações de instalação. Os tubos não deverão nunca ser revestidos com cimento.

Nota: Revestir com cimento transforma, um tubo com alguma flexibilidade, numa estrutura rígida, susceptível a fracturas em caso de abatimentos ou outros movimentos do solo.

- As tubagens horizontais deverão ter inclinações iguais ou superiores a 0,5% no sentido do escoamento do fluído, para facilitar a purga do ar;

- O coeficiente de dilatação térmica linear do PVC-U considera-se de 0,06 mm por metro de comprimento e grau Célsius.

A equação (1) é usada para calcular a variação dimensional.

$$\Delta L = 0,06L \cdot \Delta T \quad (1)$$

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 Celsius.

Exemplo: Para uma variação de 20°C, um tubo de PVC-U de 10 m de comprimento terá uma variação de temperatura de $0,06 \cdot 10 \cdot 20 = 12 \text{ mm}$.

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.

Em muitas instalações as mudanças normais de direcção proporcionam um meio adequado para compensar a dilatação. Em troços rectos e contínuos em que se prevejam dilatações, inserir elementos para absorver a expansão;

- As tubagens **não** devem ser apertadas pelos suportes, mas seguras por forma a permitir um grau de movimento causado pela expansão térmica. Não devem ser utilizados suportes ou fitas com arestas vivas. Na tabela seguinte indicam-se as distâncias recomendadas para colocação dos suportes a diferentes temperaturas:

| Ø Externo do tubo de | Distância entre suportes para água a temperaturas diferentes | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| | 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) |
| 16 | 750 | 670 | 600 | 500 | 400 | | 800 |
| 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 |

Quadro 10 – Distância entre suportes para água a temperaturas diferentes

- A instalação deve ser protegida contra a exposição à chama e calor radiante que possa elevar a temperatura acima dos 45°C;

- Deve evitar-se a proximidade das tubagens de PVC-U com outras tubagens, para que a temperatura da superfície exterior não atinja os 45°C;

- Antes do tapamento da tubagem, esta deverá ser ensaiada à pressão hidrostática, em troços entre os 330 m e os 500 m, à medida que se vá terminando cada troço. A pressão a aplicar não deverá ultrapassar 1,5 vezes a pressão máxima de trabalho, no ponto mais baixo do troço.

O ensaio deve ser efectuado nas seguintes condições:

- Ser efectuado à temperatura ambiente;
- Ter a duração mínima de 1 hora, mas não mais de 24 horas;
- Não exceder 1,5 vezes a pressão de operação do menor componente do sistema.

O ensaio será considerado satisfatório se não houver diminuição (após qualquer ajustamento inicial) na pressão, num tempo mínimo de 15 minutos;

- As tubagens não devem revestir-se com pinturas agressivas para o material PVC.

7.4.3. Armazenamento, Transporte e Manuseamento (Resumo)

- Os tubos de **PVC** 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.

Para tal, devem ser colocados em camadas em camadas em que só as zonas lisas dos tubos fiquem sobrepostas (cabeças de acoplamento colocadas em oposição por cada camada).

- 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 stockados separadamente. No caso de isto não ser possível, os de maior diâmetro e espessura deverão ser colocados no fundo.

- O carregamento deve iniciar-se pelas dimensões maiores. Os tubos devem ser empilhados ou suporta dos de tal modo que as pontas estejam protegidas de danos.

- Durante o manuseamento evitar golpes, riscos e outras operações que possam danificar os tubos e acessórios, especialmente se a temperatura ambiente estiver muito baixa.

- A área de armazenamento deve ser próxima do local de trabalho. Esta deve estar livre de substâncias prejudiciais ao PR.

- O piso deve ser liso e nivelado. As tubagens devem ser armazenadas ao abrigo de fontes de calor e do contacto com elementos cortantes.

- Os acessórios devem ser armazenados nas suas embalagens originais até serem utilizados.

- Para evitar danos no tubo, este deve ser carregado e não arrastado para o local de trabalho.
- A exposição prolongada à radiação ultra-violeta (luz solar) pode reduzir a resistência dos tubos ao impacto e causar descoloração. Os tubos deverão ser armazenados ao abrigo de fontes de calor e não deverão contactar com produtos potencialmente perigosos como gasóleo, tintas ou solventes;
- Quando se acondicionam tubos com uma das extremidades moldada para união por anel de estanquidade, os abocardos/campânulas deverão ser colocados alternadamente na palete e suficientemente projectadas para o exterior, para que os tubos estejam correctamente suportados ao longo de todo o comprimento;



Fig. 41 - Armazenamento, Transporte e Manuseamento

7.4.4. Tubos em PVC – U para Canalizações de Esgoto Doméstico





Catálogo (fonte Fersil)

Tubos

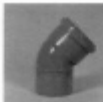











| Tubos TU (Colar) Pipes TU (Gluing) | | | Tubos TeDi (O-Ring) Pipes TeDi (O-Ring) | | | Tubos SC Hot Sewer Pipes | | | Tubos SF (Colar) Cold Sewer Pipes (Gluing) | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Versa / Pipe (m) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Versa / Pipe (m) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Versa / Pipe (m) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Versa / Pipe (m) |
| 32 | 1,3 | 3 | 32 | 1,8 | 3 | 32 (a) | 3,2 | 5 | 75 | 1,8 | 1 / 3 / 5 |
| 40 | 1,3 | 3 | 40 | 1,8 | 3 | 40 (a) | 3,2 | 5 | 90 | 1,9 | 1 / 3 / 5 |
| 50 | 1,3 | 3 | 50 | 1,8 | 3 | 50 (a) | 3,2 | 5 | 110 | 2,2 | 1 / 3 / 5 |
| 63 | 1,3 | 3 | 63 | 1,8 | 3 | 75 (b) | 3,2 | 3 / 5 | 125 | 2,5 | 1 / 3 / 5 |
| 75 | 1,4 | 3 | 75 | 1,8 | 3 | 90 (b) | 3,2 | 3 / 5 | | | |
| 90 | 1,6 | 3 | 90 | 1,8 | 3 | 110 (b) | 3,2 | 3 / 5 | | | |
| 110 | 1,7 | 3 | 110 | 2,2 | 3 | 125 (b) | 3,2 | 3 / 5 | | | |
| 125 | 1,9 | 3 | 125 | 2,5 | 3 | | | | | | |

(a) Versa Lisa / Plain Rod
(b) Boca de Colar / Gluing Mouth

Pontas de tubo

| Pontas de Tubo (O-Ring) 0,25 m Pipe End (O-Ring) 0,25 m | | Pontas de Tubo (O-Ring) 0,50 m Pipe End (O-Ring) 0,50 m | | Pontas de Tubo (O-Ring) 1,00 m Pipe End (O-Ring) 1,00 m | | Pontas de Tubo (O-Ring) 1,50 m Pipe End (O-Ring) 1,50 m | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | |  | |  | |  | |
| Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) | Ø (mm) | Espessura / Thickness (mm) |
| 32 | 1,8 | 32 | 1,8 | 32 | 1,8 | 32 | 1,8 |
| 40 | 1,8 | 40 | 1,8 | 40 | 1,8 | 40 | 1,8 |
| 50 | 1,8 | 50 | 1,8 | 50 | 1,8 | 50 | 1,8 |
| 63 | 1,8 | 63 | 1,8 | 63 | 1,8 | 63 | 1,8 |
| 75 | 1,8 | 75 | 1,8 | 75 | 1,8 | 75 | 1,8 |
| 90 | 1,8 | 90 | 1,8 | 90 | 1,8 | 90 | 1,8 |
| 110 | 2,2 | 110 | 2,2 | 110 | 2,2 | 110 | 2,2 |
| 125 | 2,5 | 125 | 2,5 | 125 | 2,5 | 125 | 2,5 |

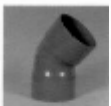
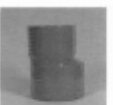


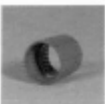
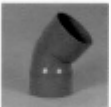


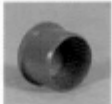



Acessórios c/ O-Ring TD

| Curvas 45°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32</td></tr> <tr><td>40</td></tr> <tr><td>50</td></tr> <tr><td>63</td></tr> <tr><td>75</td></tr> <tr><td>90</td></tr> <tr><td>110</td></tr> <tr><td>125</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 | 40 | 50 | 63 | 75 | 90 | 110 | 125 | Curvas 87° 30'  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32</td></tr> <tr><td>40</td></tr> <tr><td>50</td></tr> <tr><td>63</td></tr> <tr><td>75</td></tr> <tr><td>90</td></tr> <tr><td>110</td></tr> <tr><td>125</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 | 40 | 50 | 63 | 75 | 90 | 110 | 125 | Curva Redução 90°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32 x 40</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 x 40 | Forquilhas 45°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32</td></tr> <tr><td>40</td></tr> <tr><td>50</td></tr> <tr><td>75</td></tr> <tr><td>90</td></tr> <tr><td>110</td></tr> <tr><td>125</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 | 40 | 50 | 75 | 90 | 110 | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------------|----------|----------|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tes 87° 30' (*) Tees 87° 30'  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32</td></tr> <tr><td>40</td></tr> <tr><td>50</td></tr> <tr><td>75</td></tr> <tr><td>90</td></tr> <tr><td>110</td></tr> <tr><td>125</td></tr> <tr><td>90 x 32 x 32</td></tr> <tr><td>90 x 40 x 40</td></tr> <tr><td>90 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>90 x 63 x 63</td></tr> <tr><td>90 x 75 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 32 x 32</td></tr> <tr><td>110 x 63 x 63</td></tr> <tr><td>110 x 90 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 32 x 32</td></tr> <tr><td>125 x 40 x 40</td></tr> <tr><td>125 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 63 x 63</td></tr> <tr><td>125 x 75 x 75</td></tr> <tr><td>125 x 90 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 90 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 110 x 110</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 | 40 | 50 | 75 | 90 | 110 | 125 | 90 x 32 x 32 | 90 x 40 x 40 | 90 x 50 x 50 | 90 x 63 x 63 | 90 x 75 x 75 | 110 x 32 x 32 | 110 x 63 x 63 | 110 x 90 x 50 | 125 x 32 x 32 | 125 x 40 x 40 | 125 x 50 x 50 | 125 x 63 x 63 | 125 x 75 x 75 | 125 x 90 x 50 | 125 x 90 x 90 | 125 x 110 x 110 | Forquilhas Duplas 45° Double Forks 45°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>90 x 90 x 90</td></tr> <tr><td>110 x 110 x 110</td></tr> <tr><td>90 x 32</td></tr> <tr><td>90 x 63</td></tr> <tr><td>110 x 32</td></tr> <tr><td>110 x 40</td></tr> <tr><td>110 x 50</td></tr> <tr><td>110 x 63</td></tr> <tr><td>125 x 32</td></tr> <tr><td>125 x 40</td></tr> <tr><td>125 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 63</td></tr> </table> | Ø (mm) | 90 x 90 x 90 | 110 x 110 x 110 | 90 x 32 | 90 x 63 | 110 x 32 | 110 x 40 | 110 x 50 | 110 x 63 | 125 x 32 | 125 x 40 | 125 x 50 | 125 x 63 | Forquilhas Duplas Redução 45° Double Reduction Forks 45°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>90 x 40 x 40</td></tr> <tr><td>90 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>90 x 75 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 75 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 90 x 90</td></tr> <tr><td>90 x 32</td></tr> <tr><td>90 x 63</td></tr> <tr><td>110 x 32</td></tr> <tr><td>110 x 63</td></tr> <tr><td>125 x 32</td></tr> <tr><td>125 x 40</td></tr> <tr><td>125 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 63</td></tr> </table> | Ø (mm) | 90 x 40 x 40 | 90 x 50 x 50 | 90 x 75 x 75 | 110 x 75 x 75 | 110 x 90 x 90 | 90 x 32 | 90 x 63 | 110 x 32 | 110 x 63 | 125 x 32 | 125 x 40 | 125 x 50 | 125 x 63 | Tes Duplos Redução 87° 30' Double Reduction Tees 87° 30'  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>110 x 40 x 40</td></tr> <tr><td>110 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>110 x 75 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 90 x 90</td></tr> <tr><td>110 x 32</td></tr> <tr><td>110 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 75</td></tr> <tr><td>125 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 110</td></tr> </table> | Ø (mm) | 110 x 40 x 40 | 110 x 50 x 50 | 110 x 75 x 75 | 110 x 90 x 90 | 110 x 32 | 110 x 75 | 110 x 90 | 125 x 75 | 125 x 90 | 125 x 110 |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 32 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 40 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 63 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 75 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 32 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 63 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 90 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 32 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 40 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 63 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 75 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 110 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 90 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 110 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 40 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 75 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 75 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 90 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 40 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 75 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 90 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (*) Forquilhas Duplas Redução 45° Double Reduction Forks 45°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>75 x 40 x 40</td></tr> <tr><td>75 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>110 x 40 x 40</td></tr> <tr><td>110 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 50 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 75 x 75</td></tr> <tr><td>125 x 90 x 50</td></tr> <tr><td>125 x 90 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 110 x 110</td></tr> </table> | Ø (mm) | 75 x 40 x 40 | 75 x 50 x 50 | 110 x 40 x 40 | 110 x 50 x 50 | 125 x 50 x 50 | 125 x 75 x 75 | 125 x 90 x 50 | 125 x 90 x 90 | 125 x 110 x 110 | Unões Sockets  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32</td></tr> <tr><td>40</td></tr> <tr><td>50</td></tr> <tr><td>(*) 63</td></tr> <tr><td>75</td></tr> <tr><td>90</td></tr> <tr><td>110</td></tr> <tr><td>125</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 | 40 | 50 | (*) 63 | 75 | 90 | 110 | 125 | Forquilhas Redução 45° Reduction Forks 45°  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>75 x 40</td></tr> <tr><td>75 x 50</td></tr> <tr><td>90 x 40</td></tr> <tr><td>90 x 50</td></tr> <tr><td>90 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 75</td></tr> <tr><td>125 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 110</td></tr> </table> | Ø (mm) | 75 x 40 | 75 x 50 | 90 x 40 | 90 x 50 | 90 x 75 | 110 x 75 | 110 x 90 | 125 x 75 | 125 x 90 | 125 x 110 | Reduções Excêntricas Eccentric Reduction  <table> <tr><th>Ø (mm)</th></tr> <tr><td>32 x 40</td></tr> <tr><td>40 x 50</td></tr> <tr><td>75 x 40</td></tr> <tr><td>75 x 50</td></tr> <tr><td>90 x 40</td></tr> <tr><td>90 x 50</td></tr> <tr><td>90 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 75</td></tr> <tr><td>110 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 90</td></tr> <tr><td>125 x 110</td></tr> </table> | Ø (mm) | 32 x 40 | 40 x 50 | 75 x 40 | 75 x 50 | 90 x 40 | 90 x 50 | 90 x 75 | 110 x 75 | 110 x 90 | 125 x 90 | 125 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 x 40 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 40 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 50 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 75 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 110 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (*) 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ø (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 x 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |








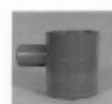


(*) Peça Manual / Hand Made

(*) Peça Manual / Hand Made

Acessórios de colar TU

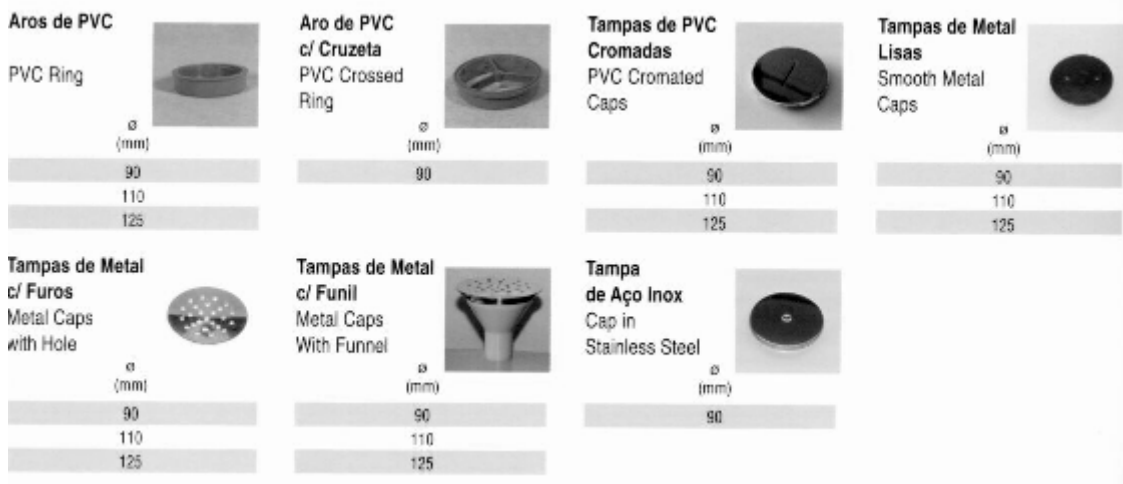
| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Curvas 45° Bends 45°  | Reduções Excêntricas Eccentric Reduction  | Enxertos de Segurança Safety Saddles  | Casquilhos Redutores Reducer Bush  | Unões Sockets  |
| \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) |
| 32 | 75 x 40 | 110 x 125 x 40 | 40 x 32 | 40 x 40 |
| 40 | 75 x 50 | 110 x 125 x 50 | 50 x 40 | 50 x 50 |
| 50 | 90 x 40 | | | |
| 63 | 90 x 50 | | | |
| 75 | 90 x 75 | | | |
| 90 | 110 x 75 | | | |
| 110 | 110 x 90 | | | |
| 125 | 125 x 90 | | | |
| | 125 x 110 | | | |
| Curvas 67° Bends 67°  | Curvas 87° 30' F/F Bends 87° 30' F/F  | Enxertos Exteriores External Saddles  | Tampões End Cap  | Tes 87° 30' F/F Tees 87° 30' F/F  |
| \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) |
| 75 | 32 | 125 x 110 x 40 | 40 | 32 |
| 110 | 40 | 125 x 110 x 50 | 50 | 40 |
| 125 | 50 | | | 50 |
| | 75 | | | |
| | | Tampões de Redução Reduction End Caps  | Curva Reforçada 87° 30' Reinforced Bend 87° 30'  | |
| | | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | |
| | | 110 x 50 x 40 | 110 | |
| | | 125 x 50 x 40 x 32 | | |

Sifões

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sifões 90 x 1 ø 40 c/ tampa Siphons 90 x 1 ø 40 with cap  | Sifões 90 x 3 ø 40 c/ tampa Siphons 90 x 3 ø 40 with cap  | Sifões 90 x 1 ø 40 s/ tampa Siphons 90 x 1 ø 40 without cap  | Sifões 90 x 3 ø 40 s/ tampa Siphons 90 x 3 ø 40 without cap  |
| \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) |
| 90 x 40 x 50 x 80 | 90 x 40 x 50 x 80 | 90 x 40 x 50 x 80 | 90 x 40 x 50 x 80 |
| 90 x 40 x 50 x 100 | 90 x 40 x 50 x 100 | 90 x 40 x 50 x 100 | 90 x 40 x 50 x 100 |
| Sifões 110 Siphons 110  | Sifões 125 Siphons 125  | Sifões Orientáveis Adjustable Siphons  | Sifão 90 x 1 ø 40 Siphon 90 x 1 ø 40  |
| \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | \varnothing (mm) |
| 110 x 40 x 50 x 80 | 125 x 40 x 50 | 90 x 1 x 1 | 90 x 40 |
| 110 x 40 x 50 x 115 | 125 x 40 x 75 | 90 x 2 x 1 | |
| | 125 x 50 x 75 | 90 x 3 x 1 | |
| Sifão de Pia Sink Siphon  | Sifão BT BT Siphon  | | |
| \varnothing (mm) | \varnothing (mm) | | |
| 110 x 90 | 110 x 50 x 40 | | |

Aros e

tampas



7.5. PVC.C

7.5.1. Descrição geral

O PVC clorado (**PVC.C**) foi descoberto nos Estados Unidos na década de cinquenta, onde é comercializado desde 1959. Este material tem expandido largamente a sua utilização, nomeadamente pela substituição de outros materiais que com o tempo têm vindo a ser questionados. O processo de fabricação do PVC.C confere-lhe propriedades acrescidas nomeadamente em termos de resistência térmica e resistência química.

Apresentando uma densidade de 1,5, o PVC.C é utilizado, nomeadamente no fabrico de tubos e acessórios e, pode ser instalado usando a mesma técnica simples do conhecido PVC – a colagem a frio.

As suas excelentes propriedades físicas e químicas permitem a sua utilização em numerosas aplicações, nomeadamente onde se conjugam altas temperaturas e pressões (70°C - 6 bars) e agentes corrosivos.

Entre as vantagens que este sistema de tubagens apresenta, podemos salientar as seguintes:

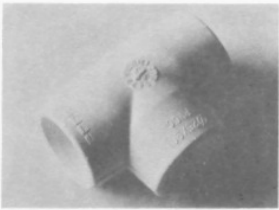
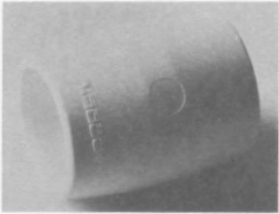
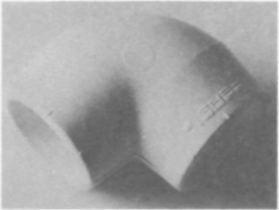
- alta resistência à temperatura;
- facilidade e economia de instalação;
- isolamento acústico;
- isolamento térmico;
- alta resistência química;
- apto para uso alimentar;
- performance a longo prazo (-i- 50 anos).

7.5.2. Descrição do Produto

Os sistemas de distribuição de água potável quente e fria, produzidos a partir de policloreto de vinilo clorado (PVC.C) são projectados para a utilização em casas uni ou pluri-familiares, apartamentos, edifícios altos, hotéis e instalações comerciais. O PVC.C é utilizado nos Estados Unidos para a distribuição de água quente e fria, desde 1960. Tem uma história de desempenho superior e preços competitivos comparados com os sistemas metálicos ou outros sistemas alternativos. Os tubos e acessórios de PVC.C são unidos por colagem que, através da ligação química, transforma o tubo e acessório numa peça contínua e única.

| Diâmetro nominal | Diâmetro exterior (mm) | | Espessura da parede (mm) | |
|------------------|------------------------|--------|-----------------------------------------------------|--------|
| | | | Pressão nominal ^(a) , MPa ^(b) | |
| | | | 2,5 | |
| | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| 20 | 20,0 | 20,3 | 2,3 | 2,8 |
| 25 | 25,0 | 25,3 | 2,8 | 3,3 |
| 32 | 32,0 | 32,3 | 3,6 | 4,2 |

(a) A pressão nominal é referida à temperatura de 20°C. Para as diferentes temperaturas de utilização ver Quadro 3.
(b) 1 MPa \equiv 10,2 kgf/cm²

Curva a 90°
União simples
Tê a 90°

Quadro 11 – Tubos PVC.C Diâmetro/Pressão

7.5.3. Vantagens do Produto

1. Desempenho comprovado desde 1959
2. Ligações fiáveis
3. Pequeno investimento em ferramentas (apenas cortador e chanfrador)
4. Economia substancial de mão-de-obra
5. Economia substancial de material
6. Eliminação da utilização de maçarico ou máquinas de soldar

7. Mais fácil de trabalhar em locais apertados
8. Mais silencioso que os sistemas metálicos – isola em vez de ressoar o som do fluxo de água
9. Reduz consideravelmente a condensação
10. Isolamento superior - reduz perdas de calor
11. Golpe de aríete reduzido
12. Utilização da capacidade total de fluxo
13. Eliminação de problemas de incrustações e corrosão
14. Aspecto final, liso e profissional
15. Não há contaminação da água devido à corrosão por produtos ou aditivos
16. Garantia de organismos de saúde pública (Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge) para a condução e abastecimento de água potável
17. Estabilidade de preço
18. Elimina a electrólise
19. O PVC.C tem uma resistência à tracção muito mais elevada que outros termoplásticos utilizados em canalizações

O facto de ter um valor de resistência à tracção superior significa que o PVC.C:

- necessita de menos suportes;
- não há curvatura indesejável do tubo (ver fig. 42);
- é adequado para tubagens horizontais;
- tem uma capacidade para aguentar pressões mais elevadas.

Isto conduz a um mesmo caudal com um tubo de dimensões inferiores

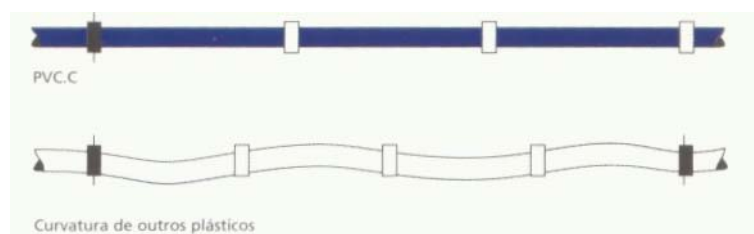


Fig. 42 - O PVC.C não apresenta curvatura indesejável.

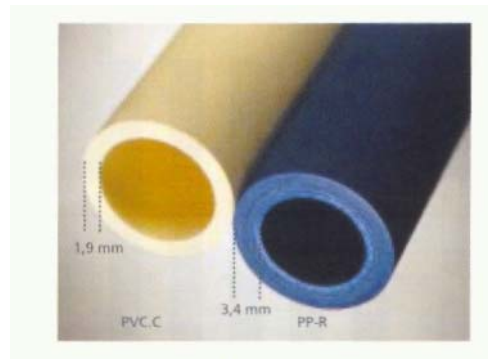


Fig. 43 - Espessura da parede: PVC.C 1

PP-R = 3,4 mm

7.5.4. Corte do Tubo de PVC.C

Um dos benefícios dos tubos de PVC.C é que numerosas e económicas escolhas de ferramentas de corte estão disponíveis. O método mais adequado é o cortador de tubo circular, modificado com uma roda de corte de tubo plástico. O cortador assegura um corte rectilíneo e limpo e torna a mão-de-obra eficiente. Um método alternativo é a utilização de uma tesoura corta tubo. Apesar desta opção ser rápida e fácil, neste método tenha o cuidado de afiar regularmente as lâminas de corte. Se forem utilizadas lâminas mal afiadas, é possível que a pressão exercida no corte cause fissuração da ponta do tubo. Quando utilizar uma tesoura deve raiar a parede exterior rodando a lâmina de corte num movimento circulará volta do tubo. Faça isto antes de aplicar pressão. Como precaução em tempo frio, recomendamos que utilize as mãos para segurar a área do tubo a ser cortada, durante 5 a 10 segundos. Por último, quando estiver a cortar o tubo em ambiente muito frio, recomendamos que escolha métodos de corte alternativos. Outras ferramentas que têm sido utilizadas por canalizadores são as serras de dentes finos, como as serras para metais, várias ferramentas eléctricas têm sido utilizadas em locais de trabalho onde está a ser instalado tubo de maior diâmetro. Serras circulares e de machado são dois dos numerosos métodos a ser empregues por construtores. Quando utilizar ferramentas de corte eléctricas deve utilizar protecção adequada para os olhos.

7.5.5. O PVC.C na Passagem por Vigas

Não é necessário isolamento quando o PVC.C passa através de vigas de madeira. Contudo, quando passa através de vigas metálicas, deve-se tomar medidas para proteger o tubo de abrasão e para evitar ruído. Esta protecção pode ser de materiais plásticos, anéis de borracha, isolamento de tubos ou dispositivos similares.

Os isoladores com interiores lubrificados (mangueiras plastificadas por exemplo) não devem ser utilizados pois os lubrificantes podem ser incompatíveis com PVC.C.

7.5.6. Dilatações/Contrações Térmicas

Como todos os materiais de canalização, o PVC.C expande quando é aquecido e contrai quando arrefecido. As canalizações de PVC.C (independentemente do diâmetro do tubo) irão dilatar aproximadamente 7,5 cm por cada 30 m de comprimento, para um salto térmico de 40°C. Neste sentido, têm de ser feitas tolerâncias para o movimento resultante. Em adição, o tubo tem de ser suspenso com braçadeiras lisas que não restrinjam o movimento.

O facto de o PVC.C ter maior dilatação térmica que os metais causa por vezes preocupações infundadas. Ensaios em laboratório e experiência de instalação demonstram que as questões práticas são muito menores do que o sugerido pelo coeficiente de dilatação térmica. As tensões desenvolvidas nos tubos de PVC.C são geralmente muito menores que as desenvolvidas em tubos metálicos para iguais variações de temperatura, devido à diferença no módulo de elasticidade.

É necessário distinguir duas situações:

- Instalações embutidas;

- Instalações à vista.

No caso das instalações embutidas, o efeito da dilatação é desprezável, uma vez que o PVC.C tem capacidade para absorver este efeito, não necessitando de nenhuma precaução especial.

No segundo caso, quando a tubagem é submetida a saltos térmicos consideráveis, torna-se necessário tomar em consideração a dilatação térmica.

A dilatação térmica é calculada através da fórmula:

$$\Delta L = \alpha * L_t * \Delta T$$

Em que:

ΔL = Variação de comprimento do tubo, em cm;

α = Coeficiente de dilatação linear do PVC. $\alpha = 6,3 \times 10^{-5}$ cm/cm°C;

ΔT = Diferença de temperatura entre a temperatura no momento da instalação e temperatura em fase de exercício, em CC;

L_t = Comprimento do tubo, em cm,

Uma vez calculada a dilatação térmica, torna-se necessário tomar precauções de modo a que esta dilatação não cause problemas na tubagem. A este propósito, é possível actuar de duas maneiras:

- Execução de pontos fixos e deslizantes;
- Execução de compensadores de dilatação.

Pontos fixos FP e deslizante LP:

Os pontos fixos têm como função impedir o movimento do tubo e por esta razão devem realizar uma ligação rígida entre a tubagem e a superfície da parede. Estes pontos são posicionados nas mudanças de direcção (tês, joelhos, etc.) e nas reduções, para absorver os impulsos hidráulicos e na proximidade de válvulas, contadores, etc. Em todo o caso, é conveniente executar o ponto fixo perto de uma ligação do tubo, efectuada com uma união ou com qualquer outro acessório de colar.

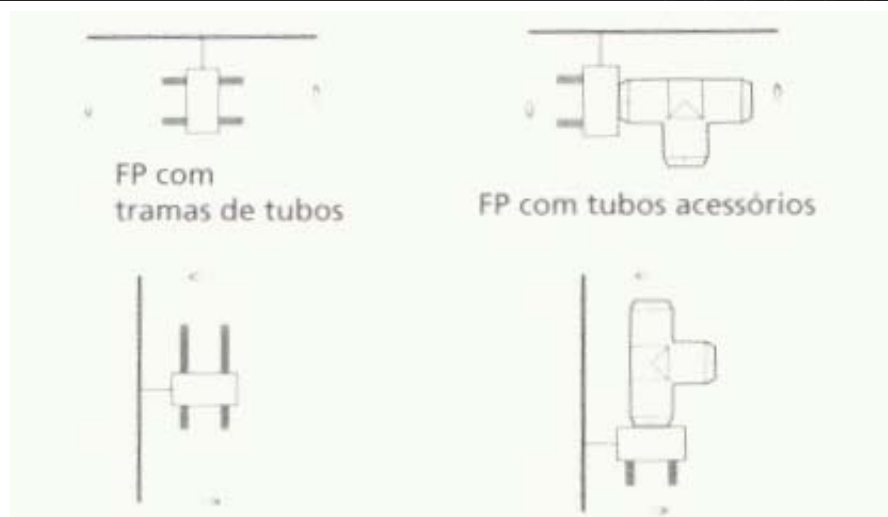


Fig.44 – Pontos fixos “PP”

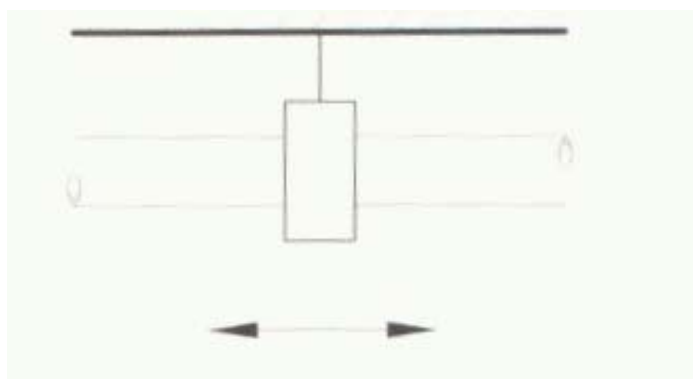


Fig. 45 - O deslizamento do tubo não deve ser obstruído por tubos e acessórios, peças metálicas ou abraçadeiras demasiado apertadas.

7.6. Tubagens estruturadas para saneamento PP (Polipropileno)

7.6.1. Especificações do produto

O sistema duralight segue as especificações de produto, definidas pelo projecto de norma Europeu prEN 13476 (Tubagens estruturadas para saneamento).

7.6.2. Campos de aplicação

Devido às suas propriedades, o sistema duralight pode ser aplicado em condutas subterrâneas de saneamento sem pressão para transporte de águas residuais e pluviais, conforme a regulamentação em vigor.

7.6.3. Características

Os tubos e acessórios do sistema duralight são fabricados com Polipropileno copolímero aditivado. O polipropileno copolímero, nome vulgar para o copolímero de etileno e propileno, combina a superior resistência ao choque dos polietilenos com a melhor rigidez dos polipropilenos.

Os tubos duralight apresentam uma dupla parede, corrugada externamente e lisa no seu interior. Ambas as superfícies são isentas de defeitos, tais como: bolhas, fissuras e inclusões, que possam afectar a estanquidade do sistema.



Fig. 46 - Caixa de Inspeção - Área de Utilização e Características

7.6.4. Poço de Inspeção

O poço de inspeção, produzido em materiais PP (polipropileno), foi desenvolvido com base na experiência do mercado e oferece, portanto vantagens importantes.

O poço está adaptado a tubos de elevação de paredes duplas de 400 mm e, portanto, está munido de um rebordo de engate na manga corrediça e, um rebordo interno de paragem.

No topo do tubo de elevação, a guarnição de telescópio é utilizada como transição para uma camisa de telescópio de 315 mm. Independentemente do facto de no poço estar montado um tubo liso ou corrugado, as possibilidades de limpeza, lavagem e inspeção são muito boas.

O interior do poço tem transições regulares, lisas e curvadas, que eliminam a acumulação de sedimentos e permitem o uso de dispositivos de limpeza e lavagem sem problemas.

A junção lateral radiada anti-fluxo confere características hidráulicas muito boas. Todas as junções de entrada têm a mesma altura de ligação e uma inclinação de 1%, o que permite uma ligação sem problemas do tubo ao poço.



Fig. 47 – Junção lateral

Os poços são produzidos com uma construção muito sólida, com uma robusta estrutura de base reforçada com nervuras, o que permite uma boa margem de segurança contra a deformação bem como em termos de profundidade máxima de instalação e boa resistência contra cargas externas. As dimensões características das caixas de inspeção estão representadas na figura 48.

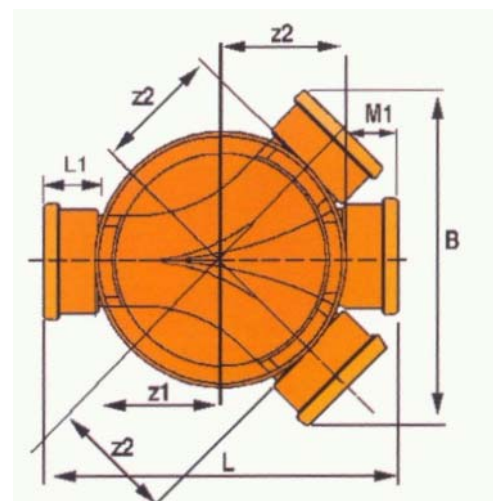
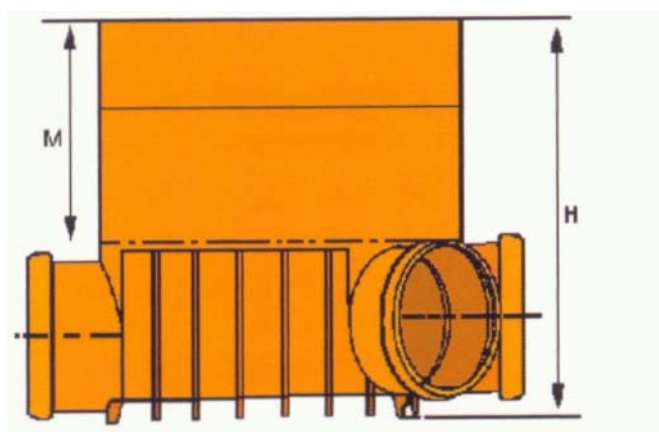


Fig. 48 - Caixa inspeção

O tubo, o poço, o tubo de elevação e o tubo de telescópio constituem um sistema completo em polipropileno.

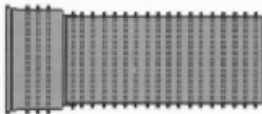
A camisa de telescópio é fornecida completa, com a armação e inclusivamente o tubo de telescópio já montados, tampa e guarnição de borracha,

Utiliza-se sempre um meio de lubrificação à base de silicone para facilitar o ajustamento em altura.



Fig. 49 – Tubo telescópico

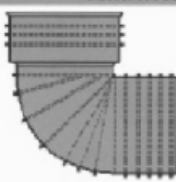
Alguns exemplos de acessórios (*fonte Uponor*):



TUBOS


| φ nominal (mm) | φ interior SN4 (mm) | φ interior SN8 (mm) |
|----------------|---------------------|---------------------|
| 160 | 140,5 | 140,3 |
| 200 | 175,9 | 175,3 |
| 250 | 218,2 | 217,4 |
| 315 | 276,1 | 274,4 |
| 400 | 349,0 | 347,6 |
| 500 | 438,4 | 436,6 |

CURVA A 88°



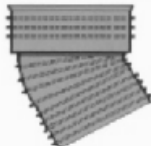
| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 160 |
| 200 |
| 250 |
| 315 |
| 400 |

REDUÇÃO



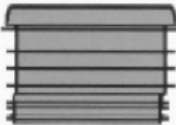
| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 200/160 |
| 250/200 |
| 315/200 |
| 315/250 |
| 400/315 |

CURVA A 15°



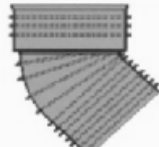
| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 160 |
| 200 |
| 250 |
| 315 |
| 400 |

UNIÃO PARA TUBOS CORRUGADOS/LISOS



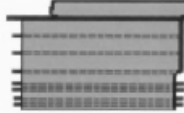
| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 160/160 |
| 200/200 |
| 250/250 |
| 315/315 |
| 400/400 |

CURVA A 30°



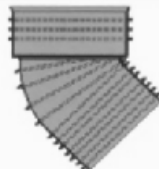
| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 160 |
| 200 |
| 250 |
| 315 |
| 400 |

REDUÇÃO PARA TUBOS LISOS



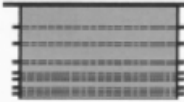
| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 250/200 |
| 315/200 |
| 315/250 |
| 400/315 |

CURVA A 45°



| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 160 |
| 200 |
| 250 |
| 315 |
| 400 |

TAMPÃO



| φ nominal (mm) |
|----------------|
| 160 |
| 200 |
| 250 |

7.7. Sistema PEX

7.7.1 Estrutura Técnica

O PEX (Polietileno Reticulado) é um sistema que utiliza cinco camadas sobrepostas de dentro para fora com utilização de Polietileno (HDPE ou PEX), firmemente unidos com adesivo aquecido em um tubo de alumínio (alma). Todas as camadas são extrudadas separadamente.

A parte interna e externa do PEX é de PE especial, higienizado, não tóxico e completamente isento de rugosidade internas. O tubo interno de alumínio é completamente estanque ao gás, conferindo assim as vantagens do metal com o tubo plástico, eliminando-se as desvantagens do uso destes materiais quando empregadas separadamente. Este sistema inovador confere alta resistência a corrosão e é indicado para uso em baixas e altas pressões de serviço pois o tubo interno confere alta resistência a vazamento de gás e líquidos em geral. O sistema de estanquidade através de porcas de pressão confere resistência a vazamento em instalações hidráulicas.

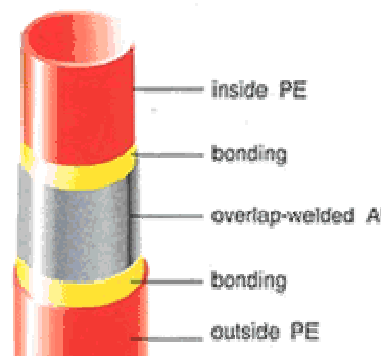


Fig. 50 – Tubo PEX (Polietileno Reticulado) em corte

7.7.2. Principais Vantagens no Uso do Sistema PEX

| Specification (mm) | Burst Pressure (MPa) | radial tensile strength (NM) | long-term hydraustatic strength (MPa) | working temperature(Celsius degree) | | | working pressure (MPa) | |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|---------------------------|--------|
| | | | | pipe A | pipe B | pipe C | pipe A,B | pipe C |
| 1014 | 7.0 | 2300 | 2.7 | -40~60 | -40~95 | -20~40 | 1.0 | 0.4 |
| 1216 | 6.0 | 2300 | 2.7 | | | | | |
| 1418 | 6.0 | 2300 | 2.7 | | | | | |
| 1620 | 5.0 | 2500 | 2.7 | | | | | |
| 2025 | 4.0 | 2500 | 2.3 | | | | | |
| 2632 | 4.0 | 2500 | 2.1 | | | | | |
| 3240 | 4.0 | 2800 | 2.1 | | | | | |
| 4150 | 3.5 | 3200 | 2.0 | | | | | |
| 5163 | 3.5 | 3200 | 2.0 | | | | | |
| 6375 | 3.5 | 3200 | 2.0 | | | | | |

Quadro 12 – Temperatura & Resistência à pressão de serviço

- Condutividade Térmica

0.45W/m. k, aproximadamente 1/100 do tubo de aço;

- Resistência a Corrosão

Em temperatura normal, não dissolve em qualquer solução conhecida e é resistente contra ácido, base alcalina, sal e outras substâncias.

- Higiene

O PEX é totalmente higiênico, não tóxico, livre de ferrugem e livre de crescimento de microorganismos, evitando assim a contaminação da água. O sistema foi testado e sua potabilidade foi aprovada em conformidade com o Padrão BS 6920 britânico pelo WQC britânico e em testes realizados na Universidade Politécnica de Hong Kong.

7.7.3. Temperatura Excessiva & Pressão/Vida Útil

Como se pode observar no **gráfico 2**, quando se utilizam pressões abaixo das condições normais de pressões, o PEX pode ter uma vida útil de funcionamento de mais de 50 anos.

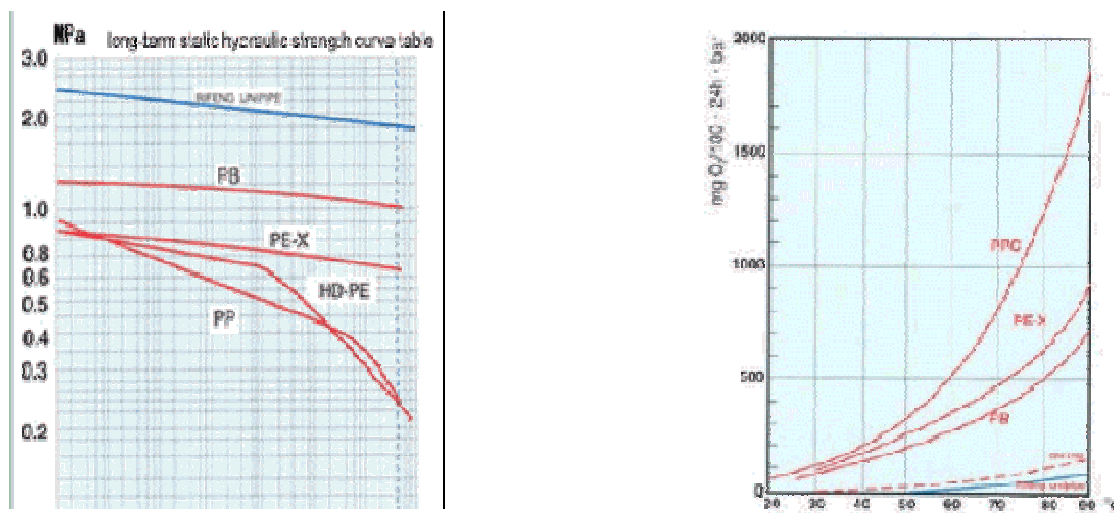


Gráfico 2 – Pressões

- Resistência a Chamas

O PEX é composto por uma estrutura de alta resistência a chamas. Na realização dos ensaios observou-se melhor resistência quando comparado a tubos de polietileno chegando a alcançar Grau B1 da norma GB8624.

- Função Hidráulica

O coeficiente de rugosidade do PEX é 0.007mm. Esta rugosidade favorece excelente fluxo livre da água ou fluido evitando assim perda de carga normal como nos outros sistemas. Devido à sua flexibilidade natural o sistema evita golpes de aríete e consequentemente ruídos na tubulação.

- Outras vantagens

A alma de Alumínio confere ao sistema uma melhor resistência estática, à luz e oxigénio.

Também assegura a não proliferação de microorganismos dentro do tubo além de melhor eficiência e estanquidade na condução de gases.

- Coeficiente de Expansão Térmica

25x10m/m.k, somente 1/8 comparados aos tubos PE, similar aos tubos de alumínio;

| pipes Projects | Plypipe | All-plastic pipe | Galvanized pipe |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| materials | PE(X)/AL/PE (X) | PPC or PE or PB or UPVC etc | steel |
| self weight | light | light | heavy |
| packing | coil | coil or straight | straight |
| cutting | easiest | easy | difficult |
| connection | easy | easier or easy | difficult |
| shock- resistance | strong | general | strong |
| pressure- resistance | Hi | general | Hi |
| corrosion- resistance | Hi | Hi | bad |
| bending | easy but never spring back | easy but spring back | no bending |
| permeability | no | oxygen diffussion | no |
| size stability | Hi | lower | Hi |
| installing | easy&no contamination | easy | difficult& contamination |
| burning- | good | bad | best |

7.7.4. Instalação

Facilmente dobrável, este sistema elimina uma série de conexões comparadas às instalações tradicionais, sendo também de fácil/rápida instalação, diminuindo em muito o tempo total de mão-de-obra necessária.

7.7.5. Sistema de Gás Encanado

A camada mediana do PEX confere alta resistência a pressão de trabalho em redes de gás ou oxigénio e é também largamente utilizado em redes de ar comprimido e outros gases.

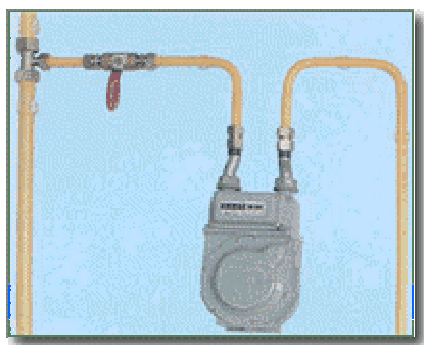


Fig. 51 - Sistema de montagem
(gás encanado)

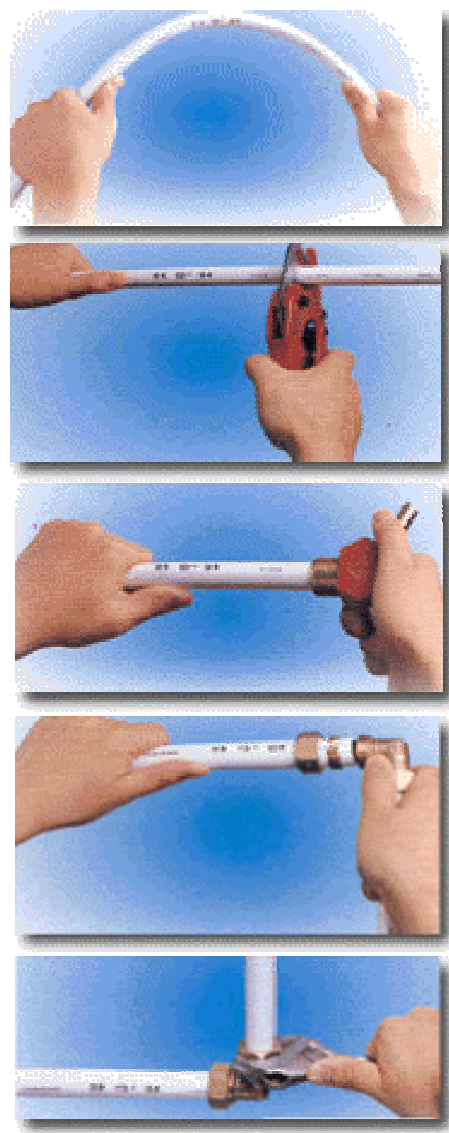


Fig. 52 – Exemplos manuseamento (montagem)

7.7.6. Sistema de Água Quente e Fria

Devido a ausência de rugosidade interna o sistema evita encrustações, conferindo 30% de maior eficiência na condução de líquidos em comparação a tubos de aço. De dobragem fácil, pode ser embutida na parede ou concreto. Pode ser detectado facilmente por equipamentos detectores de metais pois tem alumínio. É de uso frequente em sistemas de refrigeração em aquecimento de água em redes industrial ou residencial.

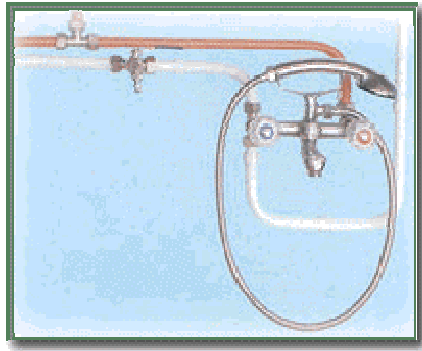


Fig. 53 – Sistema de água quente e fria

7.7.7. Exemplos de utilizações

- Redes Hospitalares, Comestíveis & Produtos Químicos

O PEX não reage quimicamente, é estanque, higiênico e seguro. Em redes hospitalares pode ser utilizado para condução de oxigênio de alta pureza. Este sistema é resistente a corrosão e a contaminações assegurando seu uso em indústrias alimentícias. Em temperaturas abaixo de 60 C, o PEX pode ser utilizado em todos os tipos de ácidos e soluções alcalinas.

- Aquecimento Solar & Ar Condicionado

Devido a alta eficiência térmica, este sistema pode conferir grande economia e eficiência no uso de isolamento térmico.

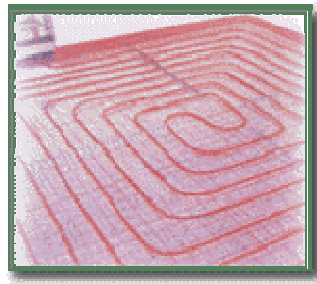


Fig. 54 – Aquecimento do chão

7.8. Tubos em Aço Inox (AISI 304)

7.8.1. Estrutura técnica

Esta tubagem aplicar-se-á em toda a rede de distribuição de água sanitária no interior dos fogos tanto para água fria como para água quente.

O campo de aplicação para instalações da água potável engloba:

- Instalações de água fria
- Instalações de água quente com tubos de circulação
- Instalações de água tratada mediante descalcificação completa

Trata-se de um tubo com costura de parede fina, produzido em aço inoxidável **austenítico** de alta liga (CrNiMo). As superfícies interiores e exteriores dos tubos possuem um acabamento brilhante, desengorduradas e isentas de substâncias que possam provocar corrosão ou comprometer a higiene. Este tipo de tubos podem necessitar de ser preparados para aplicação de qualquer pintura ou primário que se pretenda.

A tubagem de aço inoxidável será do tipo 302 S 17 correspondente à designação americana AISI 304. O tubo deve ter inscrito de 50 em 50 cms a marca do fabricante e a referência da norma segundo a qual é fabricado (BS 4127/2 no caso mais corrente da tubagem ser de origem inglesa).

As uniões entre tubos e entre tubos e acessórios serão executadas com acessórios de compressão em latão (bicones) que por sua vez devem satisfazer a norma BS 864/2.

Na execução das uniões devem ser escrupulosamente cumpridas as especificações do fabricante quanto ao aperto a praticar (n.º de voltas em função do diâmetro).

O corte e a dobragem do tubo devem ser feitos com equipamento adequado, sujeito à aprovação da Fiscalização.

7.8.2. Instalação

Há uma distinção a fazer entre os tubos que são:

- Fixados por cima do estuque ou em calhas técnicas
- embebidos no estuque ou
- estendidos por baixo de um soalho flutuante

No primeiro caso, já existe espaço suficiente para expansão. Os tubos que são embebidos no estuque devem ser introduzidos numa cama flexível de material isolante, tal como a fibra de vidro ou a lã de rocha, ou numa manga de espuma de célula fechada (Fig.55), o que também permite os requisitos de controlo de ruído da norma DIN 4109.

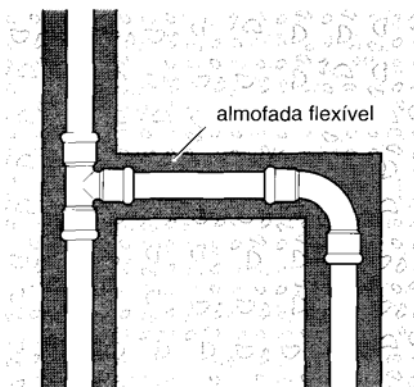


Fig. 55 – Tubos embebidos no estuque

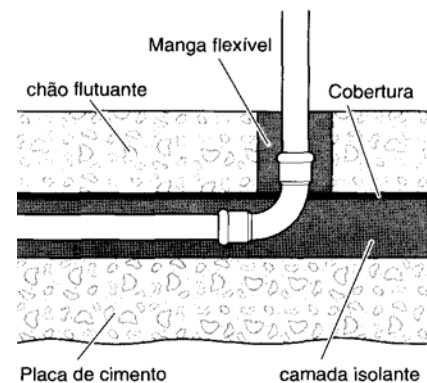


Fig. 56 - Tubos sob soalho flutuante

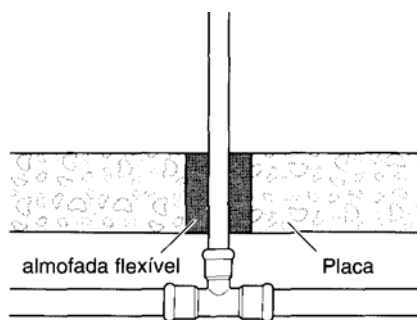


Fig. 57 - Tubos passando através de buracos na placa

No chão, a tubagem estende-se numa caleira de argamassa, sobre uma camada de isolamento anti-ruído e, portanto, pode expandir-se livremente. Os tubos que emergem verticalmente do solo pedem especial atenção. Nestes pontos, é necessário instalar mangas com os materiais atrás mencionados (Fig. 56). O mesmo se aplica aos tubos que passam através das paredes e/ou das placas, uma vez que o almofadamento permite a liberdade de movimentos em todas as direcções (Fig. 57).

7.8.3. Corte dos tubos

Os comprimentos de tubo necessários podem ser determinados através do método dimensional Z. As dimensões em causa estão especificadas no Regulamento de Abastecimento de Água e Sistemas de Aquecimento Central.

Após a marcação, cortar os tubos nos comprimentos necessários com uma serra de dente fino, uma serra eléctrica, ou um corta-tubos.

Nota:

- As ferramentas têm de ser as adequadas para aço inoxidável e cobre.
- O aço inoxidável não deve exibir qualquer descoloração devida ao calor.
- Não utilizar serras arrefecidas a óleo, discos abrasivos, ou corte a maçarico.
- A utilização de discos de corte abrasivo leva à sensibilização do aço inoxidável devido ao aquecimento local descontrolado, o que aumenta a probabilidade da ocorrência da corrosão.
- Ao serrar, corte os tubos até ao fim, em vez de os separar manualmente, o que não é permitido devido ao risco de corrosão.

Após o corte, deve-se desbarbar cuidadosamente o interior e exterior das extremidades dos tubos, para evitar qualquer dano nas juntas tóricas ao introduzir o tubo para dentro do acessório de prensar.

Pode ser utilizada qualquer ferramenta semelhante ao desbarbador eléctrico, ou qualquer desbarbador manual disponível no comércio, adequado para aço inoxidável, (e cobre) para chanfrar e desbarbar as extremidades dos tubos.

7.9. Tubos em Zinco

Os tubos de queda de águas pluviais serão constituídos por chapa de zinco nº. 14, com secção circular e diâmetro de 90 mm, aplicados nos pontos indicados em desenho.

A descarga destes tubos faz-se de diferentes maneiras de acordo com a sua posição no edifício e conforme especificado em desenho.

Nos casos em que se prevê a descarga dos tubos de queda para a valeta do arruamento deve ser executado um troço de transição entre a base do tubo e a referida valeta, fazendo-se passar sob o passeio público. O trabalho aqui referido inclui o fornecimento e aplicação da tubagem bem como a sua pintura, em moldes correntes, nas condições a definir pela Fiscalização.

8. Fossas Sépticas e Órgãos Acessórios

8.1. Introdução

As fossas sépticas são instalações que se destinam ao tratamento (descontaminação) das águas residuais provenientes das edificações sempre que a rede geral (pública) de recolha e condução de esgotos não exista ou não esteja disponível na zona de construção. São, utilizadas em conjunto com outros órgãos mais adiante referidos, substituem-se às estações de tratamento de esgotos, sendo muito utilizadas em zonas rurais ou em construções isoladas não servidas de colector público.

As fossas sépticas exercem uma primeira acção de depuração biológica dos esgotos e, nesta medida, devem ser encaradas como uma solução incompleta do problema geral do tratamento. Devem, por isso ser secundadas nesta tarefa por outros órgãos acessórios - de infiltração, filtração, ou absorção atmosférica - que completam o processo de tratamento através de uma depuração final por oxidação do efluente líquido lançado pelas fossas. A utilização das fossas sépticas é reservada a esgotos domésticos, sendo admissível a sua aplicação a águas residuais industriais bio degradáveis apenas em casos específicos devidamente justificados. São encaminhados todos os despejos domésticos oriundos de cozinhas, zonas de lavagem, chuveiros, lavatórios, bidés, bacias sanitárias, banheiras, ralos de piso de compartimentos interiores.

8.2. Processo de tratamento

O processo utilizado para tratamento das águas residuais domésticas consiste numa operação de depuração biológica que recorre às bactérias ou microorganismos presentes nos esgotos. Estas bactérias são essencialmente de dois tipos e possibilitam o recurso a duas técnicas distintas de depuração consoante se privilegie a acção de um ou outro tipo:

- Bactérias aeróbias. São as que vivem do oxigénio do ar, retirando-o quer directamente da atmosfera, quer do ar dissolvido na água. Esta acção bacteriana é designada por "oxidação" ou "decomposição aeróbia". Sob a acção dessas bactérias a matéria orgânica é transformada em alimento para as mesmas, processando-se acções bioquímicas - oxidação dos compostos nitrogenados e carbonatados - com a formação de produtos estáveis.
- Bactérias anaeróbias. São as que vivem em atmosferas privadas de ar, pelo que o oxigénio que necessitam é procurado nos compostos orgânicos ou inorgânicos que o contêm, os quais, por via dessa acção, perdem o oxigénio das suas moléculas.

8.3. Princípio de funcionamento

No funcionamento de qualquer fossa séptica estão sempre presentes dois tipos de operações: a decantação ou sedimentação e a digestão ou fermentação. A decantação inicia-se logo após a entrada do esgoto na fossa. A redução de velocidade que as águas residuais acusam quando desembocam na fossa dá lugar a uma primeira separação das matérias sólidas nelas arrastadas. As partículas mais pesadas sedimentam no fundo da fossa, enquanto as mais leves permanecem em suspensão na superfície do líquido. Sob a acção das bactérias aeróbias e sobretudo das anaeróbias processa-se então o fenómeno lento da digestão. No decurso deste fenómeno uma parte da matéria orgânica sólida é convertida em gases ou em substância solúveis que, dissolvidas no líquido da fossa, passam a integrar o efluente de saída. Em contrapartida, a parte restante origina substâncias não solúveis que, ou são decantadas, ou ficam em suspensão à superfície do líquido.

Na figura seguinte mostra-se o funcionamento típico de uma fossa séptica simples, de compartimento único.

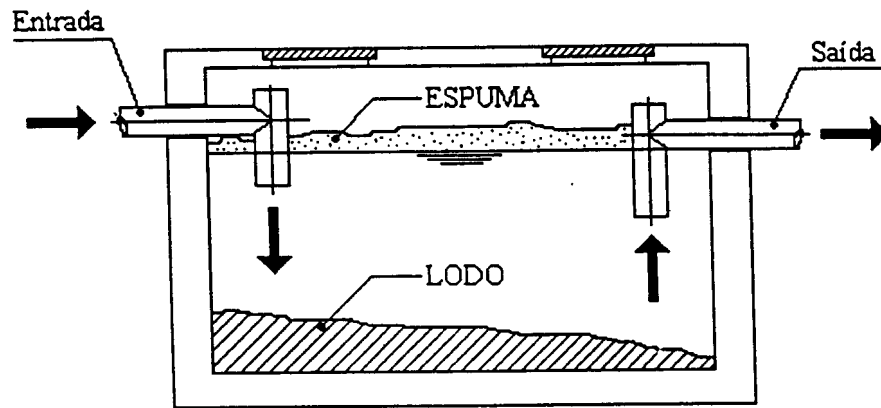


Fig.58 – Funcionamento de uma fossa séptica

Os tubos de entrada e saída devem, tal como se mostra, ficar imersos no líquido, por um lado para garantir que o esgoto não corra à superfície e saia da fossa sem ser reduzido pelas bactérias, e por outro para evitar que a espuma que se forma à superfície do líquido se disperse e possa ver diminuída a sua capacidade isoladora de ar favorável ao fenómeno anaeróbio. A saída dos gases é feita pelo tubo de entrada do efluente.

Os cuidados a ter com certo tipo de descargas, recomenda-se fazer passar os despejos das cozinhas por caixas de gordura antes de serem encaminhados às fossas sépticas. De facto, as gorduras podem prejudicar o processo de depuração na fossa, para além de poderem colmatar os poros dos órgãos filtrantes encarregues da depuração final. Por razões semelhantes, as águas carregadas de óleos, desinfetantes ou produtos químicos corrosivos não devem ser descarregadas nas fossas sépticas antes de passarem por dispositivos capazes neutralizar as reacções químicas ou interceptar as substâncias nocivas ao processo de depuração. Um exemplo de dispositivos deste tipo é as caixas de areia utilizadas como separadoras do óleo e lamas das águas provenientes de postos de gasolina ou garagens que executem lavagem e lubrificação de veículos. As águas das chuvas também não devem ser lançadas nas fossas, por um lado porque o seu volume, sendo grande, pode agitar violentamente a massa líquida e perturbar o trabalho das bactérias; por outro, porque as águas das chuvas arrastam sempre ar atmosférico, o que não favorece a acção das bactérias anaeróbias que, como se disse, é dominante nas fossas sépticas.

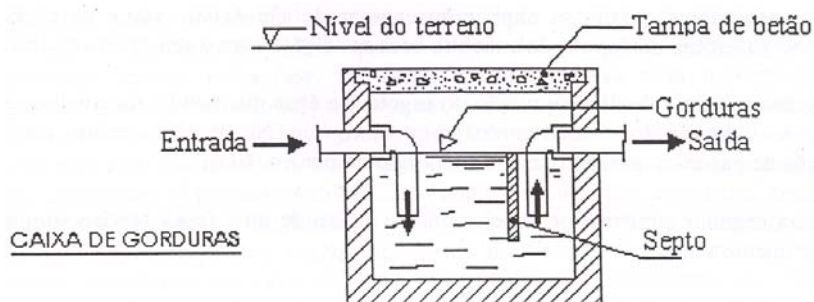


Fig.59 – Caixa de Gorduras

8.4. Concepção e dimensionamento

A forma de construção de uma fossa séptica deve reflectir o grau de eficácia de depuração que dela se pretende. Um princípio de construção recomendado como forma de melhorar a eficiência do tratamento é o de criar na fossa séptica, no mínimo, dois compartimentos distintos, devendo o primeiro ficar com uma capacidade dupla da de cada um dos restantes, que devem ser iguais entre si.

- Fossa séptica de câmara única: É constituída por um único compartimento, onde se processam conjuntamente os fenómenos da decantação e digestão.
- Fossa séptica de câmaras sobrepostas: É constituída por câmaras distintas, nas quais se processam independentemente os fenómenos da decantação e da digestão.
- Fossa séptica de câmaras em série: É constituída por compartimentos (no mínimo dois) interligados onde se processam, conjuntamente, os fenómenos da decantação e digestão, com predominância da digestão no primeiro compartimento. Este tipo de fossa séptica é utilizado nos casos em que seja necessário um efluente de baixo teor de sólidos suspensos.

Relativamente ao dimensionamento, as fossas sépticas devem obedecer às seguintes condições para favorecer as acções físicas e biológicas que nelas se processam:

- A altura de líquido deve ser superior a 1,20 m e inferior a 2,00 m, admitindo-se que possa atingir 2,25 m em fossas de grande capacidade.
- A relação comprimento/largura deve ser 3/1, podendo chegar a 5/1 nas fossas sépticas multicompartimentadas.
- O volume útil de uma fossa séptica deve ser determinado com base nas seguintes parcelas.

- Volume ocupado pelas águas residuais $V1 = P \times C \times t_r$

- Volume ocupado pelas lamas digeridas $V2 = P \times C_{Ld} \times (t_L - t_d)$

- Volume ocupado pelas lamas em digestão $V3 = P \times (C_{Lf} - C_{Ld}) / 2 \times t_d$

e com os seguintes valores de projecto recomendados para os parâmetros:

V - Volume útil (m³)

P - População de projecto (hab.)

C - Capitação de águas residuais (l/hab. dia)

C_{Lf} - Capitação de lamas frescas (0.45 l/hab. dia)

C_{Ld} - Capitação de lamas digeridas (0.11 l/hab. dia)

t_r - tempo de retenção (1-3 dias)

t_L - tempo entre limpezas (360-720 dias)

t_d - tempo de digestão de lamas (60 dias)

A soma das três parcelas fornece a expressão base para o volume útil da fossa:

$$V = \left[P * \left(C * t_r + C_{Ld} * t_L + \frac{C_{Lf} - 3 * C_{Ld}}{2} * t_d \right) \right] * 10^{-3}$$

O tempo de retenção é calculado em função do caudal médio de águas residuais afluente e deverá ser definido em função da população servida com base no seguinte critério: 3 dias, quando se destine a servirem população inferior a 20 habitantes; 2 dias, para população entre 20 e 50 habitantes; 1 dia, para populações superiores a 50 habitantes.

8.4.1. Fossas de pequena dimensão

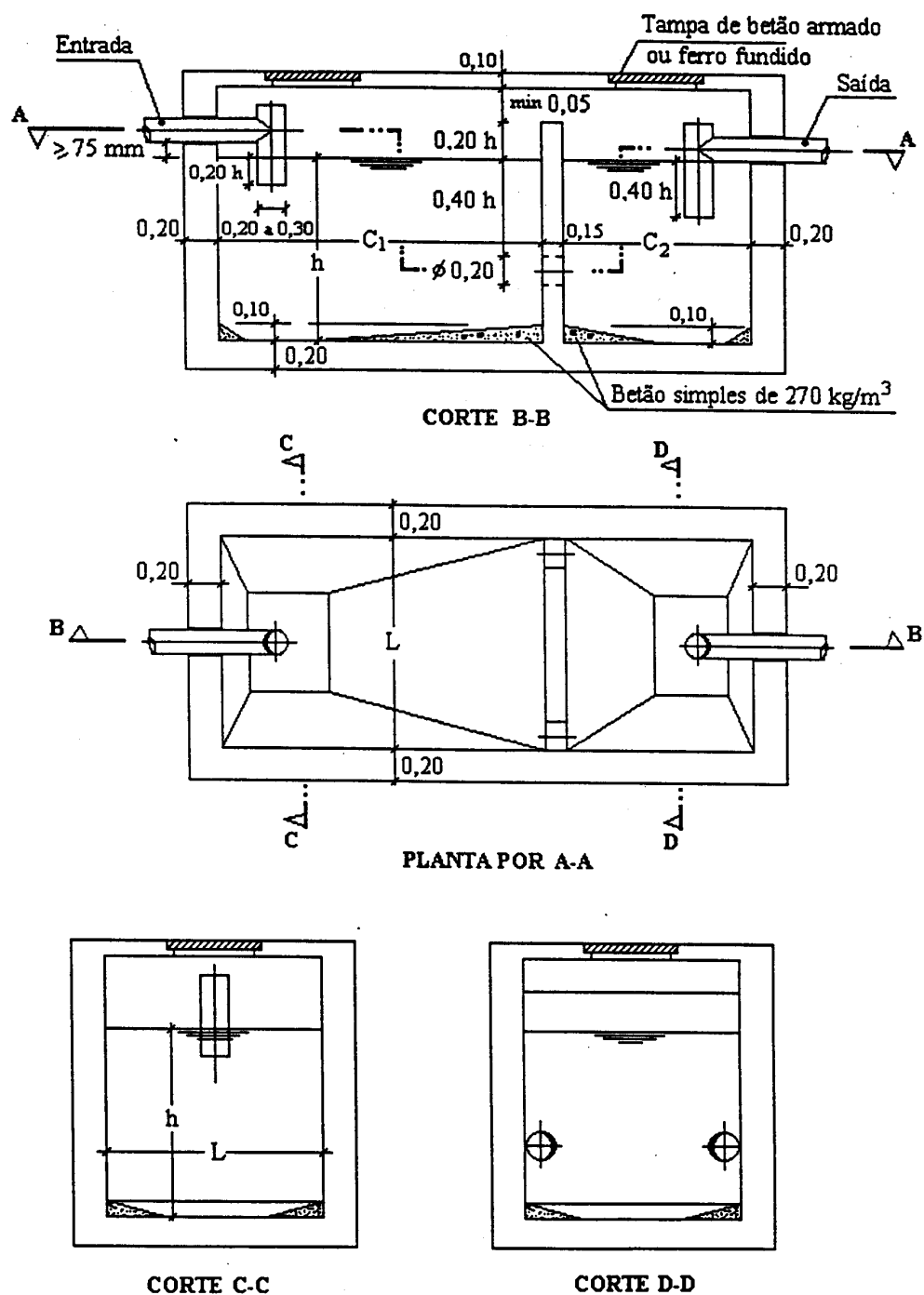


Fig.60 – Dimensões de uma fossa de pequena dimensão

| P (hab.) | t_r (dias) | t_L (dias) | $V^{(*)}$ (m ³) | altura de água h (m) | 0,20 h (m) | 0,40 h (m) | Comp. C ₁ (m) | Comp. C ₂ (m) | Larg. L (m) |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 5 | 3 | 720 | 2000 | 1,20 | 0,24 | 0,48 | 1,50 | 0,75 | 0,75 |
| 10 | 3 | 720 | 3900 | 1,30 | 0,26 | 0,52 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| 15 | 3 | 720 | 5800 | 1,35 | 0,27 | 0,54 | 2,40 | 1,20 | 1,20 |
| 20 | 3 | 720 | 7900 | 1,35 | 0,27 | 0,54 | 2,80 | 1,40 | 1,40 |

(*) - O volume da fossa é calculado com base numa captação de esgoto de 100 l/hab.dia

Quadro 13 – Dimensionamento de fossas de pequena dimensão

8.4.2. Fossas de média dimensão

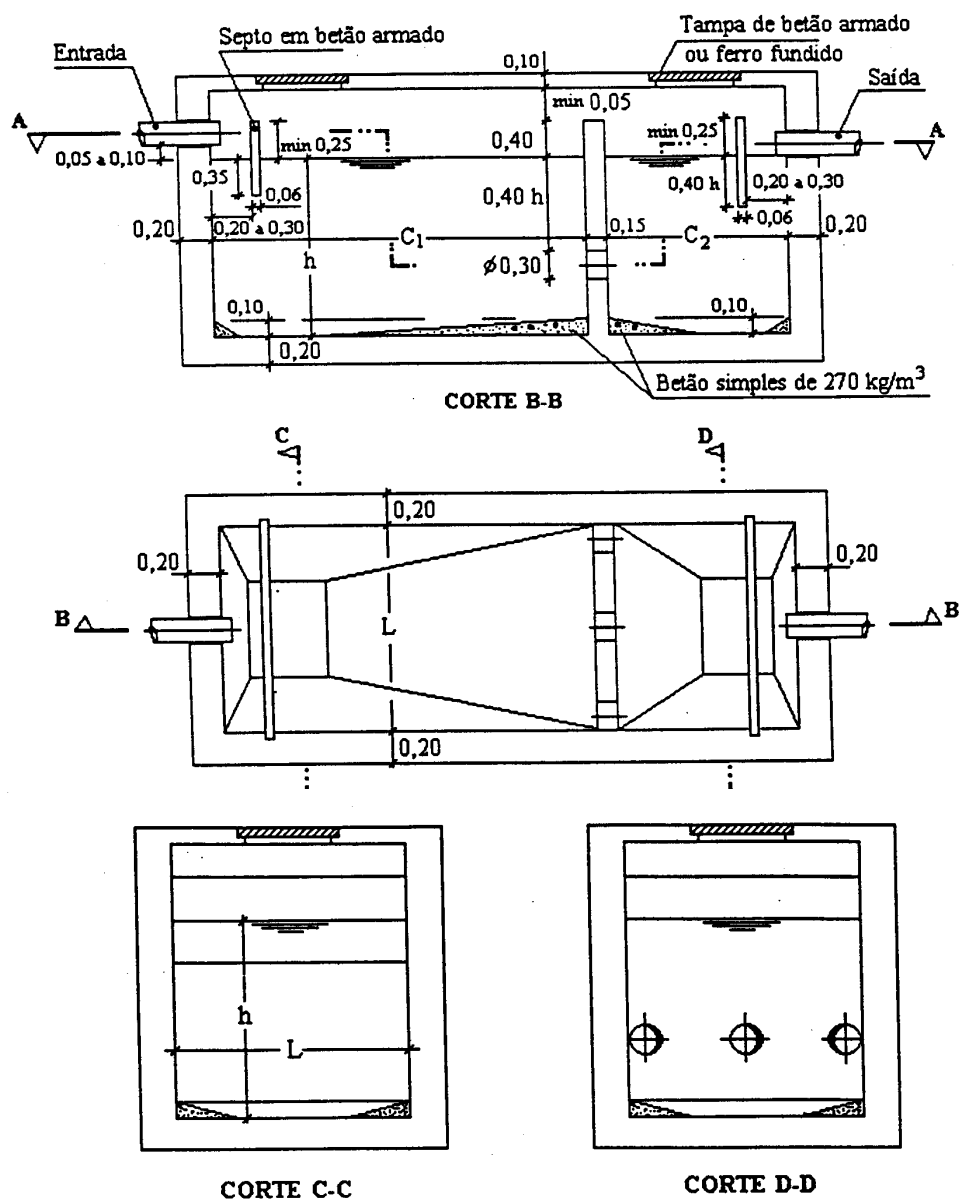


Fig.61 – Dimensões de uma fossa de média dimensão

| P (hab.) | t _r (dias) | t _L (dias) | V ^(*) (m ³) | altura de água h (m) | 0,40 h (m) | Comp. C ₁ (m) | Comp. C ₂ (m) | Larg. L (m) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 30 | 2 | 180 | 6800 | 1,35 | 0,54 | 2,60 | 1,30 | 1,30 |
| 30 | 2 | 720 | 8800 | 1,40 | 0,56 | 2,90 | 1,45 | 1,45 |
| 50 | 2 | 180 | 11500 | 1,50 | 0,60 | 3,20 | 1,60 | 1,60 |
| 50 | 2 | 720 | 14300 | 1,40 | 0,56 | 3,70 | 1,85 | 1,85 |

(*) - O volume da fossa é calculado com base numa captação de esgoto de 100 l/hab.dia

Quadro 14 – Dimensionamento de fossas de média dimensão

8.4.3. Fossa de grande dimensão

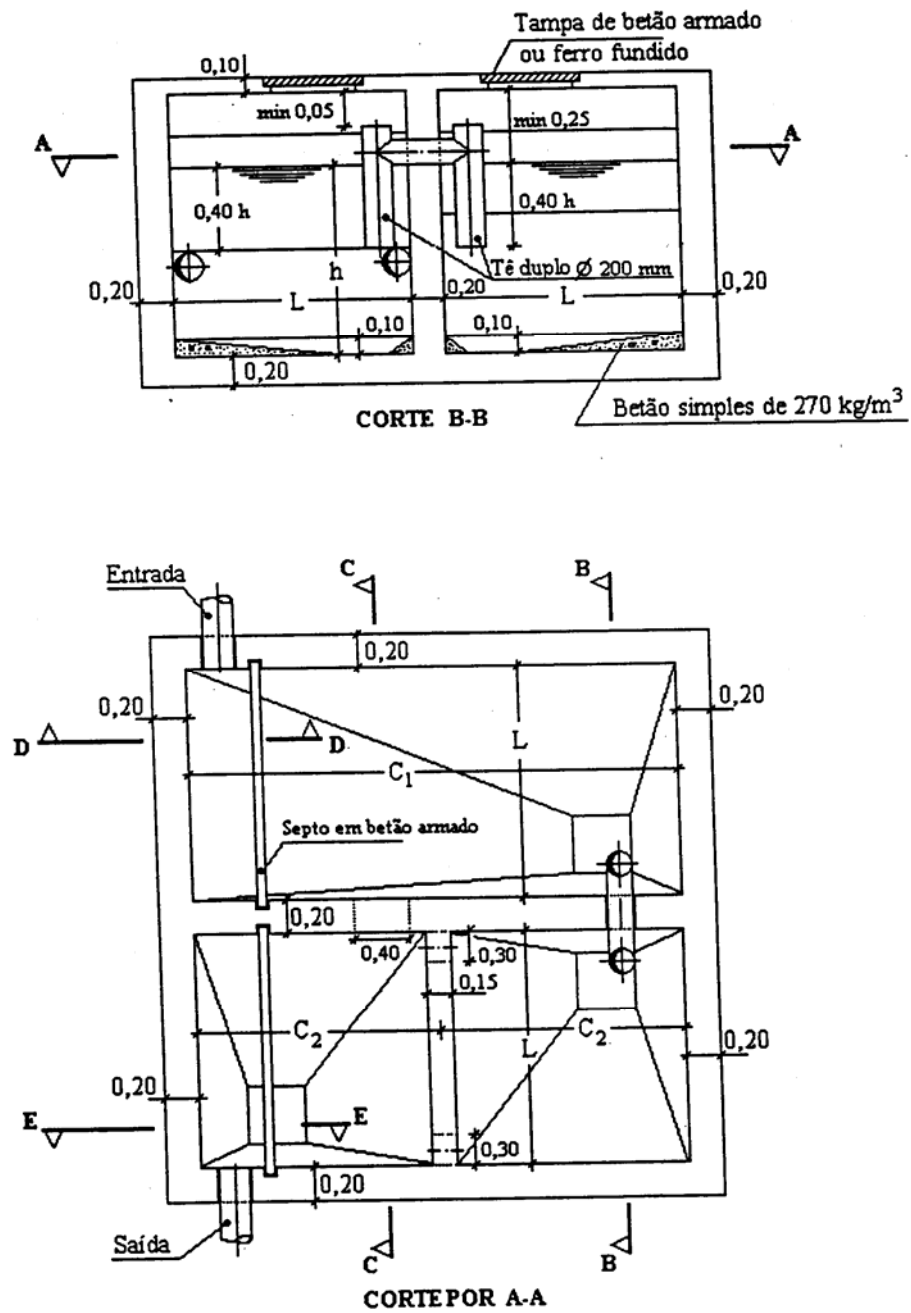


Fig.62 A – Dimensões de uma fossa de grande dimensão

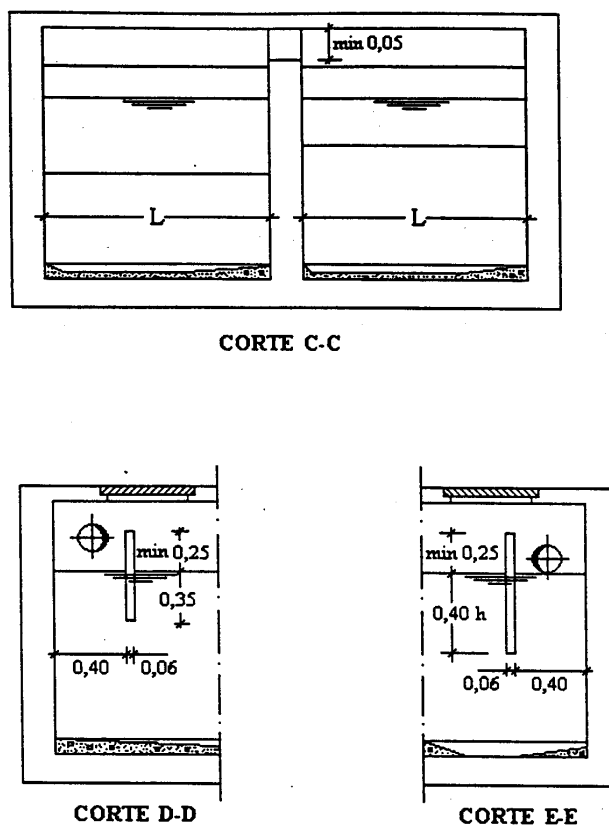


Fig.62 A – Dimensões de uma fossa de grande dimensão - Corte

| P (hab.) | t_r (dias) | t_L (dias) | $V^{(*)}$ (m ³) | altura de água h (m) | 0,40 h (m) | Comp. C ₁ (m) | Comp. C ₂ (m) | Larg. L (m) |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 70 | 1 | 180 | 8600 | 1,50 | 0,60 | 2,40 | 1,20 | 1,20 |
| 70 | 1 | 720 | 13500 | 1,50 | 0,60 | 3,00 | 1,50 | 1,50 |
| 100 | 1 | 180 | 12500 | 1,60 | 0,64 | 2,80 | 1,40 | 1,40 |
| 100 | 1 | 720 | 18500 | 1,60 | 0,64 | 3,40 | 1,70 | 1,70 |

(*) - O volume da fossa é calculado com base numa captação de esgoto de 100 l/hab.dia

Quadro 15 – Dimensionamento de fossas de grande dimensão

8.4.4. Fossas de Câmara Sobrepostas

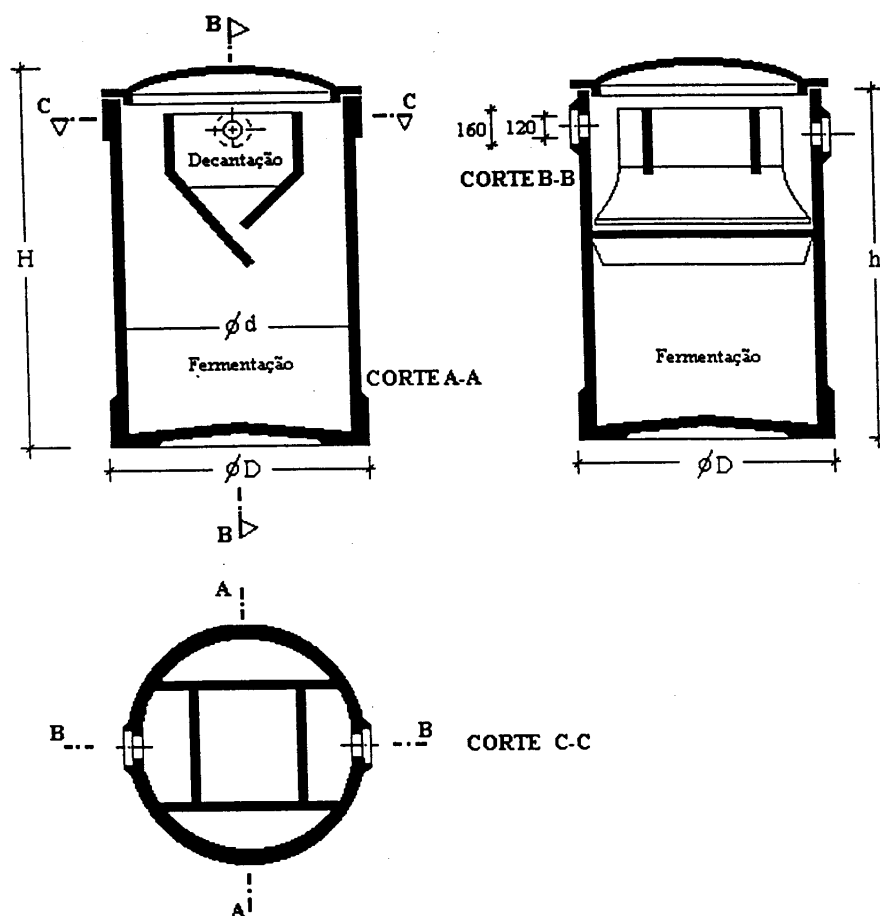


Fig.63 – Dimensões de uma fossa de câmara sobreposta

| Fossas (Tipos) | Capacidades de serviço | DIMENSÕES (mm) | | | | PESOS (Kgs) | | |
|-------------------|---------------------------|----------------|------|-----|-----|-------------|-------|-------|
| | | H | h | D | d | Corpo | Tampa | Total |
| 1 | 5 pessoas | 1318 | 1273 | 710 | 670 | 99 | 19 | 118 |
| 2 | 10 pessoas | 1679 | 1634 | 853 | 813 | 156 | 23 | 179 |

Quadro 16 – Dimensionamento de fossas de câmara sobreposta

8.5. Órgãos Acessórios

Relativamente ao destino final a dar aos esgotos após a sua retenção na fossa séptica, onde recebem o tratamento primário, várias situações podem ocorrer, não só quanto ao meio para onde são encaminhados e dispersados (solo, curso de água, atmosfera), como também no maior ou menor cuidado posto no tratamento secundário fora da fossa existência ou ausência de filtração no processo de oxidação biológica, por exemplo).

8.5.1. Órgãos de infiltração

Estes dispositivos têm por objectivo promover a infiltração do efluente das fossas no solo em condições sanitárias e ambientais adequadas. Nesta medida, devem ser considerados não só como sistemas de dispersão dos efluentes no solo, mas também como órgãos de tratamento complementares das fossas. Ambas estas funções são de extrema importância. Através da primeira consegue-se que o efluente se infiltre no solo a um ritmo adequado; a segunda permite que seja evitada a contaminação do solo pelas águas residuais descarregadas, através de uma acção de oxidação da matéria orgânica, com destruição dos microorganismos patogénicos, que ocorre durante o processo de filtração através das camadas permeáveis do solo. Os órgãos de infiltração mais comuns, que aqui desenvolveremos, são os poços absorventes e as valas de infiltração. Antes, porém, dado que a eficácia de funcionamento de soluções deste tipo depende da capacidade de infiltração ou absorção do terreno para onde são projectadas, descreve-se seguidamente a forma de determinar essa capacidade e a sua tradução, em coeficientes para dimensionamento da solução adoptada.

8.5.1.1. Coeficientes de infiltração do solo

O dimensionamento dos órgãos absorventes, na forma de poços ou trincheiras, é feito com base na capacidade de absorção do solo, que deve ser determinada por meio de ensaio de percolação. Os passos necessários para a realização do ensaio são os seguintes:

1 ° - Escava-se no solo um orifício, com dimensões horizontais que podem ir de 10 cm até 30 cm e uma profundidade igual à que se pretende para o fundo do órgão absorvente; poupa-se tempo, trabalho e água, se o orifício for aberto com uma colher extractora manual de 10 cm.

2° - Limpa-se bem o orifício e liberta-se o mesmo de todo o material solto, colocando no fundo uma camada de 5 cm de areia grossa ou brita fina para evitar a erosão.

3° - Verte-se água limpa no orifício até atingir 30 cm de altura acima da camada do fundo. Repete-se a operação até que a água permaneça pelo menos durante 4 horas ou, de preferência, uma noite inteira. Nos solos muito permeáveis esta embebição do solo é dispensável, podendo iniciar-se o passo 4° após ter desaparecido, por infiltração, a água de um único enchimento do orifício.

4° - Coloca-se horizontalmente, e ao alto, na superfície do solo e sobre o orifício, um barrote de madeira com secção compreendida entre 2,5 cm x 5,0 cm e 5,0 cm x 10,0 cm (travessa horizontal).

5° - Faz-se deslizar verticalmente no orifício um pontalete de madeira com a extremidade inferior em bisel e marca-se nele, com um traço horizontal, a distância da superfície livre da água no orifício (ajustada ao nível de 15 cm de altura acima da camada do fundo) até à travessa horizontal, cronometrando-se o início do ensaio. O traço horizontal referido designa-se por linha de referência.

6° - Efectuam-se as operações de medição, podendo verificar-se os seguintes três casos:

a) Em solos menos permeáveis, que se podem classificar como aqueles em que fica água no orifício após uma noite de embebição, mede-se a descida do nível da água, a partir da linha de referência, durante um período de 30 minutos. Esta descida serve para calcular o tempo de infiltração.

b) Em solos de permeabilidade normal, que se podem classificar como aqueles em que não fica água no orifício após uma noite de embebição, medem-se as descidas do nível de água, a partir da linha de referência, em intervalos de 30 minutos, durante 4 horas, repondo, se necessário, o nível de água 15 cm acima do fundo. A descida que serve para calcular o tempo de infiltração é a observada no último período de 30 minutos.

c) Em solos muito permeáveis, mede-se a descida do nível de água a partir da linha de referência, durante 1 hora, em intervalos que podem ir de 1 minuto a 10 minutos, dependendo da permeabilidade do solo. A descida que serve para calcular o tempo de infiltração é a observada no último período de medição.

8.5.1.2. Poços absorventes

Se o terreno for poroso e não existirem poços de água potável nas imediações, as

descargas das fossas sépticas podem ser efectuadas para poços absorventes, também designados por poços rotos, poços perdidos ou sumidouros.

A solução construtiva tradicional de um poço absorvente consiste numa escavação cilíndrica no terreno, com profundidade suficiente para penetrar nas camadas permeáveis do solo, com paredes laterais de alvenaria deixando juntas abertas na zona adjacente às camadas permeáveis, e com material drenante em toda a sua superfície envolvente. Acima da entrada de águas residuais as paredes dos poços absorventes devem ser estanques e na sua parte superior devem ser deixadas aberturas que permitam o acesso ao seu interior. Na figura seguinte exemplifica-se a forma de construção de um poço absorvente.

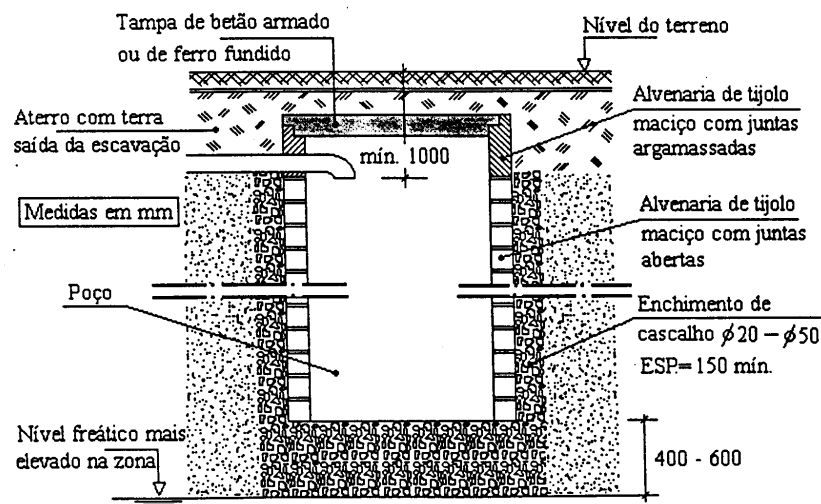


Fig.64 – Poço absorvente

A utilização dos poços absorventes para infiltração directa no solo de águas de sabão, sem a sua passagem prévia por uma fossa séptica ou uma câmara retentora de gorduras, conduz a uma redução da vida útil dos mesmos e a um aumento dos riscos de colmatação.

Em caso de utilização de mais do que um poço absorvente, podem utilizar-se caixas de distribuição, conforme indica a figura

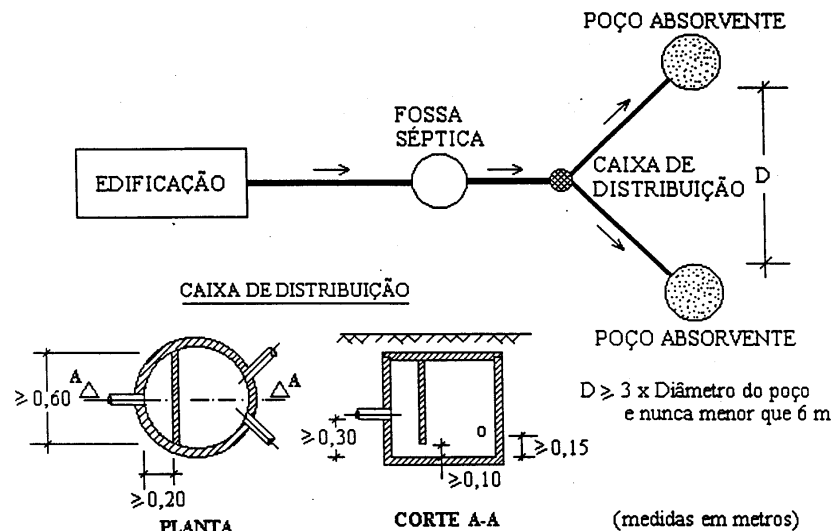


Fig.65 – Distribuição de vários poços absorventes

O volume do poço absorvente deve ser, no mínimo, equivalente ao consumo máximo de água em 24 horas consecutivas previsto para a habitação ou conjunto de habitações que se destina a servir.

8.5.1.3. Trincheiras de infiltração

A utilização de trincheiras de infiltração é recomendada quando existe terreno absorvente a pequena profundidade, o risco de poluição de águas profundas por uma infiltração do tipo poço absorvente é grande, e não existirem condicionalismos de espaço em face do comprimento exigido às trincheiras.

As trincheiras de infiltração são valas abertas no terreno, com largura compreendida entre 0,30 m e 0,90 m e profundidade de 0,50 a 0,90 m, onde é instalada uma tubagem perfurada ou com juntas abertas, envolta em material drenante. A tubagem de distribuição tem, geralmente, um diâmetro interior de 100 mm e inclinação ligeira (0,002 a 0,005), e deve estar correctamente alinhada.

Para evitar a colmatção dos furos dos tubos ou das juntas abertas, antes de se realizar o aterro, deve dispor-se sobre o material drenante um elemento de protecção, que pode ser um geotextil, um papel alcatroado, ou outro material similar.

Deve haver pelo menos duas trincheiras de infiltração para distribuição do efluente de uma fossa séptica.

O comprimento máximo de cada trincheira de infiltração é de 30 m.

O espaçamento mínimo entre as superfícies laterais de duas trincheiras adjacentes é de 1 m.

Para melhor controlo do efluente é conveniente dispor no início e final das trincheiras caixas de inspeção.

Na figura seguinte mostram-se as disposições construtivas que acabaram de ser referidas.

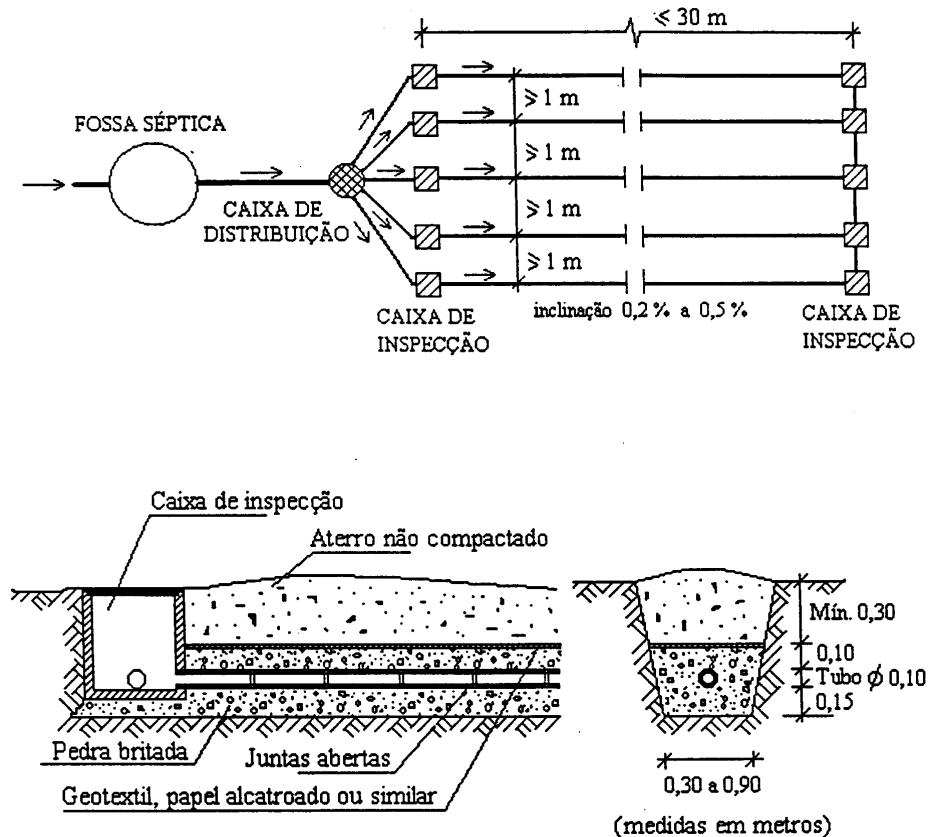


Fig.66 – Trincheira de infiltração

O comprimento total das trincheiras de infiltração é determinado em função da capacidade de absorção do terreno, devendo ser considerada como superfície útil de absorção a do fundo da trincheira. .

8.5.2. Órgãos de Filtração

Este tipo de órgãos, tal como a própria designação deixa supor, destina-se a realizar a filtração do líquido descarregado pelas fossas, de forma a reduzir o mais possível o teor de partículas ainda suspensas, e ao mesmo tempo promover ou intensificar o processo de oxidação biológica que completa o tratamento do esgoto iniciado nas fossas.

8.5.2.1. Trincheiras filtrantes

As trincheiras filtrantes são construções enterradas, executadas em valas abertas no terreno com uma largura no rasto de 0,75 m a 1,50 m e nas quais, subjacente a uma tubagem de distribuição envolta em material drenante, há uma camada de material filtrante com cerca de 0,75 m de espessura e uma tubagem de recolha do efluente filtrado, também envolta em material drenante. As características das tubagens e o seu modo de colocação são semelhantes aos atrás descritos para as trincheiras de infiltração.

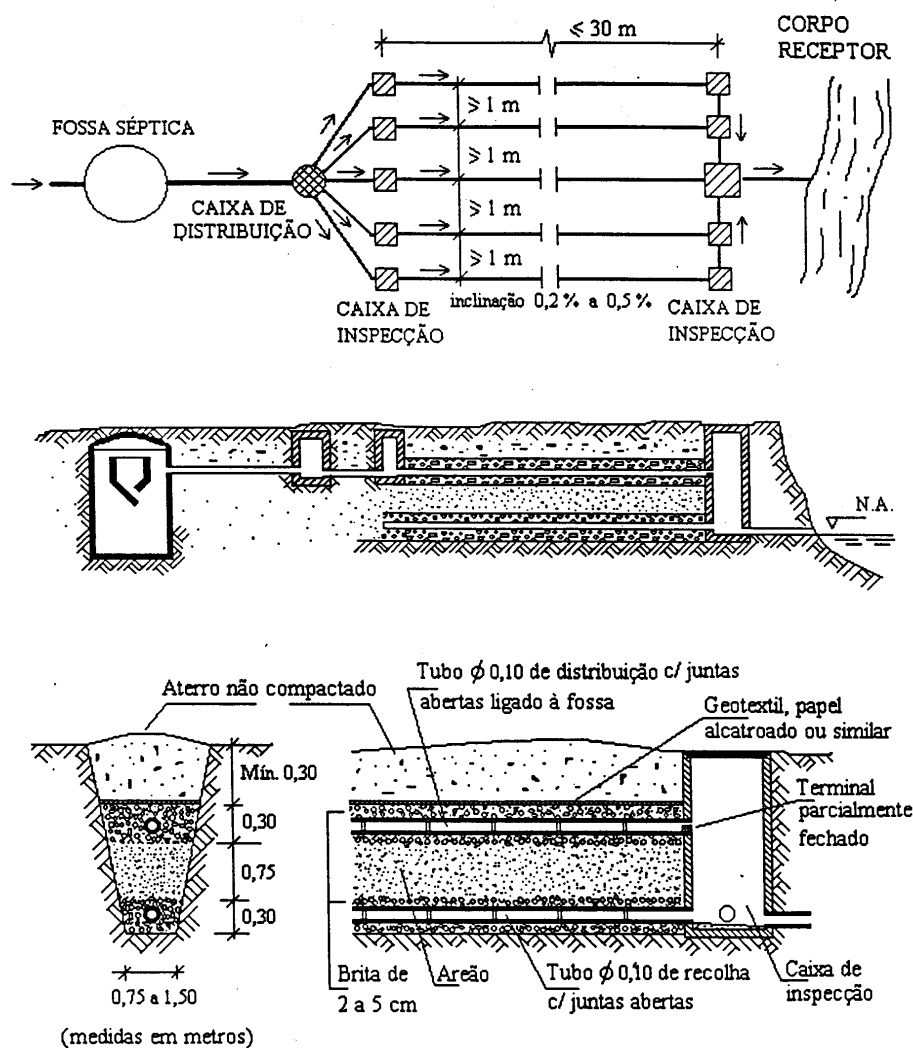


Fig.67 – Trincheira filtrante

8.5.2.2. Filtros biológicos

Os filtros biológicos são caixas expostas ao ar, cheias de material filtrante, com paredes de alvenaria ou betão e fundo em betão, que se destinam a conferir aos efluentes das fossas

sépticas o grau de depuração necessário antes de serem lançados no meio escolhido para os receber. A qualidade da depuração conseguida com a utilização de filtros biológicos toma-os particularmente indicados para meios receptores do tipo rios ou cursos de água e constituem uma alternativa às trincheiras filtrantes quando existem condicionamentos à construção destas últimas.

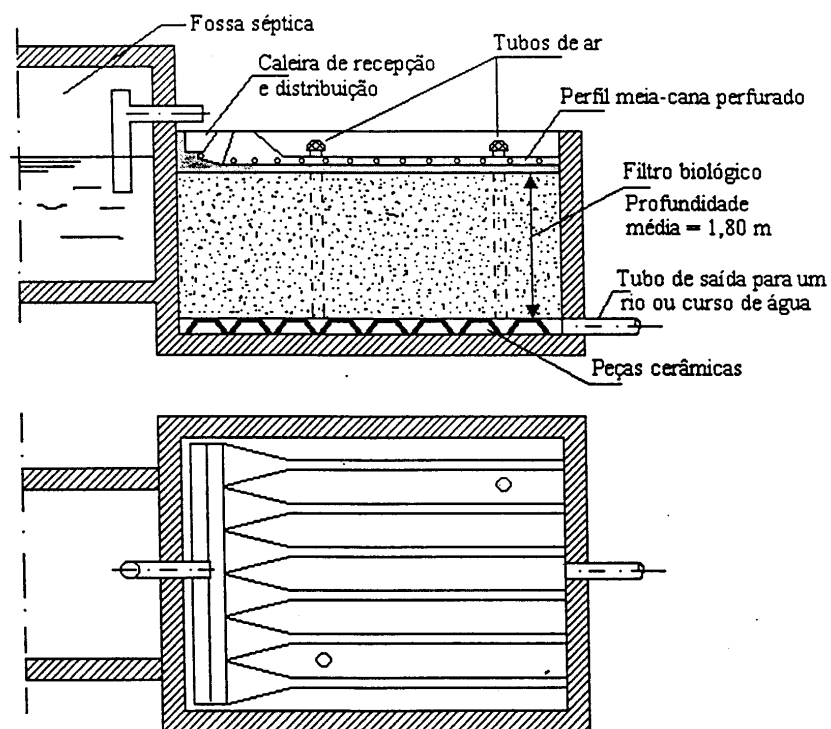



































Fig.68 – Fossas sépticas e Filtros biológicos

ANEXOS

ANEXO I




















Simbologia — Distribuição pública de água

| EXISTENTE | PROJECTADO | DESIGNAÇÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  |  | Limite da zona de abastecimento |
|  |  | Conduta de distribuição |
|  |  | Conduta adutora gravítica |
|  |  | Conduta elevatória |
|  |  | Túnel |
|  |  | Estação elevatória |
|  |  | Estação de tratamento de água |
|  |  | Válvula de seccionamento |
|  |  | Válvula de retenção |
|  |  | Redutor de pressão |
|  |  | Válvula de descarga |
|  |  | Ventosa |
|  |  | Medidor de caudal |
|  |  | Boca de rega, lavagem ou incêndio |
|  |  | Reservatório |
|  |  | Marco de incêndio |
|  | | Cruzamento com ligação |
|  | | Cruzamento sem ligação |














ANEXO II

Simbologia — Distribuição predial de água

1 — Canalizações e acessórios

| Símbolo/Sigla | DESIGNAÇÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|  | Canalização de água fria |
|  | Canalização de água fria (serviço de combate a incêndios) |
|  | Canalização de água quente |
|  | Canalização de água quente de retorno |
|  | Caleira para alojamento de canalizações ou encamisamento |
|  | Cruzamento com ligação |
|  | Cruzamento sem ligação |
|  | Junta de dilatação |
|  | Prumadas ascendentes com mudança de piso |
|  | Prumadas descendentes com mudança de piso |
|  | Queda de canalização da esquerda para a direita |
|  | Queda de canalização da direita para a esquerda |
|  | Filtro |
|  | Purgador de ar |
|  | Torneira de serviço |
|  | Torneira ou válvula de seccionamento |
|  | Válvula de flutuador |
|  | Válvula redutora de pressão |
|  | Válvula de retenção |
|  | Válvula de segurança |
|  | Vaso de expansão fechado ou aberto |

2 — Aparelhos

| Símbolo/Sigla | DESIGNAÇÃO |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  | Autoclismo |
|  | Boca de incêndio interior |
|  | Boca de incêndio e de rega exterior |
|  | Contador |
|  | Depósito de água quente |
|  | Esquentador |
|  | Fluxómetro |
|  | Marco de incêndio |
|  | Termoacumulador eléctrico |
|  | Termoacumulador a gás |
|  | Sistema de regularização |
|  | Bomba |
|  | Grupo de pressurização |

3 — Materiais

| Símbolo/Sigla | DESIGNAÇÃO |
|---------------|-----------------------|
| AI | Aço inoxidável |
| CU | Cobre |
| FF | Ferro fundido |
| FG | Ferro galvanizado |
| FP | Ferro preto |
| PE | Polietileno |
| PP | Polipropileno |
| PVC | Policloreto de vinilo |

ANEXO III

Terminologia — Distribuição predial de água

Ramal de ligação — canalização entre a rede pública e o limite da propriedade a servir.

Ramal de introdução colectivo — canalização entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individuais dos utentes.

Ramal de introdução individual — canalização entre o ramal de introdução colectivo e os contadores individuais dos utentes ou entre o limite da propriedade e o contador, no caso de edifício unifamiliar.

Ramal de distribuição — canalização entre os contadores individuais e os ramais de alimentação.

Ramal de alimentação — canalização para alimentar os dispositivos de utilização.

Coluna — troço de canalização de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição.

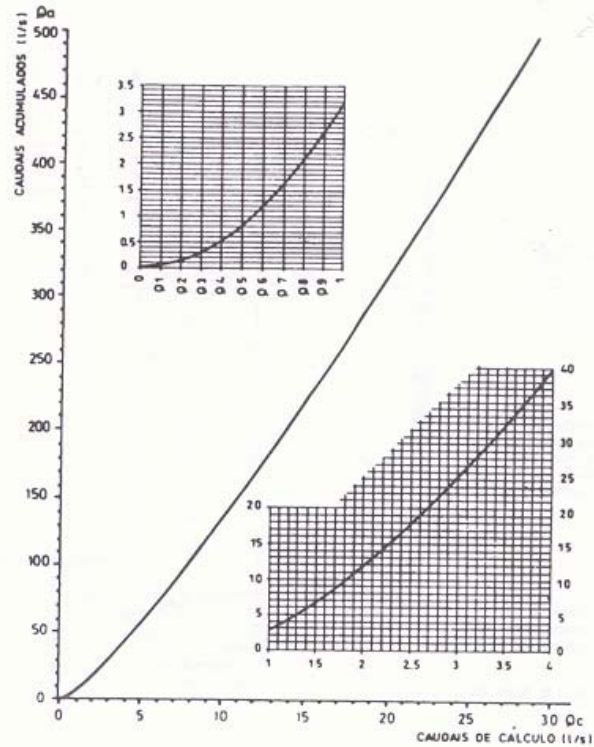
ANEXO IV

**Caudais mínimos nos dispositivos de utilização
Água fria ou quente**

| Dispositivos de utilização para: | Caudais mínimos (l/s) |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Lavatório individual | 0,10 |
| Lavatório colectivo (por bica)..... | 0,05 |
| Bidé | 0,10 |
| Banheira | 0,25 |
| Chuveiro individual..... | 0,15 |
| Pia de despejo com torneira de \varnothing 15 mm..... | 0,15 |
| Autoclismo de bacia de retrete..... | 0,10 |
| Mictório com torneira individual | 0,15 |
| Pia lava-louça | 0,20 |
| Bebedouro | 0,10 |
| Máquina de lavar louça | 0,15 |
| Máquina ou tanque de lavar roupa..... | 0,20 |
| Bacia de retrete com fluxómetro | 1,50 |
| Mictório com fluxómetro | 0,50 |
| Boca de rega ou de lavagem de \varnothing 15 mm..... | 0,30 |
| Idem de \varnothing 20 mm | 0,45 |
| Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados | Em conformidade com as indicações dos fabricantes |

ANEXO V

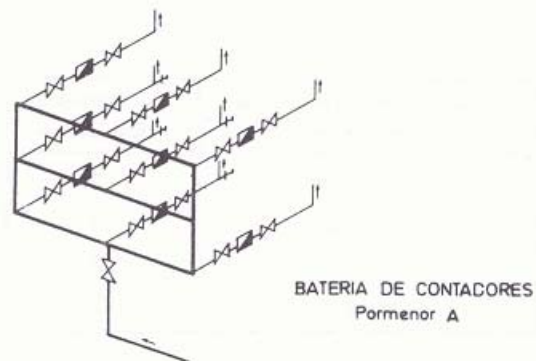
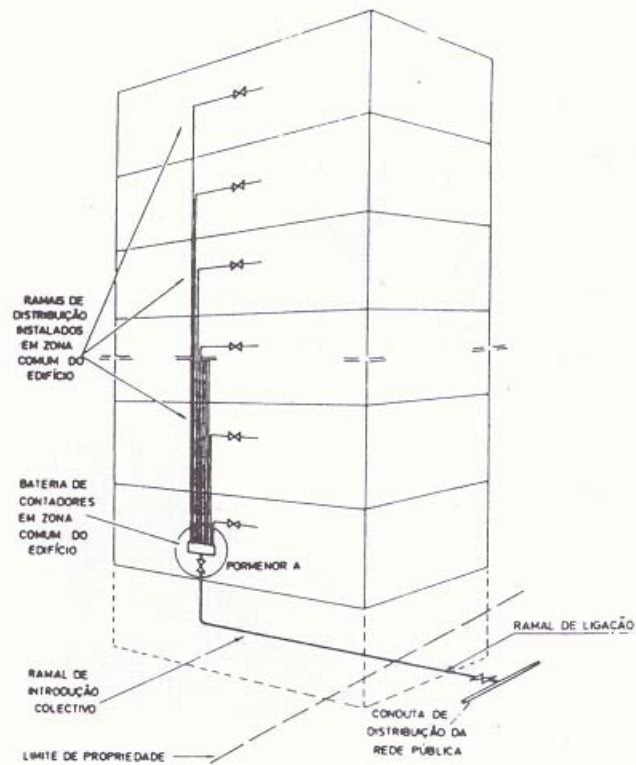
Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível médio de conforto



| Número de fluxómetros instalados | Em utilização simultânea |
|----------------------------------|--------------------------|
| 3 a 10 | 2 |
| 11 a 20 | 3 |
| 21 a 50 | 4 |
| Superior a 50 | 5 |

ANEXO VI ⁽¹⁾

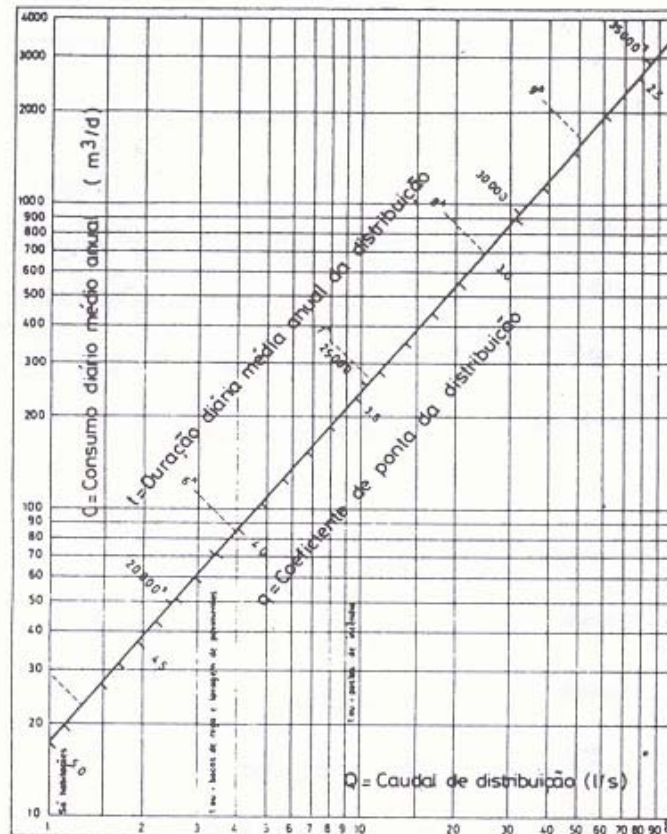
Esquema tipo de desenvolvimento em altura



⁽¹⁾ Declaração de rectificação n.º 153/95.

ANEXO VII

Caudal de distribuição



$$q = 86.4 \cdot Q / C$$

$$t = 86400 / q \text{ (s)} = 1000 \cdot C / Q \text{ (s)}$$

a) Para $C > 3600$

$$Q = 24 \cdot C / 86.4 \text{ (l/s)}$$

b) Para $1728 < C < 3600$


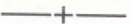








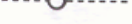

















$$Q = e^{(\ln C - 28495.49) / 1593795} \text{ (l/s)}$$

c) Para $C < 1728$

$$Q = 5C / 86.4 \text{ (l/s)}$$

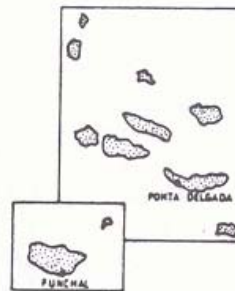
ANEXO VIII

Simbologia de drenagem pública de águas residuais

| EXISTENTE | PROJECTADO | DESIGNAÇÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  |  | Limite da bacia de drenagem |
|  |  | Limite de zona de saneamento |
|  |  | Colector doméstico com câmara de visita |
|  |  | Colector pluvial com câmara de visita |
|  |  | Colector unitário com câmara de visita |
|  |  | Conduta elevatória |
|  |  | Exutor |
|  |  | Túnel |
|  |  | Sarjeta de passeio |
|  |  | Sumidouro |
|  |  | Descarregador |
|  |  | Estação elevatória |
|  |  | Estação de tratamento |
|  |  | Bomba |

ANEXO IX

Regiões pluviométricas



$$I = at^b$$

I = intensidade média máxima de precipitação (mm/h) para a duração t (min.)

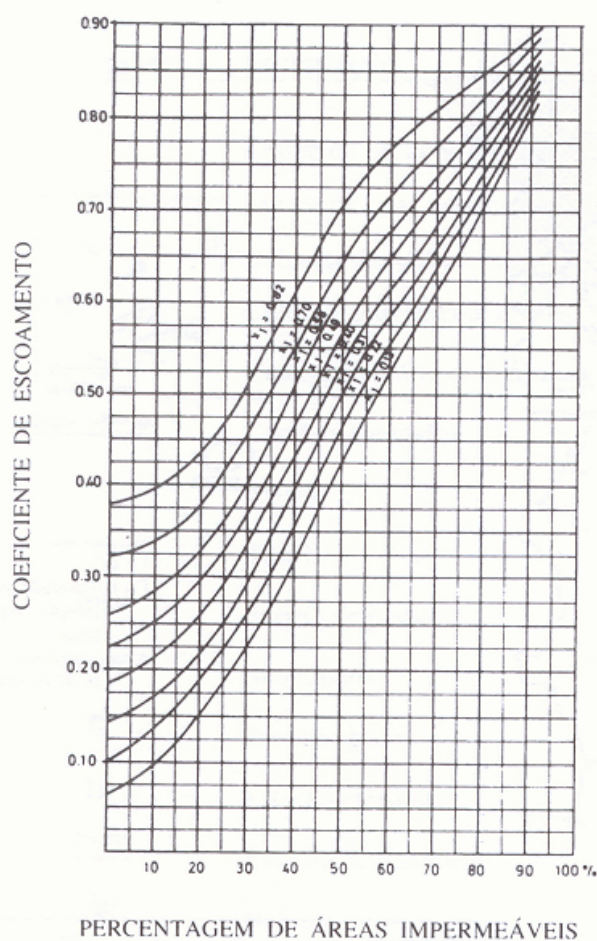
a, b = constantes que dependem do período de retorno (quadro anexo)

| Regiões | A | | B | | C | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T (Anos) | a | b | a | b | a | b |
| 2 | 202,72 | -0,577 | 162,18 | -0,577 | 243,26 | -0,577 |
| 5 | 259,26 | -0,562 | 207,41 | -0,562 | 311,11 | -0,562 |
| 10 | 290,68 | -0,549 | 232,21 | -0,549 | 348,82 | -0,549 |
| 20 | 317,74 | -0,538 | 254,19 | -0,538 | 382,29 | -0,538 |
| 50 | 349,54 | -0,524 | 279,63 | -0,524 | 419,45 | -0,508 |
| 100 | 365,62 | -0,508 | 292,50 | -0,504 | 434,75 | -0,504 |

- REGIÃO PLUVIOMÉTRICA A — Inclui as áreas não referidas em B e C — Curvas IDF Lisboa.
 REGIÃO PLUVIOMÉTRICA B — Inclui os concelhos de Alfândega da Fé, Alijó, Almeida, Boticas, Bragança, Carrazeda de Ansiães, Chaves, Figueira de Castelo Rodrigo, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Meda, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Montalegre, Murça, Penedono, Pinhel, Ribeira de Pena, Sabrosa, Santa Marta de Penaguião, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Torre de Moncorvo, Trancoso, Valpaços, Vila Flor, Vila Pouca de Aguiar, Vila Nova de Foz Côa, Vila Real, Vimioso e Vinhais. — (Curvas IDF Lisboa (-20%).)
 REGIÃO PLUVIOMÉTRICA C — Inclui os concelhos das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e do Continente, os concelhos de Guarda, Manteigas, Moimenta da Beira, Sabugal e Tarouca, e as áreas situadas a altitude superior a 700 metros dos concelhos de Aguiar da Beira, Amarante, Arcos de Valdevez, Arganil, Arouca, Castanheira de Pera, Castro Daire, Celorico da Beira, Cinfães, Covilhã, Fundão, Góis, Gouveia, Lamego, Marvão, Melgaço, Oleiros, Pampilhosa da Serra, Ponte da Barca, Resende, Seia, S. Pedro do Sul, Terras do Bouro, Tondela, Vale de Cambra, Vila Nova de Paiva e Vouzela. — (Curvas IDF Lisboa (+20%).)

ANEXO X⁽¹⁾

Coefficientes de escoamento



| Valor x 1 | Terreno plano I = 0 a 1% | Terreno pouco inclinado I = 1 a 1,5% | Terreno inclinado I = 1,5 a 8% | Terreno muito inclinado I > 8% |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Terreno arenoso | 0,13 | 0,22 | 0,31 | 0,49 |
| Terreno semi-arenoso ... | 0,22 | 0,31 | 0,40 | 0,58 |
| Terreno semi-compacto | 0,31 | 0,40 | 0,49 | 0,70 |
| Terreno compacto | 0,40 | 0,49 | 0,58 | 0,82 |

⁽¹⁾ Declaração de rectificação n.º 153/95.

ANEXO XI

Tipos de tratamento de águas residuais*1 — Com geração de resíduos*

| | |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Gradagem..... | Tratamento preliminar. |
| Tamisação..... | |
| Desarenamento | |
| Remoção de gorduras | |
| Sedimentação primária | Tratamento primário. |
| Flotação | |
| Coagulação | |
| Tanques <i>Imhoff</i> | Tratamento primário com digestão anaeróbia. |
| Fossas sépticas de pequena capacidade..... | |
| Fossas sépticas de grande capacidade | Tratamento primário e biológico. |
| Lamas activadas..... | Tratamento secundário. |
| Leitos bacterianos | |
| Desinfecção | Tratamento terciário. |
| Tratamento para redução de: | |
| Sólidos em suspensão | |
| Nutrientes..... | |
| Compostos orgânicos refractários | |
| Redução da salinidade | Tratamento quaternário. |

2 — Com pequena ou nula geração de resíduos

| | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Lagoas de oxidação ou estabilização | Tratamento por lagoas. |
| Disposição final no terreno por: | Tratamento pelo terreno. |
| Infiltração..... | |
| Irrigação..... | |
| Escoamento superficial..... | |
| Difusão em meio aquático (emissários submarinos e subfluviais) | Tratamento pelo oceano. |

3 — Com valorização de resíduos

Processos biotecnológicos e outros.

ANEXO XII

CrITÉrios de definição do grau de tratamento em estuários

Requisitos fundamentais a satisfazer:

- a)* Condições favoráveis para a fauna aquática;
- b)* Condições de ordem estética ou de salubridade;
- c)* Abaixamento adequado da concentração bacteriana.

Na ausência de regulamentação específica ou averiguações experimentais locais, devem assegurar-se os valores de diluição a seguir indicados para satisfazer o:

Requisito referido em *a)*, respectivamente para efluentes com tratamento primário e tratamento secundário:

- 1:170 e 1:25 na diluição inicial;
- 1:250 e 1:50 na coluna de água;
- 1:400 e 1:50 nas margens;

Requisito referido em *b)* respectivamente para efluentes com tratamento primário e tratamento secundário:

- 1:500 e 1:50 nas áreas balneares, recreativas ou marginais acessíveis;
- 1:200 e 1:20 nas áreas marginais inacessíveis ou áreas industriais;
- 1:100 e 1:15 nas áreas afectas a rota de navios.






















Requisito referido em *c)*:

Face à pouca capacidade de redução bacteriana conseguida com os tratamentos primário e secundário, deve recorrer-se a soluções análogas às indicadas para o lançamento de efluentes no mar, mas tendo em atenção que, em corpos de água limitados, é mais difícil evitar a sobreposição de áreas de dispersão com áreas de utilização.

ANEXO XIII

Simbologia — Drenagem predial de águas residuais

1 — Canalizações e acessórios

| SÍMBOLO | DESIGNAÇÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|  | Canalização de águas residuais domésticas |
|  | Canalização de águas pluviais |
|  | Canalização de ventilação |
|  | Canalização de drenagem de sub-solo |
|  | Tubo de queda de águas residuais domésticas |
|  | Tubo de queda de águas pluviais |
|  | Coluna de ventilação |
|  | Sentido de escoamento |
|  | Roca de limpeza |
|  | Sifão |
|  | Caixa de pavimento |
|  | Ralo |
|  | Câmara de inspecção |
|  | Câmara retentora |
|  | Instalação elevatória |
|  | Fossa séptica |
|  | Poço absorvente |
|  | Sumidouro |
|  | Sarjeta de passeio |
|  | Válvula de seccionamento |
|  | Válvula de retenção |

n — número do tubo de queda
 \varnothing — diâmetro de tubo de queda
 i — inclinação da tubagem

D — rede doméstica
 P — rede pluvial
 V — ventilação

2 — Aparelhos sanitários

| Sigla | Designação |
|-----------------|--------------------|
| <i>Br</i> | Bacia de retrete |
| <i>Ba</i> | Banheira |
| <i>Bd</i> | Bidé |
| <i>Ch</i> | Chuveiro |
| <i>Ll</i> | Lava-louça |
| <i>Lv</i> | Lavatório |
| <i>Ml</i> | Máquina lava-louça |
| <i>Mr</i> | Máquina lava-roupa |
| <i>Mi</i> | Mictório |
| <i>Pd</i> | Pia de despejo |
| <i>Tq</i> | Tanque |

3 — Materiais

| Sigla | Designação |
|------------------|-----------------------|
| <i>B</i> | Betão |
| <i>CU</i> | Cobre |
| <i>FF</i> | Ferro fundido |
| <i>FG</i> | Ferro galvanizado |
| <i>FP</i> | Ferro preto |
| <i>FC</i> | Fibrocimento |
| <i>G</i> | Grés |
| <i>PVC</i> | Policloreto de vinilo |
| <i>PE</i> | Polietileno |
| <i>PP</i> | Polipropileno |

ANEXO XIV

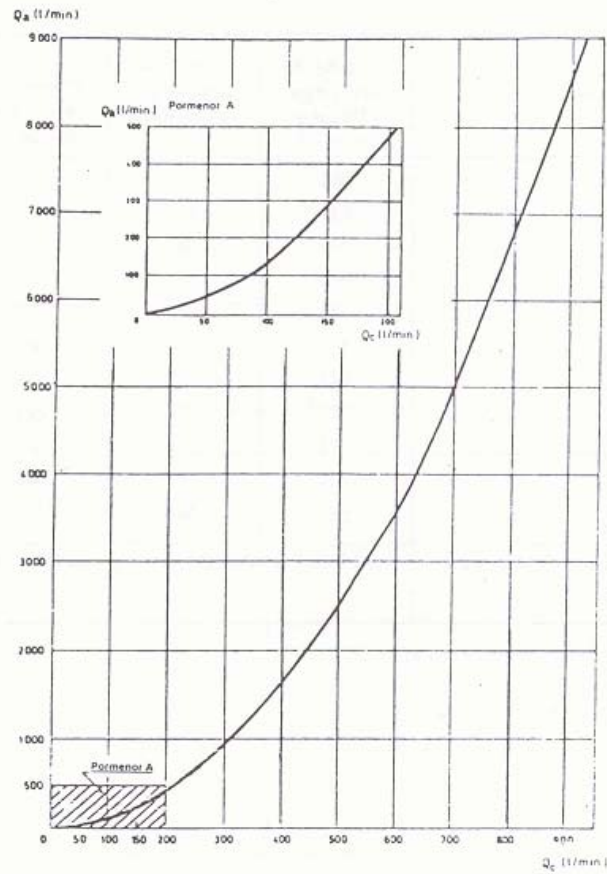
Caudais de descarga dos aparelhos e equipamentos sanitários e características geométricas de ramais de descarga e sifões a considerar em aparelhos de utilização mais corrente

| Aparelho | Caudal de descarga (l/min.) | Ramal de descarga (milímetros) | Sifão | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Diâmetro mínimo (milímetros) | Fecho hídrico (milímetros) |
| Bacia de retrete..... | 90 | 90 | (1) | 50 |
| Banheira | 60 | 40 | 30 | |
| Bidé | 30 | 40 | 30 | |
| Chuveiro | 30 | 40 | 30 | |
| Lavatório | 30 | 40 | 30 | |
| Máquina lava-louça | 60 | 50 | 40 | |
| Máquina lava-roupa | 60 | 50 | 40 | |
| Mictório de espaldar..... | 90 | 75 | 60 | |
| Mictório suspenso | 60 | 50 | (a) | |
| Pia lava-louça | 30 | 50 | 40 | |
| Tanque..... | 60 | 50 | 30 | |
| Máquinas industriais e outros apa- relhos não especificados. | Em conformidade com as indicações do fabricante | | | |

(a) Sifão incorporado no próprio aparelho.

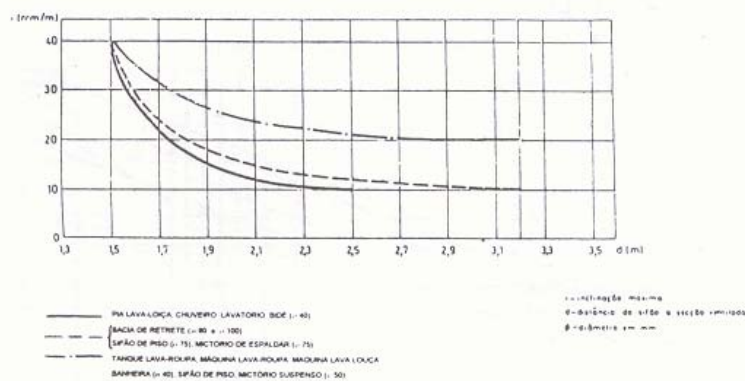
ANEXO XV

Caudais de cálculo de águas residuais domésticas em função dos caudais acumulados



ANEXO XVI

Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas para escoamento a secção cheia



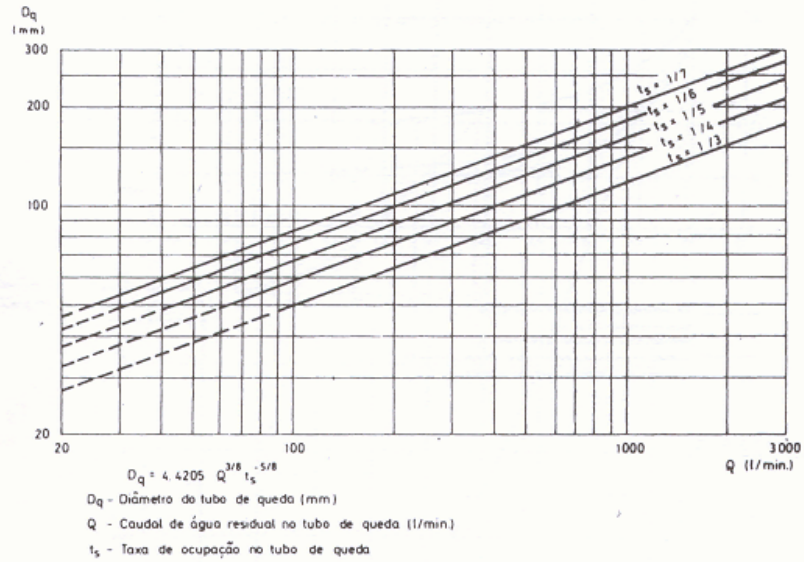
ANEXO XVII

Taxas de ocupação de tubos de queda sem ventilação secundária

| Diâmetro do tubo de queda (milímetros) | Taxa de ocupação t_s |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| D = 50..... | Um terço |
| 50 < D ≤ 75..... | Um quarto |
| 75 < D ≤ 100..... | Um quinto |
| 100 < D ≤ 125..... | Um sexto |
| D > 125..... | Um sétimo |

ANEXO XVIII

Dimensionamento de tubos de queda de águas residuais domésticas



ANEXO XIX

Dimensionamento de tubos de queda de águas pluviais

$$Q_c = (\alpha + \beta H / D) \pi D H \sqrt{2 g H}$$

com:

$$\alpha = \begin{cases} 0,453 & \text{— entrada de caudal no tubo de queda com aresta viva.} \\ 0,578 & \text{— entrada cónica no tubo de queda.} \end{cases}$$

$$\beta = 0,350.$$

em que:

Q_c = caudal de cálculo (m^3/s);

H = carga no tubo de queda (m);

D = diâmetro do tubo de queda (m);

g = aceleração da gravidade (m/s^2).

Esta fórmula é aplicável para a hipótese de escoamento se fazer em descarregador.

ANEXO XX

Abertura para o exterior de tubos de queda de águas residuais domésticas

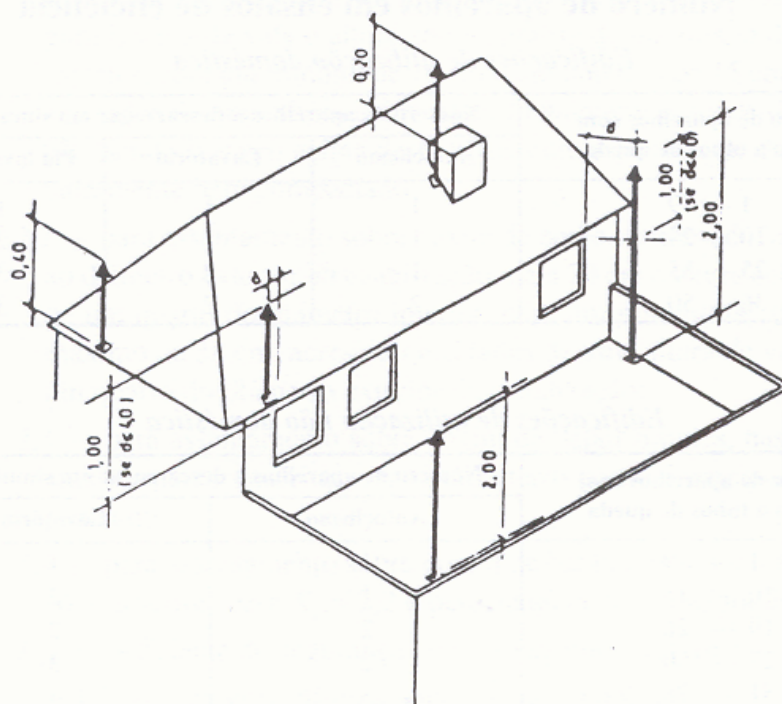
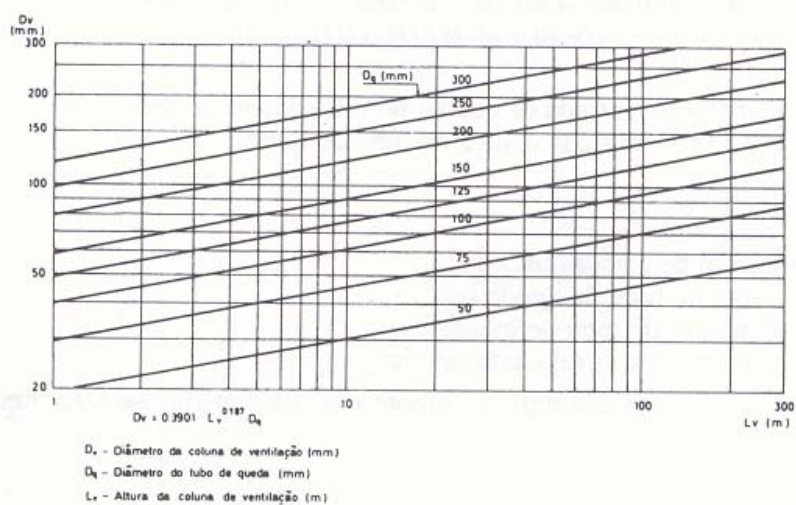


FIGURA 4 — Valores mínimos do prolongamento do tubo de queda acima da cobertura (m).

ANEXO XXI

Dimensionamento de colunas de ventilação secundária



ANEXO XXII

Número de aparelhos em ensaios de eficiência

Edificações de utilização doméstica

| Número de aparelhos com ligação a tubos de queda | Número de aparelhos a descarregar em simultâneo | | |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|----------------|
| | Autoclismo | Lavatório | Pia lava-louça |
| 1 — 9 | 1 | 1 | 1 |
| 10 — 24 | 1 | 1 | 2 |
| 25 — 35 | 1 | 2 | 3 |
| 36 — 50 | 2 | 2 | 3 |

Edificações de utilização não doméstica

| Número de aparelhos com ligação a tubos de queda | Número de aparelhos a descarregar em simultâneo | |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|
| | Autoclismo | Lavatório |
| 1 — 9 | 1 | 1 |
| 10 — 18 | 1 | 2 |
| 19 — 26 | 2 | 2 |
| 27 — 50 | 2 | 3 |
| 51 — 78 | 3 | 4 |
| 79 — 100 | 3 | 5 |

ANEXO XXIII

Resistência ao esmagamento

A) A capacidade de resistência ao esmagamento, RE , do colector assente é dada, para tubos rígidos — grés, betão e fibrocimento — pela expressão:

$$CE \leq RE = R_L K_a / K_s$$

sendo:

CE , os esforços devidos ao peso dos terrenos e sobrecargas rolantes;

R_L , a carga de rotura à compressão diametral, no laboratório;

K_a , o factor de assentamento que pode tomar os valores:

1,1 — para a geratriz inferior da tubagem directamente assente sobre o fundo da vala;

1,5 — para o assentamento sobre coxim de material granuloso com largura igual à da vala e altura sob a geratriz de um oitavo do diâmetro exterior, com um mínimo de 10 cm e um máximo de 15 cm, acrescida nos lados de uma altura de valor igual a um sexto do diâmetro exterior da canalização;

1,9 — para assentamento sobre coxim de material granuloso com largura igual à da vala e altura sob a geratriz de um oitavo do diâmetro exterior, com um mínimo de 10 cm e um máximo de 15 cm, acrescida nos lados de uma altura até metade do diâmetro exterior da canalização, sendo o aterro acima deste nível, com espessura de 30 cm, particularmente bem compactado;

2,2 — para assentamento sobre coxim de betão simples, de largura igual ao diâmetro exterior da canalização mais 20 cm e altura sob a geratriz de um quarto do diâmetro interior, com um mínimo de 10 cm e um máximo de 38 cm, acrescido nos lados de uma altura de valor igual a um quarto do diâmetro exterior da canalização;

2,3 — para assentamento sobre coxim de betão simples, nas condições anteriormente descritas, mas com aterro particularmente bem compactado;

3,4 — para assentamento sobre coxim de betão armado, com as dimensões descritas para $K_a = 2,2$ e percentagem de armadura de 0,4 %;

K_s , o coeficiente de segurança com os seguintes valores:

1,5 — para grés, fibrocimento e betão simples;

1,0 — para betão armado, por aparecimento da primeira fenda em ensaio à rotura.

B) A capacidade de resistência ao esmagamento, RE, do colector assente é dada, para tubos flexíveis, pela expressão:

$$CE \leq RE = R_D / K_s$$

sendo:

CE, os esforços devidos ao peso do terreno e sobrecargas rolantes;

R_D , a carga que produz 5 % de deflexão, deformação vertical, em laboratório;

K_s , o coeficiente de segurança com valores entre 1,25 e 1,5, admitindo-se condições de assentamento cuidado e aterro particularmente bem compactado.

Anexo XXIV

Normas aplicáveis e bibliografia.

- Tubos metálicos. Acessórios. Artigos não ferrosos para canalizações:
NP 483 a 485; 513; 514; 673; 674; 726; 800 a 815.
NP EN 10232; 10233; 10234 e 10235.
EN ISO 6708.
- Tubos de grés cerâmicos:
NP144; 174; 500 a 503.
- Tubos de fibrocimento e de betão:
NP 520; 521; 878; 879 e 1469.
- Tubos de polipropileno:
NP 253; 558; 691; 925; 1372; 1452 a 1456 e 1487.
- Tubagens em cobre:
EN 1057.
Devem ainda apresentar certificado de qualidade de acordo com a norma EN 10204 tipo 3.1.B.
- Esgotos:
NP 677; 818; 882; 883; 893 e 894.
- Redes de águas:
Despacho da MOP de 71/04/07 (homologação de tubos de plástico.).
- Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Índice de Figuras

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig.1 - Canalização montada através de parede ou divisórias | 6 |
| Fig.2 - Localização das juntas de dilatação, uma por cada fixação rígida dos tubos | 7 |
| Fig.3 - Junta de dilatação na vizinhança ou inserção | 8 |
| Fig.4 - Canalização vertical | 8 |
| Fig.5 - Esquema de instalação das tubagens (Resumo) | 11 |
| Fig.6 - Distribuição da tubagem(à vista) | 12 |
| Fig.7A - Ramal domiciliário - Bateria | 14 |
| Fig.7B - Ramal domiciliário - Pormenor de ligação A | 14 |
| Fig.8 - Contadores em bateria | 15 |
| Fig.9A - Caixas de contadores | 15 |
| Fig.9B - Caixas de contadores - Planta | 16 |
| Fig.10 - Contadores colocados em bateria | 27 |
| Fig.11 - Instalação do filtro | 18 |
| Fig.12 - Sistema misto: gravítico e pressurizado | 19 |
| Fig.13 - Ramal de ligação da rede predial de águas | 23 |
| Fig.14 - Corte de ligação do ramal de ligação à rede | 24 |
| Fig.15A - Flange de ensaio | 24 |
| Fig.15B - Flange | 24 |
| Fig. 16 - Tampa-válvula de seccionamento do abastecimento de água | 25 |
| Fig.17 - Caixa de protecção das válvulas da rede de rega | 27 |
| Fig.18 - Contadores da rede de rega enterrados | 27 |
| Fig.19 - Corte construtivo de terraços com jardins | 30 |
| Fig.20 - Drenagem superficial em canais | 41 |
| Fig.21 - Dispositivo de fecho | 43 |
| Fig.22 - Dispositivo de entrada | 43 |
| Fig.23 - Ralo de escoamento de águas | 56 |
| Fig.24 - Câmara elevatória implantada na última cave | 58 |
| Fig.25 - Câmara elevatória equipada com electrobombas submersíveis | 58 |
| Fig.26 - Planta e corte da câmara elevatória | 59 |
| Fig.27 - Planta da cave com câmara retentora e poço de bombagem (areias e gorduras) | 60 |
| Fig.28 - Planta e cortes da câmara retentora e poço de bombagem | 61 |
| Fig.29 - Marco de incêndio | 71 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig.30 - Carretéis | 72 |
| Fig.31 -Extintor | 73 |
| Fig.32 - Tubos PEAD | 92 |
| Fig.33 - Soldadura topo a topo | 93 |
| Fig.34 - Diagrama da relação tempo/pressão da soldadura topo a topo | 95 |
| Fig.35 - Esquema de electrosoldadura | 96 |
| Fig.36 - Entreposição de peças acessórias em plástico | 97 |
| Fig.37 - Acessórios electrossoldáveis | 97 |
| Fig.38 - Conduas rectilíneas instalação (correcto/incorrecto) | 99 |
| Fig.39 - União por anel de estanquidade | 107 |
| Fig.40 - União por colagem | 108 |
| Fig.41 - Armazenamento, Transporte e Manuseamento | 113 |
| Fig.42 - O PVC.C não apresenta curvatura indesejável | 118 |
| Fig.43 - Espessura da parede PVC.C | 119 |
| Fig.44 - Pontos fixos "PP" | 122 |
| Fig.45 - O deslizamento do tubo... | 122 |
| Fig.46 - Caixa de Inspeção - Área de utilização e características | 124 |
| Fig.47 - Junção Lateral | 125 |
| Fig.48 - Caixa de inspecção | 125 |
| Fig.49 - Tubo telescópico | 126 |
| Fig.50 - Tubo PEX (Polietileno Reticulado) em corte | 128 |
| Fig.51 -Sistema de montagem(gás encanado) | 132 |
| Fig.52 - Exemplos manuseamento(montagem) | 132 |
| Fig. 53 - Sistema água quente e fria | 133 |
| Fig.54 - Aquecimento do chão | 134 |
| Fig.55 - Tubos embebidos no estuque | 135 |
| Fig.56 - Tubos sob soalho flutuante | 135 |
| Fig.57 - Tubos passando através de buracos na placa | 135 |
| Fig.58 - Funcionamento de uma fossa séptica | 139 |
| Fig.59 - Caixa de Gorduras | 139 |
| Fig.60 - Dimensões de uma fossa de pequena dimensão | 142 |
| Fig.61 - Dimensões de uma fossa de média dimensão | 143 |
| Fig.62 A - Dimensões de uma fossa de grande dimensão | 145 |
| Fig.62 B - Dimensões de uma fossa de grande dimensão - Corte | 146 |

Fig.63 - Dimensões de uma fossa de câmara sobreposta **147**

Fig.64 - Poço absorvente **150**

Fig.65 - Distribuição de vários poços absorventes **151**

Fig.66 - Trincheira de infiltração **152**

Fig.67 - Trincheira filtrante **153**

Fig.68 - Fossas sépticas e Filtros biológicos **164**

Índice de Quadros

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Quadro 1 - Distâncias máximas entre suportes dos tubos em canalizações de edifícios | 5 |
| Quadro 2 - Dimensionamento hidráulico | 33 |
| Quadro 3 - Classificação de polietilenos | 82 |
| Quadro 4 - Valores da rugosidade absoluta de alguns materiais | 86 |
| Quadro 5 - Rugosidade superficial do material | 86 |
| Quadro 6 - Diâmetros interiores equivalentes(relação diferentes materiais) | 87 |
| Quadro 7 - Perda de carga(relação diferentes materiais) | 87 |
| Quadro 8 - Valores de Celeridade(m/s) | 89 |
| Quadro 9 - Diâmetros mais comercializados tubos PEAD | 92 |
| Quadro 10 - Distância entre suportes para água a temperaturas diferentes | 111 |
| Quadro 11 - Tubos PVC.C Diâmetro/Pressão | 117 |
| Quadro 12 - Pressões | 129 |
| Quadro 13 - Dimensionamento de fossas de pequena dimensão | 143 |
| Quadro 14 - Dimensionamento de fossas de média dimensão | 144 |
| Quadro 15 - Dimensionamento de fossas de grande dimensão | 146 |
| Quadro 16 - Dimensionamento de fossas de câmara sobreposta | 147 |

Índice Geral

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Disposições construtivas e construção civil..... | 1 |
| 1.1.1. Generalidades | 1 |
| 1.1.2. Roços | 2 |
| 1.1.3. Atravessamento de elementos da construção | 2 |
| 1.1.3.1. Instalação no interior de paredes | 2 |
| 1.1.4. Implantação das condutas no exterior | 3 |
| 1.1.5. Abertura, profundidade e largura de valas..... | 3 |
| 1.1.6. Assentamento das canalizações | 4 |
| 1.1.7. Localização das juntas de dilatação..... | 6 |
| 1.1.7.1. Canalizações horizontais | 6 |
| 1.1.7.2. Canalizações verticais | 7 |
| 1.1.8. Aterro de valas..... | 9 |
| 1.1.9. Protecção | 9 |
| 1.1.10. Natureza dos materiais | 9 |
| 1.1.11. Ensaio e experiências..... | 9 |
| 1.2. Alterações ao projecto..... | 10 |
| 1.2.1. Esquema da Instalação (Resumo)..... | 10 |
| 2. Rede de Distribuição de Água | 12 |
| 2.1. Generalidades | 12 |
| 2.2. Rede de Distribuição de Água Fria..... | 12 |
| 2.2.1. Tubagens | 12 |
| 2.2.2. Ligações..... | 13 |
| 2.2.3. Instalação de contadores e filtros | 13 |
| 2.2.3.1. Contadores..... | 13 |
| 2.2.3.2. Caixas de contadores | 15 |
| 2.2.3.3. Filtros | 17 |
| 2.2.4. Formas de abastecimento dos imóveis | 18 |
| 2.2.5. Preparação da superfície interior dos tubos..... | 19 |
| 2.2.6. Reparação das superfícies exteriores..... | 19 |
| 2.2.7. Dilatações | 20 |
| 2.2.8. Fixação | 20 |
| 2.2.9. Válvulas e purgadores | 21 |
| 2.2.10. Válvulas de Corte Geral | 21 |
| 2.2.11. Isolamento | 21 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.12. Ensaio..... | 22 |
| 2.2.13. Ramal de ligação..... | 22 |
| 2.3. Rede de Distribuição de Água Quente..... | 25 |
| 2.3.1. Generalidades | 25 |
| 2.3.2. Prescrições Técnicas..... | 25 |
| 2.3.3. Montagem da Tubagem..... | 26 |
| 2.3.4. Isolamento | 26 |
| 2.4. Rede de rega dos arranjos exteriores..... | 27 |
| 3. Sistemas de Distribuição Predial de Água | 30 |
| 3.1. Regras gerais..... | 30 |
| 3.2. Conceção geral..... | 31 |
| 3.3. Elementos de base para o dimensionamento | 31 |
| 3.4. Rede predial de água fria e quente | 32 |
| 3.4.1. Caudais de cálculo..... | 32 |
| 3.4.2. Dimensionamento hidráulico..... | 32 |
| 3.4.3. Traçado | 33 |
| 3.4.4. Instalação | 33 |
| 3.4.5. Prevenção contra a corrosão | 34 |
| 3.4.6. Isolamento da rede de água quente..... | 35 |
| 3.4.7. Natureza dos materiais | 35 |
| 3.5. Elementos acessórios da rede | 35 |
| 3.5.1. Torneiras e fluxómetros..... | 35 |
| 3.5.2. Válvulas..... | 35 |
| 3.5.3. Instalação de válvulas..... | 36 |
| 3.5.4. Prevenção contra a corrosão | 36 |
| 3.5.5. Natureza dos materiais das válvulas..... | 37 |
| 3.6. Instalações complementares | 37 |
| 3.6.1. Reservatórios | 37 |
| 3.6.2. Instalações elevatórias e sobressororas..... | 37 |
| 3.7. Verificação, ensaios e desinfecção..... | 37 |
| 3.7.1. Verificação | 37 |
| 3.7.2. Ensaio de estanquidade..... | 38 |
| 3.7.3. Desinfecção dos sistemas | 38 |
| 3.7.4. Prova do funcionamento hidráulico..... | 38 |
| 4. Sistemas de Drenagem Predial de Águas Residuais..... | 39 |
| 4.1. Regras gerais..... | 39 |
| 4.2. Conceção dos sistemas | 39 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1. Ventilação..... | 39 |
| 4.2.2. Remodelação ou ampliação de sistemas existentes..... | 40 |
| 4.2.3. Sistemas de drenagem de águas residuais domésticas..... | 40 |
| 4.2.4. Sistemas de drenagem de águas pluviais..... | 40 |
| 4.3. Elementos de base para dimensionamento | 41 |
| 4.3.1. Caudais de descarga de águas residuais domésticas..... | 41 |
| 4.3.2. Coeficientes de simultaneidade | 41 |
| 4.3.3. Precipitação | 42 |
| 4.3.4. Coeficiente de escoamento | 42 |
| 4.4. Canalizações..... | 42 |
| 4.4.1. Ramais de descarga | 42 |
| 4.4.1.1. Finalidade | 42 |
| 4.4.1.2. Caudais de cálculo | 43 |
| 4.4.1.3. Dimensionamento hidráulico – sanitário | 43 |
| 4.4.1.4. Diâmetro mínimo..... | 44 |
| 4.4.1.5. Sequência de secções..... | 44 |
| 4.4.1.6. Traçado | 44 |
| 4.4.1.7. Ligação ao tubo de queda ou ao colector predial..... | 45 |
| 4.4.1.8. Localização | 45 |
| 4.4.2. Ramais de Ventilação | 45 |
| 4.4.2.1. Finalidade | 45 |
| 4.4.2.2. Dimensionamento | 46 |
| 4.4.2.3. Traçado | 46 |
| 4.4.2.4. Localização | 46 |
| 4.4.2.5. Natureza dos materiais..... | 46 |
| 4.4.3. Algerozes e Caleiras | 46 |
| 4.4.3.1. Finalidade | 46 |
| 4.4.3.2. Caudais de cálculo | 47 |
| 4.4.3.3. Dimensionamento hidráulico..... | 47 |
| 4.4.3.4. Natureza dos materiais..... | 47 |
| 4.4.4. Tubos de Queda..... | 47 |
| 4.4.4.1. Finalidade e taxa de ocupação | 47 |
| 4.4.4.2. Caudais de cálculo | 47 |
| 4.4.4.3. Dimensionamento hidráulico - sanitário..... | 48 |
| 4.4.4.4. Diâmetro mínimo..... | 48 |
| 4.4.4.5. Traçado | 48 |
| 4.4.4.6. Localização | 49 |

| | |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.4.7. Bocas de limpeza | 49 |
| 4.4.4.8. Descarga | 50 |
| 4.4.4.9. Natureza dos materiais..... | 50 |
| 4.4.5. Colunas de Ventilação | 51 |
| 4.4.5.1. Finalidade | 51 |
| 4.4.5.2. Dimensionamento | 51 |
| 4.4.5.3. Sequência de secções..... | 51 |
| 4.4.5.4. Traçado | 51 |
| 4.4.5.5. Localização | 52 |
| 4.4.5.6. Natureza dos Materiais | 52 |
| 4.4.6. Colectores Prediais | 52 |
| 4.4.6.1. Finalidade | 52 |
| 4.4.6.2. Caudais de cálculo | 52 |
| 4.4.6.3. Dimensionamento hidráulico..... | 52 |
| 4.4.6.4. Diâmetro mínimo..... | 53 |
| 4.4.6.5. Sequência de secções..... | 53 |
| 4.4.6.6. Traçado | 53 |
| 4.4.6.7. Câmara de ramal de ligação..... | 53 |
| 4.4.6.8. Válvulas de retenção..... | 54 |
| 4.4.6.9. Natureza dos Materiais | 54 |
| 4.5. Acessórios..... | 54 |
| 4.5.1. Sifões | 54 |
| 4.5.2. Dimensionamento dos sifões..... | 55 |
| 4.5.3. Implementação dos sifões..... | 55 |
| 4.5.4. Natureza dos materiais dos sifões..... | 55 |
| 4.5.5. Ralos..... | 55 |
| 4.5.6. Dimensionamento dos ralos | 55 |
| 4.5.7. Implementação dos ralos | 56 |
| 4.5.8. Natureza dos materiais dos ralos | 56 |
| 4.5.9. Câmaras de inspecção..... | 56 |
| 4.6. Instalações Complementares..... | 57 |
| 4.6.1. Instalações elevatórias (Câmaras elevatórias) | 57 |
| 4.6.2. Câmaras retentoras | 60 |
| 4.6.3. Dimensionamento das câmaras retentoras..... | 61 |
| 4.6.4. Implantação das câmaras | 61 |
| 4.6.5. Aspectos construtivos das câmaras | 62 |
| 4.7. Aparelhos Sanitários..... | 62 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.7.1. Dispositivos de descarga | 62 |
| 4.8. Ensaaios..... | 62 |
| 4.8.1. Obrigatoriedade e finalidade | 62 |
| 4.8.2. Ensaios de estanquidade | 62 |
| 4.8.3. Ensaios de eficiência | 63 |
| 5. Central Térmica | 64 |
| 5.1. Generalidades | 64 |
| 5.2. Caldeira | 64 |
| 5.3. Depósito termo-acumulador | 65 |
| 5.4. Grupos circuladores | 67 |
| 5.5. Permutador de calor e produção de AQS | 67 |
| 5.6. Vaso de Expansão..... | 68 |
| 5.7. Chaminé | 68 |
| 5.8. Drenagem de águas residuais | 68 |
| 5.9. Aberturas para o exterior..... | 69 |
| 5.10. Instalações eléctricas | 69 |
| 5.11. Instalações de gás | 69 |
| 5.12. Válvulas | 69 |
| 5.12.1. Válvulas de seccionamento | 70 |
| 5.12.2. Válvulas de retenção..... | 70 |
| 5.12.3. Válvulas de regulação..... | 70 |
| 6. Rede de serviço de incêndios | 70 |
| 6.1. Generalidades | 70 |
| 6.2. Tubagem..... | 71 |
| 6.3. Bocas de incêndios..... | 71 |
| 6.4. Hidrantes exteriores | 72 |
| 6.5. Extintores | 73 |
| 6.6. Identificações | 73 |
| 6.7. Sistemas de alimentação alternativo da rede seca..... | 73 |
| 7. Materiais | 74 |
| 7.1. Tubos de Polietileno(PEAD)..... | 74 |
| 7.1.1. Características e Vantagens | 75 |
| 7.1.1.1. Densidade | 75 |
| 7.1.1.2. Flexibilidade | 75 |
| 7.1.1.3. Resistência a agentes químicos | 76 |
| 7.1.1.4. Resistência ao ataque por microorganismos e roedores | 76 |
| 7.1.1.5. Resistência à luz e à intempérie..... | 77 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.1.1.6. Baixo coeficiente de fricção | 77 |
| 7.1.1.7. Ausência de inscrustações | 78 |
| 7.1.1.8. Resistência ao impacto | 78 |
| 7.1.1.9. Resistência à abrasão | 78 |
| 7.1.1.10. Características eléctricas | 78 |
| 7.1.1.11. Inalterável com o tempo | 79 |
| 7.1.1.12. Atoxicidade | 79 |
| 7.1.1.13. Vantagens das tubagens de Polietileno..... | 79 |
| 7.1.1.14. Defenição e Classificação de Polietilenos..... | 80 |
| 7.1.1.15. Definição Geométrica das tubagens de Polietileno | 82 |
| 7.1.1.16. Cálculo Hidráulico e Mecânico de tubagens. | 83 |
| 7.1.1.17. Golpe de Aríete | 88 |
| 7.1.1.18. Fórmula de Michauu..... | 90 |
| 7.1.1.15. Fórmula de Allivie..... | 90 |
| 7.2. Tubos de Polietileno(PEAD) 0,6/0,8/1,0 MPa | 91 |
| 7.2.1. Descrição do produto | 91 |
| 7.2.2. Condições técnicas | 92 |
| 7.2.3. Ligação topo a topo | 93 |
| 7.2.3.1. Procedimento da soldadura topo a topo..... | 94 |
| 7.2.4. Ligação por electrosoldadura | 95 |
| 7.2.4.1. Procedimento da electrosoldadura..... | 96 |
| 7.2.5. Ligações mecânicas..... | 96 |
| 7.2.6. Colocação das tubagens em vala | 97 |
| 7.2.7. Instalações ao ar livre | 98 |
| 7.2.8. Raios de curvatura | 98 |
| 7.2.9. Contração e dilatação..... | 99 |
| 7.2.10. Técnica de Relining..... | 99 |
| 7.2.11. Ensaio de pressão..... | 100 |
| 7.2.12. Armazenamento..... | 101 |
| 7.3. Tubos em PVC PN 0,4/0,6/1,0/1,6 MPa | 102 |
| 7.3.1. Características | 102 |
| 7.3.2. Juntas | 103 |
| 7.3.3. Homologações e ensaios | 103 |
| 7.3.4. Ligação | 103 |
| 7.3.5. Ligações às caixas de visita..... | 104 |
| 7.3.6. Colocação em obra | 104 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4. Tubos em PVC.U (não plasticizado)..... | 104 |
| 7.4.1. Descrição do produto | 104 |
| 7.4.2. Condições técnicas | 105 |
| 7.4.3. Armazenamento, Transporte e Manuseamento (Resumo) | 112 |
| 7.4.4. Tubos PVC.U (canalizações de esgoto doméstico) | 113 |
| 7.5. Tubos em PVC.C (Policloreto de vinilo clorado)..... | 116 |
| 7.5.1. Descrição geral | 116 |
| 7.5.2. Descrição do produto | 117 |
| 7.5.3. Vantagens do produto..... | 117 |
| 7.5.4. Corte do tubo PVC.C | 119 |
| 7.5.5. O PVC.C na passagem por vigas..... | 120 |
| 7.5.6. Dilatações/Contrações Térmicas | 120 |
| 7.6. Tubagens estruturadas para saneamento PP (Polipropileno) | 122 |
| 7.6.1. Especificações do produto | 122 |
| 7.6.2. Campos de aplicação | 123 |
| 7.6.3. Características. | 123 |
| 7.6.4. Poço de Inspeção | 124 |
| 7.7. Sistema PEX (tubos em Polietileno Reticulado)..... | 128 |
| 7.7.1. Estrutura técnica | 128 |
| 7.7.2. Principais vantagens no uso do Sistema Pex..... | 129 |
| 7.7.3. Temperatura excessiva & Pressão/Vida útil..... | 130 |
| 7.7.4. Instalação..... | 131 |
| 7.7.5. Sistema de gás encanado | 132 |
| 7.7.6. Sistema de água quente e fria | 133 |
| 7.7.7. Mais exemplos de utilização do sistema..... | 133 |
| 7.8. Tubos em Aço inox | 134 |
| 7.8.1. Estrutura técnica | 134 |
| 7.8.2. Instalação..... | 135 |
| 7.8.3. Corte dos tubos..... | 136 |
| 7.9. Tubos em Zinco | 137 |
| 8. Fossas Sépticas e Órgãos Acessórios..... | 137 |
| 8.1. Introdução..... | 137 |
| 8.2. Processo de tratamento..... | 138 |
| 8.3. Princípio de funcionamento..... | 138 |
| 8.4. Concepção e dimensionamento..... | 140 |
| 8.4.1. Fossas de pequena dimensão..... | 141 |
| 8.4.2. Fossas de média dimensão..... | 143 |

| | |
|---------------------------------------------------|------------|
| 8.4.3. Fossa de grande dimensão..... | 145 |
| 8.4.4. Fossas de Câmara Sobrepostas..... | 147 |
| 8.5. Órgãos Acessórios..... | 148 |
| 8.5.1. Órgãos de infiltração..... | 148 |
| 8.5.1.1. Coeficientes de infiltração do solo..... | 148 |
| 8.5.1.2. Poços absorventes..... | 149 |
| 8.5.1.3. Trincheiras de infiltração..... | 151 |
| 8.5.2. Órgãos de Filtração..... | 152 |
| 8.5.2.1. Trincheiras filtrantes..... | 153 |
| 8.5.2.2. Filtros biológicos..... | 153 |
| Anexos | 155 |
| Anexos I - XXIII | 169 |
| AnexoXXIV(Normas aplicáveis e bibliografia)..... | 179 |
| Índice de Figuras | 180 |
| Índice de Quadros | 183 |
| Índice Geral | 184 |