



Instituto Politécnico de Tomar

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE DE CONDUTAS DE SANEAMENTO BÁSICO

-Relatório de Projeto-

Marco Jorge Ruivo Narciso

Mestrado em Reabilitação Urbana

Área de Especialização: Infraestruturas

Tomar / Janeiro / 2021



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Marco Jorge Ruivo Narciso

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE DE CONDUTAS DE SANEAMENTO BÁSICO

Mestrado em Reabilitação Urbana

Orientado por:

Professor Fernando Antunes | Instituto Politécnico de Tomar

Professora Doutora Ana Paula Machado | Instituto Politécnico de Tomar

Relatório de Projeto
apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre
em Reabilitação Urbana

RESUMO

O presente trabalho, integrado no Mestrado em Reabilitação Urbana do Instituto Politécnico de Tomar, apresenta as principais técnicas de reparação de coletores sem recurso a vala aberta, “Trenchless”, descrevendo-as, apresentando o âmbito de aplicação, as vantagens e as limitações.

O trabalho é complementado com o acompanhamento de duas intervenções, com recurso a duas técnicas diferentes, ambas executadas no concelho de Torres Novas. Apresentam-se as razões para a opção destas técnicas, em ambos os casos.

Foi recolhida informação em publicações da especialidade, no entanto o trabalho tem uma forte componente de recolha de informação e experiência de empresas da especialidade, proveniente do contacto com as mesmas em situação de obra e da proximidade com os técnicos das empresas.

Palavras chave: trenchless; reabilitação; coletores; CIPP; perfuração dirigida; esgotos domésticos.

ABSTRACT

This report is inserted in the master's degree in Urban Rehabilitation of the Polytechnic of Tomar. It describes the main Trenchless techniques for repairing collectors, describing them, their scope, the advantages and limitations of these techniques.

The work is complemented with the monitoring of two interventions, using two different techniques, both performed in the municipality of Torres Novas. In both cases, is described the reasons for the option for trenchless techniques.

The information was collected from specialized publications, but the work has a strong component of information and experience from specialized companies, from being with them in the construction sites and from close contact with company technicians.

Keywords: trenchless; collector; rehabilitation; CIPP; directed drilling; domestic sewage

Agradecimentos

Este trabalho foi uma oportunidade à qual me dediquei com muito gosto, tendo sido mais uma etapa que me realizou. Agora, com a sua concretização gostaria de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos que de alguma forma colaboraram com estímulo, interesse e apreço, a fim de se concretizar o término desta etapa.

Agradeço a todos os docentes que me transmitiram todo o conhecimento no decorrer do meu percurso académico, agradeço à coordenadora de curso, Professora Ana Paula Machado e ao Professor Fernando Antunes, pelas opiniões, críticas e pelo saber que transmitiram. Ao Eng.º David Santos Neves (Perfurações Dirigidas do Centro), Sr. António José Neves (Perfurações Dirigidas do Centro), Eng.º Tiago Raimundo Ruivo Pereira (Aquino Construções), Eng.º Pedro Mourão (Águas do Ribatejo) e Humberto Gonçalves (Limpacanal).

A todos, um muito bem-haja!

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. METODOLOGIA DE TRABALHO.....	3
1.4. ESTRUTURA.....	3
2. CONTEXTO HISTÓRICO.....	4
3. INSTALAÇÃO E TRAÇADO DE REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS	6
3.1. INTRODUÇÃO.....	6
3.2. CONSTITUIÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	7
3.3. REGRAS DE TRAÇADO E INSTALAÇÃO.....	9
3.4. METODOS PARA DIMENSIONAMENTO.....	11
4. TÉCNICAS PARA REABILITAÇÃO DE REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS	14
4.1. INTRODUÇÃO.....	14
4.2. CONCEITOS BÁSICOS	14
4.3. GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRA-ESTRUTURAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS	18

4.4. TÉCNICAS DE REPARAÇÃO E DE SUBSTITUIÇÃO SEM ABERTURA DE VALA “TRENCHLESS”	18
4.4.1. Perfuração dirigida	18
4.4.2. Reabilitação total da tubagem – CIPP (Cured-In-Place Pipe).....	35
4.4.3. Reparação pontual de tubagens (Patch repair)	36
4.4.4. Rebentamento de tubagem com inserção de uma nova tubagem "Pipe Bursting / Pipe splitting"	37
4.4.5. Swagelining	38
4.4.6. Relining / Slip Lining (entubamento não ajustado).....	38
4.4.7. Close Fit.....	39
4.5. COM RECURSO A ABERTURA DE VALA	39
4.6. REPARAÇÃO DE CAIXAS DE VISITA.....	41
4.6.1. Introdução	41
4.6.2. Limpeza das Caixas de Visita.....	42
4.6.3. Selagem de Infiltrações	42
4.6.4. Reparação das paredes.....	43
4.6.5. Aplicação de argamassa de regularização	43
4.6.6. Aplicação por projecção do revestimento	44
4.6.7. Fundo da caixa (soleira)	44
4.6.8. Levantamento de caixas.....	45
4.6.9. Substituição de degraus	45

5.	CASOS DE ESTUDO SEM RECURSO A ABERTURA DE VALA	46
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE TORRES NOVAS	46
5.2.	CASO DE ESTUDO 1 - REABILITAÇÃO DE COLETOR NA ZONA INDUSTRIAL DE TORRES NOVAS	53
5.2.1.	Introdução.....	53
5.2.2.	Descrição Geral	59
5.2.3.	Localização e Quantidades.....	60
5.2.4.	Descrição e execução dos trabalhos	62
5.3.	CASO DE ESTUDO 2 - REMODELAÇÃO DO SUBSISTEMA DE SANEAMENTO DE TORRES NOVAS (ELIMINAÇÃO DA DESCARGA JUNTO À RODOVIÁRIA).	70
5.3.1.	Introdução.....	70
5.3.2.	Descrição Geral	70
5.3.3.	Localização e quantidades.....	74
5.3.4.	Trabalhos executados	76
6.	CONCLUSÕES	90
7.	BIBLIOGRAFIA	92

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela n.º 1 - Vida útil média para componentes de sistemas de águas residuais [1].....	17
Tabela n.º 2 – Principais características do método de instalações de tubagens recorrendo a perfuração dirigida.....	30
Tabela n.º 3 - Distancia entre caixas de visita dos troços reabilitados	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1 – Tempos de instalação de 100 ml de tubagem usando o método de vala aberta	20
Figura n.º 2 - Tempos de instalação de 100 ml de tubagem usando o método de perfuração dirigida.....	20
Figura n.º 3 - Esquema de execução do furo piloto com recurso à utilização sonda emissora	26
Figura n.º 4 - Fase de alargamento do furo, após a execução do furo piloto	28
Figura n.º 5 – Tabela com a classificação dos solos por ordem crescente da sua resistência	31
Figura n.º 6 - Fixação das paredes do furo pela ação das lamas bentoníticas	34
Figura n.º 7 - Suspensão do solo solto que foi cortado pelas cabeças de corte, pela ação das lamas bentoníticas	34
Figura n.º 8 - Esquema de execução do método CIPP (Cured in Place Pipe) entre caixas de visita	35
Figura n.º 9 - Esquema de antes e depois da reabilitação de tubagens pelo método CIPP..	36

Figura n.º 10 - Cura da manga por lâmpadas Ultravioletas.....	36
Figura n.º 11 - Esquema da reabilitação pontual (Patch Repair) a executar antes da aplicação da manga	37
Figura n.º 12 - Esquema do By-pass a realizar nas redes de drenagem de águas residuais	40
Figura n.º 13 - Localização do concelho de Torres Novas no distrito de Santarém e em Portugal	46
Figura n.º 14 - Mapa do concelho de Torres Novas e das freguesias do concelho	47
Figura n.º 15 - Carta geológica de Torres Novas	48
Figura n.º 16 - Carta Hipsométrica do concelho de Torres Novas.....	50
Figura n.º 17 - Esquema do sistema de abastecimento de água e sistema de águas residuais do concelho de Torres Novas.....	52
Figura n.º 18 - Traçado em planta do coletor alvo da reabilitação.....	60
Figura n.º 19 - Localização do Caso de Obra n.º 2 (Fonte Google Earth, imagem extraída no dia 22-01-2021)	75
Figura n.º 20 - Levantamento manual da intervenção realizado.	76

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto n.º 1 - Central de mistura de lamas bentoníticas (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	23
Foto n.º 2 - Máquina de perfuração dirigida (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	23
Foto n.º 3 - Exemplo de trabalhos com recurso a vala aberta	41
Foto n.º 4 - Abatimento no pavimento, sobre o traçado da tubagem e junto a caixa de visita P8	53
Foto n.º 5 - Abatimento no pavimento coincidente com traçado da tubagem (Troço P6 – P7)	53
Foto n.º 6 - Anomalia junto à caixa P2.2	54
Foto n.º 7 - Manilhas sem fundo no Troço P2 – P3	54
Foto n.º 8 - Manilhas partidas no troço P4 – P5	55
Foto n.º 9 - Manilhas partidas no Troço P5 – P6	55
Foto n.º 10 - Tubagem parcialmente colapsada no Troço P6 – P7	55
Foto n.º 11 - Tubagem colapsada P7 – P6	56
Foto n.º 12 - Ausência de fundo em tubagem no Troço P8 – P9	56
Foto n.º 13 - Caixa P11, evidenciando sinais de ocorrência de transbordo	57
Foto n.º 14 - Localização da caixa P11 e zona de eventual colapso de tubagem a jusante	57
Foto n.º 15 - Crateras visíveis coincidentes com o traçado da tubagem – podem ser zonas de colapso / cedência da tubagem	58
Foto n.º 16 - Introdução de manga plástica para diminuir atrito ao colocar a manga no interior do coletor existente (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	63

Foto n.º 17 - Início da introdução da manga pelo interior do coletor existente (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	63
Foto n.º 18 - Camião Hidroaspirador para apoio na limpeza dos coletores (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	64
Foto n.º 19 - Carrinha de inspeção vídeo (CCTV) (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	64
Foto n.º 20 - Camião de controlo equipado para a cura do da manga (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	65
Foto n.º 21 - Camião Hidroaspirador, imagem com mangueira e bobine com cabo de “transporte” dos equipamentos (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	65
Foto n.º 22 - Tampas metálicas para colocar nas extremidades da manga de forma a permitir o insuflamento (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	66
Foto n.º 23 - Ecrã de controle dos parâmetros de cura (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	66
Foto n.º 24 - Carrinho de lâmpadas ultravioleta (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	67
Foto n.º 25 - Camião de apoio técnico (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	67
Foto n.º 26 - Balão de tamponamento do coletor a montante da intervenção (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	68
Foto n.º 27 - Reparação de coletor que se encontrava desfeito de forma a permitir a passagem da manga (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	68
Foto n.º 28 - Colocação de Tubagem por vala aberta	69
Foto n.º 29 - Patologia identificada: Fissuras de grandes dimensões multidirecionais e deformação com deslocação de secções partidas	71
Foto n.º 30 - Patologia identificada: Fissuras reticulares	71

Foto n.º 31 - Patologia identificada: Deformação acentuada	71
Foto n.º 32 - Patologia identificada: Deformação acentuada	72
Foto n.º 33 - Patologia identificada: Ovalização muito acentuada.....	72
Foto n.º 34 - Patologia identificada: Fissuras reticulares	72
Foto n.º 35 - Patologia identificada: Fissura longitudinal	73
Foto n.º 36 - Patologia identificada: Fissuras reticulares	73
Foto n.º 37 - Patologia identificada: Faltam secções na junta	73
Foto n.º 38 - Poço de ataque, início da perfuração (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	78
Foto n.º 39 - Central de mistura de lamas bentoníticas (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020).....	78
Foto n.º 40 - Máquina de perfuração dirigida (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)	79
Foto n.º 41 - Giratória a posicionar broca expansora (vulgo Alargador.....	79
Foto n.º 42 - Sucção de lamas bentoníticas	80
Foto n.º 43 - Pormenor de cabeça expansiva.....	80
Foto n.º 44 - Finalização da colocação de Coletor PEAD diâmetro 500 sobre o rio	81
Foto n.º 45 - Máquina de soldadura de PEAD topo a topo por Termo fusão	81
Foto n.º 46 - Demonstração de soldadura por termo fusão	82
Foto n.º 47 - Apoio mecânico ao posicionamento do coletor.....	82
Foto n.º 48 - Rolete para facilitar o manuseamento do tubo PEAD	82
Foto n.º 49 - Apoio mecânico para posicionamento da tubagem para soldadura.....	83

Foto n.º 50 - Cabeça de arraste fixa ao tubo PEAD	83
Foto n.º 51 - Apoio mecânico ao posicionamento do coletor	83
Foto n.º 52 - Apoio mecânico ao posicionamento do coletor	84
Foto n.º 53 - Giratória a empurrar tubo PEAD.....	84
Foto n.º 54 - Apoio manual ao posicionamento do tubo sobre a água	85
Foto n.º 55 - Pormenor da cabeça de arraste	85
Foto n.º 56 - Coletor PEAD sobre o rio	86
Foto n.º 57 - Início à introdução do coletor no furo já efetuado	86
Foto n.º 58 - Tubo sobre o rio a ser puxado para o furo.....	87
Foto n.º 59 - Escavação para execução de caixa de visita com soleira abaixo do nível freático (Aprox.8m2).....	87
Foto n.º 60 - Balde de Patilhas para escavação em aumento de profundidade	88
Foto n.º 61 - Pormenor do balde de patilhas	88
Foto n.º 62 - Perfuração por trados do último troço na ligação à estação elevatória	89

LISTA DE ABREVIATURAS

AP Água Pluvial

ARD Água residual Doméstica

BI Boca-de-incêndio

DN Diâmetro Nominal

EE Estação Elevatória

EN Norma Europeia

EN Estrada Nacional

ETA Estação de Tratamento de Água

ETAR Estação de Tratamento de Águas Residuais

GPS Global Positioning Service (Serviço de Posicionamento Global)

H Pressão necessária

IPT Instituto Politécnico de Tomar

ISO Organização Internacional de Normalização

kPa Quilo Pascal

kwh Quilowatt-hora

NUTS Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos

PEAD Polietileno De Alta Densidade

PP Polipropileno

PVC Polietileno de Vinil

RSU Resíduos sólidos Urbanos

SIG Sistema de Informação Geográfica

UV Ultra Violeta

V Velocidade máxima

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Os sistemas urbanos de águas residuais são infraestruturas essenciais nas sociedades modernas com grande valor patrimonial sendo necessário garantir a sustentabilidade destes sistemas tanto a nível económico e financeiro, como a nível operacional e estrutural.

As redes de águas residuais constituem, em Portugal, uma das principais causas de patologias, mesmo em casos de construção recente. Por serem sistemas ativos, as patologias nas redes prediais traduzem-se em significativos fatores de desconforto e incomodidade para os utilizadores.

A reabilitação de sistemas de abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e pluviais constitui um domínio que assume em Portugal importância crescente no quadro da melhoria do desempenho, do cumprimento da legislação ambiental e da rentabilização dos elevados investimentos a efetuar e dos já efetuados.

Portugal, de acordo com o portal PORDATA [14], tinha em 2017, aproximadamente, 85% da população coberta com sistemas de águas residuais, o que é já um número bastante razoável e que está ao nível de outros países europeus. Este valor, de acordo com a mesma fonte, em 1991 era de 60%. Tendo em conta estes factos, a construção nova destas infraestruturas tem tendência a reduzir e nota-se que o mercado da reabilitação está a crescer, fazendo, cada vez mais sentido investir na reabilitação destas infraestruturas que, em alguns casos, foram construídas com materiais que nos dias de hoje já se encontram ultrapassados.

Considerando-se que a reabilitação é qualquer intervenção física que prolongue a vida útil de um sistema existente, melhorando o seu funcionamento, entende-se que este tema é hoje muito pertinente face à idade dos sistemas existentes e ao crescimento verificado na população desde a sua construção.

O processo de reabilitação de uma rede de drenagem de águas residuais, deve seguir os seguintes passos:

1. caracterização do sistema;
2. reconhecimento das patologias;
3. caracterização das patologias;
4. identificação das causas das patologias;
5. avaliação das possíveis estratégias de intervenção e decisão da estratégia a executar;
6. implementação de soluções;
7. controlo da implementação da solução selecionada.

Para seleccionar a forma de intervenção deve-se ter em consideração o custo, o desempenho e o risco de cada uma das formas de intervenção.

Para a realização de todo o trabalho necessário, para a reabilitação de uma rede de drenagens, devem ser estabelecidas prioridades na lista das ações de melhoria a realizar na exploração dos sistemas de drenagem de águas residuais e na reabilitação dos mesmos.

É importante analisar corretamente a situação, ponderar as diferentes opções e fundamentar, adequadamente, as decisões sobre os troços que devem ser reabilitados. Estas decisões devem ter em consideração razões técnicas, operacionais e socioeconómicas. As decisões são dificultadas pelo facto de se tratar de infraestruturas enterradas que não podem ser facilmente visualizadas, pelo que é necessário recorrer à inspeção dos coletores através da utilização de sistemas com vídeo.

1.2. OBJETIVOS

Quando, em conjunto com os orientadores, se optou pela temática da reabilitação de condutas de saneamento, foram traçados os seguintes objetivos:

- identificar técnicas para a reabilitação de redes de drenagem de águas residuais;
- apresentar as técnicas e as suas vantagens e inconvenientes;
- exemplificar a aplicação de duas técnicas através de dois casos de obra.

1.3. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho iniciou-se com pesquisa bibliográfica e estudo de casos sobre redes de drenagem de águas residuais.

Numa segunda fase procedeu-se à pesquisa de técnicas para a reabilitação de redes de drenagem de águas residuais.

Na terceira fase procurou-se casos de obra relativos ao tema e optou-se por dois casos de estudo onde se adotou uma técnica recente “Trenchless” (sem abertura de vala). Face a esta situação esta tecnologia será a mais desenvolvida neste trabalho.

1.4. ESTRUTURA

O trabalho está organizado em sete capítulos.

Capítulo 1, introdução e enquadramento do tema, apresentação dos objetivos e da metodologia de trabalho.

Capítulo 2, contexto histórico referente à construção de sistemas de coletores de águas residuais.

Capítulo 3, refere-se à regulamentação fundamental para o dimensionamento e execução das redes de coletores e à forma de efetuar o seu dimensionamento hidráulico.

Capítulo 4, descrição das técnicas que foram possíveis de identificar e que são usadas em Portugal.

Capítulo 5, descrição do acompanhamento de dois casos de obra com a utilização de duas tecnologias sem recurso a vala aberta “Trenchless”, ambas efetuadas no concelho de Torres Novas.

Capítulo 6, conclusões resultantes da elaboração deste trabalho.

Capítulo 7 – Bibliografia consultada para a elaboração deste trabalho.

2. CONTEXTO HISTÓRICO

Em Portugal a história do saneamento básico com drenagem separativa (águas residuais / águas pluviais) tal como a existência de estações de tratamento (ETAR) é relativamente recente.

Os primeiros elementos históricos que existem sobre este tema são do século XV e demonstram que devido à peste era necessário fazer limpeza dos “canos” frequentemente. Estes “canos” foram construídos com intenção de drenar as águas da chuva, no entanto, devido ao aumento de população juntava-se, nos mesmos, estrumes e todo o tipo de sujeiras.

Com o forte crescimento da população até ao terramoto de 1755, os problemas tornaram-se mais graves, com as cheias, e tudo o que era sujeiras (fezes entre outros) ficava espalhado pela cidade de Lisboa, tal como em outras zonas do país com maior aglomerado populacional.

A seguir ao terramoto de 1755, seguiu-se a reedificação da cidade de Lisboa. Esta foi a oportunidade para se construir coletores com ligação ao estuário do Tejo. Muitos desses coletores apresentavam os cantos retos e não a forma circulares, o que fazia com que existissem muitos entupimentos.

No entanto, a solução mais utilizada nesta altura, era deixar-se os recipientes de barro com dejetos sólidos e líquidos às portas das casas, para que de madrugada fossem recolhidos por viaturas municipais. Em muitas zonas usava-se a fossa, normalmente no quintal e por vezes junta aos poços de água.

Nesta altura, os poucos coletores que existiam não garantiam o mínimo de estanquicidade.

No princípio do século XX começou-se a executar coletores de betão com juntas fechadas em argamassa à base de cimento. Estes coletores podiam ser pré-fabricados ou executados no sítio.

No século XIX com a evolução da indústria, e consequentemente a centralização das populações, principalmente, nas maiores cidades foi autorizada a ligação das águas residuais

domésticas às redes de drenagem de pluviais que existiam. Com isto, o risco de transmissão de doenças aumentou significativamente.

Em meados do século XX a opção pela rede separativa aconteceu praticamente em todo o mundo.

Verifica-se que grande parte dos coletores construídos com intenção de servirem unicamente para águas residuais domésticas, acabam por transportar águas pluviais provenientes de infiltrações.

Nos anos 30, no Porto, foi construído o primeiro sistema separativo doméstico em Portugal. Entre 1940 e 1950 as maiores cidades do país já tinham sistema de rede separativa.

Foi entre a década de cinquenta e a década de setenta que se renovaram e concluíram a maioria dos sistemas de drenagem unitários hoje existentes. Foi nesta mesma altura que também foram construídas as redes separativas em “massa”.

Na década de oitenta e noventa do século XX o investimento em saneamento apresentou um crescimento significativo.

Nos últimos 30 anos foram realizadas no País construções de grande significado, relacionadas, entre outras, com o saneamento do Vale do Ave (incluindo os intercetores e ETAR de Gondar, Rabada e Agra), de Coimbra (ETAR de leitos percoladores de alta carga), de Saneamento da Costa do Estoril (incluindo um intercetor geral de mais de 20 km, vários emissários principais, uma ETAR atualmente em vias de beneficiação e um emissário submarino), do Porto (designadamente ETAR do Freixo e de Sobreiras), de Vila Nova de Gaia (sistema de drenagem e tratamento e destino final), de Loures e Concelhos vizinhos (ETAR de Frielas e de S. João da Talha), de Lisboa (ETAR de Alcântara, Chelas e beneficiação de Beirolos), de Setúbal, do Concelho de Almada (ETAR de Quinta da Bomba, da Mutela e do Portinho da Costa) e da SIMRIA - Sistema Integrado de Águas Residuais dos Municípios da Ria de Aveiro (intercetores Norte, Sul a Vouga e ETAR Norte e Sul).

3. INSTALAÇÃO E TRAÇADO DE REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

3.1. INTRODUÇÃO

Em Portugal está em vigor o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto que aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPPDADAR).

Este documento contém as várias disposições legais necessárias para o dimensionamento e execução dos sistemas públicos e prediais de abastecimento de água, incluindo normas relativas à captação, tratamento, distribuição e inclusive exploração.

De forma análoga, também contém as disposições legais para o dimensionamento e execução das redes de recolha, drenagem e descarga das águas residuais domésticas e pluviais. Este regulamento contém algumas regras relativamente ao destino das águas residuais domésticas, industriais e pluviais.

Trata-se de um regulamento muito abrangente e com bastantes regras que é obrigatório cumprir tanto na execução de novos sistemas como na reabilitação dos sistemas existentes. É um regulamento fundamental, também, para se proceder ao estudo prévio, projeto, execução física dos trabalhos e fiscalização dos trabalhos de reabilitação de coletores de saneamento.

Neste regulamento pode-se encontrar os elementos necessários para se obter os caudais médios anuais, o fator de ponta instantâneo, com base no fator de afluência à rede e nas captações diárias por habitante, assim como os caudais de infiltração, previsto no regulamento, referindo, que algumas das intervenções de reabilitação neste tipo de coletores, têm como objetivo reduzir estes caudais de infiltração.

Além do elemento fundamental para o dimensionamento das redes de drenagem e elevação de águas residuais, que é saber o caudal máximo a transportar em cada troço de conduta, também se tem neste regulamento muitas outras regras a cumprir porque são obrigatórias e asseguram um normal funcionamento dos sistemas de saneamento.

Algumas das disposições legais, e são muitas, a ter sempre presente neste documento fundamental, são:

- diâmetros mínimos;
- velocidades máximas e mínimas do escoamento;
- altura da lâmina líquida;
- inclinações dos coletores;
- implantação dos coletores em planta e em profundidade;
- larguras das valas (no caso do método de vala aberta);
- requisitos estruturais das tubagens;
- proteções químicas;
- distância entre caixas de visita.

Como se pode constatar, deve-se ter em conta este regulamento quando se está a planear, projetar, executar ou fiscalizar qualquer trabalho de reabilitação de coletores de saneamento.

3.2. CONSTITUIÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

No seguimento do explanado no ponto anterior e tendo sempre presente o regulamento, as redes de drenagem de águas residuais podem ser tipificadas em dois grandes grupos, o sistema unitário e o sistema separativo.

O sistema unitário consiste no transporte conjunto, na mesma tubagem, das águas residuais domésticas e das águas pluviais. Este sistema tinha a vantagem de ser mais económico, dado que apenas era necessário executar uma linha de tubagem e um único ramal para cada edifício. Quando se começou a executar, ainda não existia a preocupação de se proceder ao tratamento das águas residuais domésticas e industriais, pelo que a descarga era conjunta nas linhas de água.

As redes separativas, como o nome sugere, consistem na separação dos afluentes à rede, em águas residuais domésticas e indústrias (as indústrias são obrigadas a tratar os seus resíduos, antes de os encaminharem para as redes públicas, mas é certo que ainda se tem caudais

industriais sem tratamento prévio a ser escoado nas redes publicas de saneamento) e águas pluviais. Neste tipo de sistema temos de ter duas linhas de tubagens, dois tipos de ramais e dois tipos de destinos.

As redes de águas residuais transportam os caudais, sob escoamento gravítico ou sob pressão, até a uma estação de tratamento, de modo a remover as matérias poluentes e entregar água “limpa” nos cursos de água. As redes de águas pluviais transportam os caudais para linhas de água ou diretamente para o mar, dado que é, em princípio, apenas água da chuva. A este propósito convém destacar que já existem cidades Europeias, como Paris, que já fazem um tratamento às águas recolhida na rua, antes de os encaminhar para os cursos de água. É natural que seja uma tendência crescente em muitas outras cidades.

Em Portugal pode-se citar dois bons exemplos, a Ponte Vasco da Gama que tem recolha e tratamento das águas pluviais recolhidas no tabuleiro da ponte e a recente (10 anos) construção do IC9 que tem no seu trajeto algumas bacias de retenção das águas recolhidas na plataforma, onde é possível fazer reter alguns produtos nocivos para o meio ambiente.

Também existem sistemas mistos em que parte da rede é separativa e parte unitária, por exemplo temos algumas cidades ribeirinhas ou junto à costa marítima, em que a parte alta da cidade é rede separativa e a parte baixa da cidade, por falta de cota, é unitária e se assume que se recolhe ambas as águas (residuais e pluviais) e se encaminha para uma estação de tratamento. Os custos do tratamento sobem, dado que é necessário transportar, muitas vezes com recurso a elevação dos afluentes, porque os caudais pluviais a tratar assumem uma grande percentagem do total de água a tratar. A alternativa seria criar, da mesma forma, estações de elevação de afluentes e mais uma vez duplicar os elementos necessário à recolha e transporte dos afluentes.

Também temos sistemas mistos involuntários, onde quer por erros de execução e/ou projeto, quer por ligações ilegais, se tem nas redes separativas de águas residuais domésticas, contribuição de caudais pluviais, verificando-se, nos dias de chuva, um aumento significativo dos caudais afluentes. Nestas situações é frequente colocar descarregadores de tempestade dimensionados para que entrem em funcionamento, quando o caudal transportado num determinado ponto da rede é superior ao dimensionado e/ou ao que a rede pode suportar.

Algumas das reabilitações têm como objetivo eliminar problemas de afluência não prevista à rede, como os caudais de infiltração, a separação de redes unitárias existentes, com óbvios benefícios nos custos de tratamento das águas residuais domésticas.

No que toca ao tipo de escoamento dos caudais em condutas o mesmo pode ser gravítico ou sob pressão, tanto com origem em estações elevatórias como em caixas de carga que conferem carga hidráulica no interior das condutas.

No caso do escoamento gravítico o dimensionamento dos coletores para transporte de águas residuais não pode ser em secção cheia, como veremos no próximo ponto, mas caso seja para transporte de águas pluviais, já é permitido o dimensionamento a secção cheia para o transporte deste tipo de afluente.

Quando não é possível o transporte das águas residuais sob escoamento gravítico, são criadas estações elevatórias com poços de retenção e bombas para elevar as águas para as estações de tratamento ou para zonas altas da rede, para que o transporte chegue às estações de tratamento e na fase seguinte, seja encaminhado das estações de tratamento para os cursos de água ou para o mar.

3.3. REGRAS DE TRAÇADO E INSTALAÇÃO

O projeto e execução de redes de transporte de águas residuais, obedece, conforme mencionado anteriormente, a regras impostas pela regulamentação em vigor e a regras técnicas derivadas das leis da física complementadas com o saber técnico acumulado de muitos anos e muitos estudos anteriores que se encontram referidos em muita documentação técnica, como tal temos fórmulas matemáticas, ajustadas e já bem validadas, que usamos no dimensionamento das redes de saneamento.

Para que a rede funcione bem do ponto de vista hidráulico, sanitário e em termos de manutenções e limpezas, a mesma é o conjunto de vários elementos unitário que compõem a rede na sua globalidade, como sejam:

- **condutas** - circulares, retangulares, ou outra seção servem para transportar os caudais e devem ter como principais exigências, baixa resistência ao escoamento, resistentes

à abrasão provocada pelo escoamento, resistência química e biológica em função do tipo de caudais que transporta, resistência às cargas exteriores, superior ao solicitado, resistência à pressão interna superior ao solicitado, serem estanques no seu todo (incluindo as ligações), terem vida útil superior ao horizonte de projeto e serem possíveis de instalar em fase de obra;

- **câmaras de visita** (ou caixas de visita) - podem ser circulares ou retangulares, são constituídas por fundo, corpo e cobertura, devem ainda ser munidas de meio de acesso por degraus ou escada fixa ou amovível e conter uma tampa com fecho. As mesmas servem para materializar a confluência de coletores, mudanças de direção, de diâmetro ou de inclinação, em distância máxima entre elas de 60m no caso de coletores não visitáveis, ou 100m no caso de coletores visitáveis. A dimensão das mesmas é em função da altura, sendo o diâmetro mínimo de 1,00m para profundidades inferiores a 2.50m e 1,25m para profundidades superiores;
- **ramais** - são constituídos pela caixa de ramal, normalmente situado no limite da propriedade, mas em espaço público, que é o local onde são ligadas as águas residuais dos prédios e as suas dimensões e constituição variam de município para município, devendo sempre serem consultados os regulamentos municipais. Os ramais são ainda constituídos pela tubagem que liga a caixa de ramal ao coletor, podendo a mesma ser ligada diretamente a uma câmara de visita ou à tubagem do coletor por meio de um acessório tipo forquilha, quando se trate de coletores com diâmetro igual ou inferior a 500mm ou diretamente em coletores com diâmetro superior a 500mm no terço superior do mesmo. A secção mínima da tubagem dos ramais é de 125mm.
- **sarjetas e sumidouros** - são órgãos com função idêntica aos ramais, mas que servem para recolha das águas pluviais nos arruamentos, recolhem a água por meio de aberturas laterais (sarjetas) ou superiores (sumidouros) sendo as mesmas encaminhadas por meio de tubagens para a rede de coletores unitária ou separativa, conforme o caso.

Conforme mencionado anteriormente o transporte das águas residuais até destino final pode ser feito de forma gravítica ou sob pressão. O escoamento gravítico é o transporte mais económico, dado que aproveitamos a energia gravítica para que o escoamento ocorra, para tal aproveita-se ao máximo a orografia do terreno para construir uma rede de transporte dos caudais a transportar. Mas há limitações que impossibilitam o uso desta energia gratuita, de

ordem de execução física dos coletores a grandes profundidades, apesar de possíveis profundidades maiores que seis metros, tais profundidades tornam a execução e posteriores manutenções, muito onerosas, com implicações para a segurança dos trabalhos e aumentam a exigência das tubagens a aplicar, tendo em conta que ficam sujeitas a cargas maiores.

Como tal, surge a necessidade de adicionar outras formas de energia para permitir o transporte dos caudais. Assim, o mais habitual e presente em muitos locais do nosso país é a criação de instalações com a designação de estações elevatórias que servem para elevar o esgoto desde os pontos baixos até aos pontos altos ou, muitas vezes, já diretamente para as estações de tratamento.

Normalmente, são instalações que contêm válvula de fecho total e coletor de recurso para a linha de água próxima, uma gradagem de sólidos mecânica ou manual, para remover detritos que possam prejudicar o funcionamento das bombas, um poço de bombagem, que serve de receção às águas residuais que aí chegam, promovendo uma equalização dos caudais e as bombas (grande maioria elétricas) que permitem a elevação das águas.

3.4. METODOS PARA DIMENSIONAMENTO

No regulamento (RGSPPDADAR) estão contidas as normas a cumprir no dimensionamento das redes de escoamento que são, de uma forma resumida, as que a seguir se refere.

A inclinação dos coletores segue, sempre que possível, a inclinação do terreno natural, respeitando sempre os limites impostos pela alínea f) do Art.º 133.º do RG, isto é, inclinações mínimas de 0,3% e máximas de 15%.

Os coletores são dimensionados considerando-se o escoamento a meia secção para coletores com diâmetro igual ou inferior a 500mm e de 0,75 da sua secção para diâmetros superiores a 500mm, limitando a inclinação ao intervalo 0,3 - 15% e a velocidade ao intervalo 0,5 – 3 m/s.

O recobrimento mínimo das tubagens é de 1 metro. Sempre que devido a questões técnicas de projeto não seja possível obedecer a este critério, deverá ser previsto a proteção à tubagem

Conforme mencionado anteriormente, o escoamento gravítico é uma energia gratuita, que faz uso da diferença de cotas entre dois pontos, no caso dos coletores com a exigência desses pontos serem uma linha reta em perfil, para que o escoamento seja conseguido do ponto mais alto para o mais baixo. Os movimentos dos caudais numa tubagem provocam atrito nas paredes da mesma tubagem, atrito esse que consome parte da energia gravítica. Estas características do escoamento gravítico podem ser traduzidas em expressões matemáticas já bastantes validadas e são essas que são usadas no dimensionamento dos coletores gravíticos.

Para a verificação das condições hidráulicas do escoamento o mais usual é aplicar a fórmula de Manning- Strickler:

$$Q = K_s \times S \times R^{2/3} \times i^2$$

Onde:

Q - Caudal escoado (m³/s);

Ks - Coeficiente de Manning-Strickler (m^{1/3}/s);

S - Secção do coletor (m²);

R - Raio hidráulico (m);

i - Inclinação do coletor (m/m).

A verificação das condições de autolimpeza nos coletores é efetuada calculando a tensão tangencial sobre as paredes da conduta, através da seguinte expressão:

$$\tau = \gamma \times Rh \times i$$

Sendo:

γ o peso específico da água ($\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$)

R_h o raio hidráulico para o caudal de autolimpeza

i a inclinação da tubagem.

O valor recomendado para a tensão mínima de arrastamento, isto é, para que se verifiquem as condições de autolimpeza, é de 2 N/m^2 . Nos troços em que este valor não seja cumprido, terá de se proceder à sua limpeza com a ajuda de um camião limpa fossas/limpa coletores.

4. TÉCNICAS PARA REABILITAÇÃO DE REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

4.1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população nas cidades as operações em infraestruturas enterradas tornam-se cada vez mais difíceis, existindo necessidade de recorrer ao desenvolvimento de Tecnologias “Trenchless” (sem abertura de vala) para responder aos desafios do dia-a-dia. Este tipo de tecnologia tem a enorme vantagem de não obstruir o tráfego automóvel. Para além disso, os subsolos do centro das cidades estão congestionados com as diferentes infraestruturas administradas por diferentes entidades o que aumenta a complexidade da gestão, do planeamento e das diferentes atividades relacionadas com a colocação de novas infraestruturas ou reparações das existentes.

O processo de reparação sem recurso a abertura de vala poderá ser feito através do entubamento ou encamisamento dos coletores existentes. Para o efeito, foi efetuado um levantamento de técnicas de reabilitação mais utilizadas (Encamisamento contínuo e pontual, entubamento simples «splilining» e com rebentamento) e das respetivas vantagens e inconvenientes.

4.2. CONCEITOS BÁSICOS

Dada a especificidade e de modo a manter o rigor científico, os conceitos básicos aqui enumerados foram transcritos de Gestão Patrimonial de Infra-Estruturas de abastecimento de água. LNEC [1].

A reabilitação, encarada de uma forma sistemática e integrada, é uma atividade relativamente nova dentro do sector e no contexto nacional. Assim, é importante a apresentação dos principais conceitos e a definição da terminologia a utilizar, de acordo com o que é adotado neste setor a nível internacional. Os conceitos e terminologia que a seguir se apresentam estão de acordo com documentos normativos europeus.

Procura-se, também, a harmonização com a terminologia geral sobre patologia da construção [1]. O conceito de reabilitação tem sofrido evoluções ao longo do tempo. Numa fase inicial,

considerava-se a reabilitação no sentido mais restrito da reposição da condição estrutural. O Sewerage Rehabilitation Manual, editado pelo Water Research Centre (WRc) em 1983, propõe que neste conceito se incorpore a reposição do desempenho hidráulico, para além do estrutural. A definição adotada desde então para reabilitação é “todos os aspectos de melhoria do desempenho dos sistemas existentes. A reabilitação estrutural inclui reparação, renovação ou reconstrução. A reabilitação hidráulica inclui substituição, reforço, redução ou atenuação do caudal e, ocasionalmente, renovação” (WRc, 1983).

Atualmente, o âmbito da reabilitação destas infraestruturas é mais alargado (WRc, 2001; CEN, 2008), incluindo-se, para além do desempenho estrutural e hidráulico, outras vertentes do desempenho das infraestruturas, como sejam a ambiental e a operacional. Assim, no âmbito deste guia adota-se a seguinte definição:

- reabilitação (Rehabilitation)
 - Conjunto de medidas para restaurar ou melhorar o desempenho de um sistema de águas residuais ou pluviais existentes [1].
 - Intervenção destinada a proporcionar desempenho compatível com exigências ou condicionalismos atuais [1]. As atividades de reabilitação podem ser encaradas de duas formas pelas entidades gestoras:
- reabilitação reativa – intervenção executada quando o funcionamento do sistema é interrompido ou comprometido com disfunções graves, implicando habitualmente uma atuação rápida. Um exemplo de reabilitação reativa é a reposição da integridade estrutural após o colapso num coletor.
- reabilitação preventiva – abordagem planeada para precaver que a degradação do desempenho de um sistema atinja níveis indesejáveis, tendo por objetivo repor o desempenho nos níveis desejáveis ou melhorá-lo em face de novas solicitações ou exigências.

Dadas as limitações de recursos das entidades gestoras, a opção acaba, frequentemente, por ser pela reabilitação reativa. No entanto, os benefícios de uma abordagem preventiva têm vindo a ser reconhecidos, especialmente, face às exigências crescentes segundo várias dimensões, incluindo os aspetos técnicos, de saúde pública, de segurança, ambientais, económico-financeiros e sociais.

A classificação dos métodos de reabilitação é feita normalmente considerando três categorias, nomeadamente reparação, renovação e substituição. Seguidamente apresentam-se estas definições.

Reparação

- Retificação de anomalias localizadas [1], podendo inserir-se ou não em ações de reabilitação.
- Intervenção destinada a corrigir anomalias [1]

Renovação

- Intervenção num componente do sistema existente, incorporando o material existente, total ou parcialmente, melhorando o seu desempenho corrente [1].

Substituição

- Construção de um novo componente do sistema, incorporando a função do componente existente que é descartado, podendo ser ou não no alinhamento do componente existente [1]. Inclui as operações designadas em língua inglesa por *renewal*, onde são mantidas a função e capacidade do componente existente.

Na temática da reabilitação são utilizados diferentes conceitos, com termos muitas vezes de uso comum na linguagem corrente, pelo que importa clarificar a definição no âmbito deste guia. De acordo com [1] a patologia da construção (entendida no seu sentido lato, podendo significar a própria construção, aqui a infraestrutura, o componente individual ou o material de construção) consiste no estudo das anomalias das construções, dos seus elementos (ou componentes) ou dos seus materiais. Por **anomalia** (ou defeito) entende-se a redução do desempenho previsto. Quando a anomalia se deve a erros de especificação, de projeto, de execução ou de utilização, designa-se por **deficiência**. No caso de a anomalia ser provocada por ações externas fala-se de **dano**. A alteração progressiva do estado das construções, que pode conduzir à ocorrência de anomalias, designa-se por **degradação**, enquanto que, por **deterioração** se entende a alteração do estado ou condição que tem associada a ocorrência

de anomalias. As formas de manifestação de degradação ou de anomalia é através de sintomas que, se forem detetáveis por observação direta, se designam por **sinais**. Ao processo de identificação de uma anomalia com base nos respetivos sintomas entende-se por **diagnóstico**. A redução do desempenho que ocorre gradualmente no tempo, em condições normais de utilização, designa-se geralmente por **envelhecimento** [1].

Como referido anteriormente, a vida útil pode ter diversos conceitos associados. O tempo de vida total de um componente é aquele que decorre entre a execução e a descativação ou demolição. O tempo de vida em termos contabilísticos, a vida útil contabilística é definida pelo período de amortização, em geral, fixo para cada classe de componente. A vida útil depende do tipo e da natureza do componente, apresentando-se na Tabela n.º 1, valores indicativos médios de vida útil para diferentes componentes. Os valores de vida útil geralmente aceites nos EUA e na Europa Central e do Norte tendem a ser superiores aos considerados em Portugal.

Tabela n.º 1 - Vida útil média para componentes de sistemas de águas residuais [1]

Tipo de componente	Vida útil média (anos)			
	Portugal	Reino Unido ²	África do Sul ¹	EUA
Construção civil				
Edifícios	40-50	30-100	50-100	50-75
Coletores e ramais de ligação	40	40-125	70-100	50-100
Câmaras de visita	40	50	20-50	20-50
Equipamento				
Grupos electro-bombas	20-25	-	15	35-40
Válvulas	15-20	-	-	30
Equipamento eléctrico	15	15	15	15-35
Equipamento de controlo	15	-	-	25

De acordo com [1] os valores de vida útil apresentados na Tabela n.º 1 podem ser muito afetados por fatores como a qualidade de produção dos materiais, condições de transporte e

armazenamento, qualidade da construção, adequação às condições operacionais e práticas de manutenção.

4.3. GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRA-ESTRUTURAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

A melhoria do desempenho de um sistema pode ser obtida através de reabilitação da infraestrutura, mas também através de melhorias nas atividades de manutenção e de operação. Assim, importa distinguir entre si os conceitos de reabilitação, de manutenção e de operação.

Manutenção:

- Trabalhos de rotina efetuados para garantir o bom desempenho ao longo do tempo [1].
- Intervenção periódica destinada à prevenção ou à correção de ligeiras degradações dos componentes, para que estes atinjam o seu tempo de vida útil, sem perda de desempenho [1].

Operação:

Ações efetuadas durante o funcionamento normal dos sistemas (e.g., monitorização e regulação, [1]). A operação inclui também as atividades de inspeção.

4.4. TÉCNICAS DE REPARAÇÃO E DE SUBSTITUIÇÃO SEM ABERTURA DE VALA “TRENCHLESS”

4.4.1. Perfuração dirigida

4.4.1.1. Resumo e campo de aplicação desta técnica

A perfuração dirigida horizontal é uma técnica que permite a instalação de cabos, condutas e tubagens no subsolo sem abertura de vala a céu aberto.

Esta técnica é utilizada na travessia de pontos especiais, como as situações que a seguir se refere e, geralmente, é realizada por empresas especializadas:

- estradas e autoestradas
- rios e canais
- vias férreas
- aeroportos

Realiza-se nos trabalhos de subsolo, em centros urbanos, onde constitui uma solução alternativa às técnicas tradicionais e apresenta numerosas vantagens:

- ganhos de tempos importantes;
- descrição dos trabalhos, com uma redução considerável dos incómodos, dos distúrbios dos cidadãos e à circulação rodoviária (sem valas, sem sujidade, sem material escavado a transportar...).

De seguida apresenta-se uma simulação temporal, para a instalação de 100 metros de tubagem no subsolo, num centro urbano, usando o método de perfuração horizontal dirigida e o método tradicional de vala aberta, Figura n.º 1 e Figura n.º 2

Com abertura de vala:

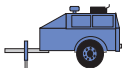
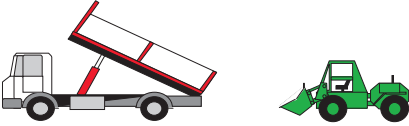
	Material	Duração
Montagem da obra Sinalização Corte do pavimento		1 dia
Abertura da vala e transp. dos materiais escavados p/ aterro		2 dias
Colocação do leito de areia Colocação da tubagem Enchimento da vala		1 dia
Compactação Reposição do pavimento Desmontagem da obra		1 dia
Total: 5 dias		

Figura n.º 1 – Tempos de instalação de 100 ml de tubagem usando o método de vala aberta

Por perfuração dirigida

	Material	Duração
1 Localiz. das infra-estruturas existentes Preparação do perfil de perfuração		1 dia
2 Furo piloto Expansão e instalação da tubagem		1 dia
Total: 2 dias		

Figura n.º 2 - Tempos de instalação de 100 ml de tubagem usando o método de perfuração dirigida

4.4.1.2. Características gerais

Descrevem-se de seguida algumas características gerais deste método de instalação de tubagem por perfuração horizontal dirigida.

Classificação: Os equipamentos de perfuração dirigida definem-se em relação ao seu torque e à sua capacidade de tração.

Comprimentos: Tubagens contínuas até várias centenas de metros de comprimento.

Diâmetros: Podem ser executados furos até um metro de diâmetro, sendo necessário recorrer a equipamentos de grande porte.

Tubagens: Polietileno de alta densidade (PEAD), PVC ou aço, para gás, eletricidade, telefones, fibra ótica e águas (adução e saneamentos).

Variantes: Também utilizada para a despoluição dos solos.

Curvaturas: Raio de curvatura limitado pela flexibilidade das varas de perfuração ou da própria tubagem.

Precisão: Diretamente ligada à natureza dos solos. Em terrenos homogéneos e compactos pode atingir 2 a 5 cm.

Outras infraestruturas: Respeitar, largamente, as distâncias mínimas tomando em conta a passagem do expensor.

Pessoal: A utilização desta técnica necessita de duas a quatro pessoas experientes. Uma formação aprofundada é indispensável.

4.4.1.3. Limitações geológicas e riscos

Geologia: Em geral (equipamentos equipados com a cabeça de perfuração clássica com lâmina) a perfuração dirigida aplica-se a todos os tipos de solos homogéneos (areias, argilas, gravilhas, margas, etc).

A partir de uma certa dimensão de máquina (12 toneladas mínimo) é também possível furar rocha, calcários, xistos, granitos, podem ser furados utilizando equipamentos especiais

Riscos: Riscos para as infraestruturas enterradas no caso da sua má identificação no subsolo. Riscos de deformações dos pavimentos e saída de lamas bentoníticas no caso de uma profundidade de perfuração insuficiente ou uma má gestão das lamas de perfuração

4.4.1.4. Preparação da perfuração

Infraestruturas: Um conhecimento preciso de onde encontrar as infraestruturas existentes no subsolo é indispensável. Se existir alguma dúvida sobre a localização exata de uma infraestrutura sensível como gás ou eletricidade, deve-se fazer uma sondagem no local do atravessamento.

Geologia: No caso de incerteza sobre a natureza ou dureza do solo a perfurar, a análise laboratorial de uma amostra do solo torna-se indispensável para confirmar a perfurabilidade e a determinação do perfil e para a seleção das cabeças de perfuração.

Perfil: O sucesso de uma perfuração dirigida depende, em muito, do cuidado com que foi executado o estudo prévio do perfil de perfuração. As poucas horas despendidas nesta preparação podem traduzir-se, na obra, em vários dias de economia e o evitar de incidentes.

Programa de preparação de perfuração "ATLAS"

Funcionando em ambiente Windows, o programa «ATLAS» é de fácil utilização e não requer conhecimentos especiais de informática. Ele permite:

- verificar a possibilidade de execução do furo;
- evitar as infraestruturas existentes e respeitar as distâncias mínimas em relação às infraestruturas;
- respeitar a cobertura exigida;
- não exceder a flexibilidade das varas e reduzir assim o tempo de perfuração;
- poupar o material, evitando qualquer sobrecarga desnecessária;

- apresentar na obra um cálculo de perfuração vara-a-vara e simplificar assim o trabalho do operador.

4.4.1.5. Equipamento

Segue-se fotografias, de obra dos equipamentos utilizados na execução de perfurações dirigidas, nomeadamente Foto n.º 1 - Central de mistura de lamas bentoníticas (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020) e Foto n.º 2 - Máquina de perfuração dirigida (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 1 - Central de mistura de lamas bentoníticas (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 2 - Máquina de perfuração dirigida (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)

Os equipamentos modernos, ditos “autónomos”, são constituídos por dois conjuntos:

➤ Carro de perfuração

Este carro, Foto n.º 2, inclui, sobre o mesmo chassis:

- a perfuradora, com o seu conjunto de varas;
- o motor térmico;
- a instalação hidráulica (bomba, motores);
- uma bomba de lamas de alta pressão;
- o posto do operador.

Ele é perfeitamente autónomo, tanto para as suas deslocações, como para a perfuração.

➤ Central de mistura de lamas

Esta central, Foto n.º 1, vai misturar a lama de perfuração e alimentar a bomba do carro de perfuração com baixa pressão através de uma tubagem. É constituída por um ou dois depósitos, dependendo do modelo (geralmente de 1.000 a 10.000 litros de lama bentonítica), assim como por um sistema de mistura, e um filtro. Um pequeno motor auxiliar assegura o seu funcionamento,

4.4.1.6. Transporte

Em geral, as unidades de perfuração são transportadas:

- sobre um camião, ficando a central de mistura no fundo do mesmo;
- sobre um conjunto:
 - camião com grua para a central de mistura
 - reboque para o carro de perfuração
- sobre um semi-reboque com grua.

4.4.1.7. Princípios de funcionamento

Uma perfuração dirigida comporta três etapas:

1. A realização do furo "piloto";
2. Alargamento ou expansão;
3. Colocação da tubagem.

Execução do furo piloto

As varas de perfuração penetram consecutivamente no solo sob a ação combinada da força axial, originada pelo sistema hidráulico da máquina, e da rotação de uma cabeça de perfuração equipada na sua extremidade com uma lâmina de desgaste adaptada à natureza do terreno, conforme descrito mais à frente no ponto 4.4.1.8.

Conforme o avanço do conjunto, as varas, com um comprimento de 2 a 5 metros de acordo com o modelo, são adicionadas.

Na sua frente, esta cabeça de perfuração é munida de injetores de lama de perfuração. Esta lama, uma mistura de água, argila (bentonítica) e aditivos é misturada na central de lamas e depois enviada sob pressão para o interior das varas.

Esta lama tem várias funções essenciais:

- evacuar o solo perfurado;
- consolidar e encamisar o furo;
- ajudar na perfuração devido à sua pressão;
- lubrificar e arrefecer a cabeça de perfuração.

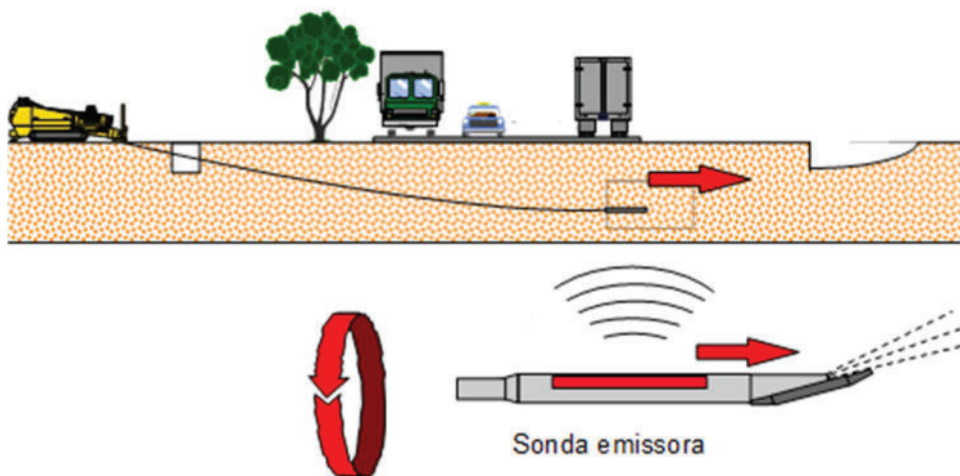


Figura n.º 3 - Esquema de execução do furo piloto com recurso à utilização sonda emissora

Deteção e orientação

A cabeça de perfuração é equipada com uma sonda emissora que comunica, permanentemente, a sua posição, a profundidade, a inclinação e a posição horária a um recetor instalado à superfície. A transmissão destas informações é, geralmente, assegurada por ondas eletromagnéticas.

Estas informações vão permitir ao operador guiar a perfuração.

Como a cabeça de perfuração não é simétrica, vai ser possível modificar a sua trajetória ao exercer só força de empurre sem rotação no conjunto de varas. Assim que a modificação de direção é obtida, inicia-se a rotação das varas de perfuração para continuar uma trajetória.

Dependendo dos construtores, existem diferentes modelos de sondas, em função de:

- profundidade (5, 10, 15, 20, 30 metros);
- precisão ($\pm 5\%$ para profundidade; 0,1% a 1% para inclinação);

- autonomia (20 a 40 horas, dependendo do modelo).

As ondas eletromagnéticas exteriores de forte intensidade (proximidade dum transformador, vias férreas eletrificadas, etc.) podem provocar perturbações que se traduzem numa perda temporária de certas informações.

É comum não se apresentar a profundidade. A solução consiste em calcular essa profundidade com a indicação da inclinação (exemplo: uma progressão de 3 metros com uma inclinação de + 15%, traduz-se num ganho de 45 cm para cima).

Cabeças de perfuração

Diferentes cabeças de perfuração e vários tipos de lâminas de desgaste permitem adaptar a ferramenta à natureza dos solos a perfurar:

- lâmina standard para terrenos brandos: terra vegetal, areias, argilas.
- lâminas com reforço de tungsténio: para terrenos rijos, abrasivos.
- lâminas com bicos de tungsténio: para terrenos duros e abrasivos.

Depois do furo piloto executado, de acordo com o perfil pretendido, a cabeça de perfuração sai de dentro de um poço de chegada.

O diâmetro do furo assim realizado será de 5 a 15 cm, dependendo do tamanho da cabeça de perfuração.

Alargamentos (expansões)

A cabeça de perfuração é retirada e é instalado um expansor para alargar o furo até ao seu diâmetro definitivo (1.2 a 1.5 vezes o diâmetro da tubagem).

Este expansor também está equipado com injetores de lamas de bentonite.

A lama permite a lubrificação, o arrefecimento, a consolidação do furo e o transporte do material cortado até à superfície.

Se o diâmetro final é importante ou se o terreno perfurado é duro, são necessárias várias passagens sucessivas de diâmetros de expansores cruzados.

Colocação da tubagem

Na passagem do último expansor, a tubagem (polietileno de alta densidade ou aço) é ligada atrás do expansor e puxada até ao ponto de entrada.

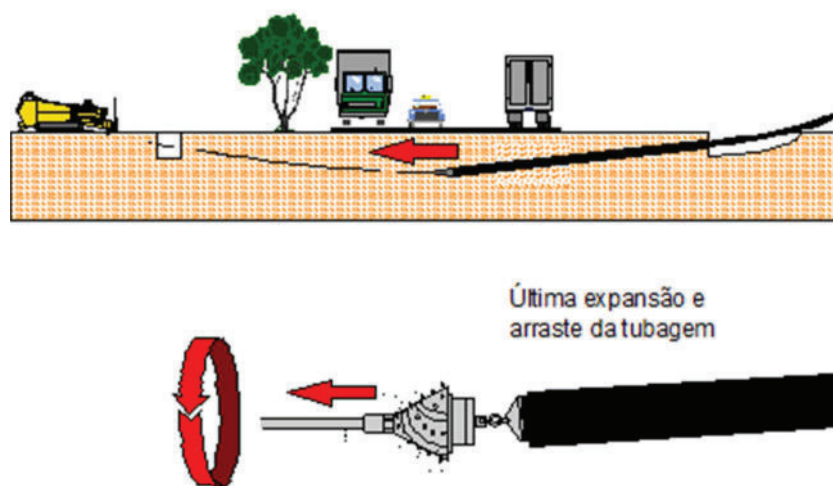


Figura n.º 4 - Fase de alargamento do furo, após a execução do duro piloto

4.4.1.8. Expansores

- Expansores de asas

São acessórios cujos dentes cortam o solo e misturam com a lama de perfuração. O espaço entre as asas e a coroa exterior permite que a lama obtida seja evacuada facilmente para a

traseira. São recomendados para solos homogéneos: argila, areia compacta. A sua superfície de trabalho limita a fricção o que facilita o progresso.

- Expansor de espiral compactador

Particularmente adaptados a solos heterogéneos porque a sua espiral permite evacuar pedras e gravilhas, comprimindo-os para o exterior do furo.

Em grande diâmetro e em solos argilosos muito plásticos, a sua grande superfície induz grande fricção e pode abrandar o progresso.

- Expansor de estrias

Solução intermédia entre os dois modelos precedentes, são os expansores mais polivalentes.

A forma helicoidal permite compactar, enquanto que os seus dentes, numerosos injetores e estrias asseguram a mistura da lama e o seu transporte para a zona de trás. Os bicos de tungsténio permitem trabalhar em solos compactos, duros e abrasivos. Estes bicos são substituíveis por soldadura.

- Expansor de globos para rocha

Permitem trabalhar em rocha. Na rocha abrasiva o corpo do expansor e os globos estão protegidos por bicos de tungsténio.

4.4.1.9. Principais características da perfuração dirigida

As características principais da perfuração dirigida estão compiladas na Tabela n.º 2-

Tabela n.º 2 – Principais características do método de instalações de tubagens recorrendo a perfuração dirigida

Cadência	De alguns metros em rocha até 200 m de tubagem instalada num dia, em caso de solos fáceis e subsolo sem incidentes
Dificuldades	Processo sensível à variação da natureza dos terrenos. Danos possíveis nas infraestruturas existentes no caso de uma insuficiente identificação das mesmas.
Desenvolvimento	A lama de perfuração lubrifica a tubagem ao ser inserida e assegura um contínuo desenvolvimento da obra. É desejável um exame visual da superfície desta, dentro do poço de chegada.
Localização	Depois da execução do furo piloto, o registo das posições sucessivas da cabeça de perfuração permite estabelecer um plano concreto da instalação da tubagem.

4.4.1.10. Perfuração em rocha

- Estudos preliminares

É indispensável um estudo antecipado para assegurar que é possível fazer a perfuração e determinar quais os equipamentos a aplicar.

É necessário realizar um estudo geológico para conhecer a natureza dos terrenos a atravessar, a espessura das camadas e a sua pendente.

Na sequência do estudo geológico devem ser extraídas amostras para ensaios laboratoriais. Nos provetes de rocha, com um mínimo de (10 cm x 10 cm x 5 cm) determina-se:

- Resistência à compressão simples em MPa
- Índice abrasivo

Estes elementos permitirão determinar o tamanho do carro de perfuração assim como os equipamentos a aplicar.

Será calculado o perfil da perfuração, com os raios de curvatura aceitáveis para as varas de perfuração e a própria tubagem.

– Classificação das rochas

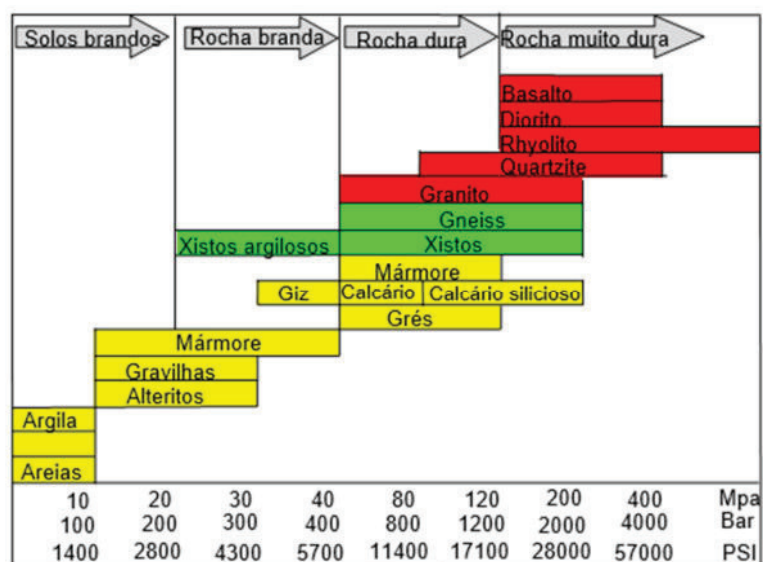


Figura n.º 5 – Tabela com a classificação dos solos por ordem crescente da sua resistência

- Necessidades específicas da perfuração de rocha

A perfuração de rocha só é viável para carros de perfuração com um mínimo de 12 t de força de tração. Ela implica as seguintes necessidades:

- Para o furo piloto

As máquinas devem possuir um torque mais que suficiente para rodar a ferramenta dentro da rocha.

A dificuldade consiste em manter a trajetória e não no processo de perfuração.

- Para a expansão

É necessário um torque significativo para alargar o furo. O esforço de tração deverá respeitar, se possível, uma relação de uma tonelada por polegada suplementar de diâmetro, por exemplo 10 toneladas máximo, se passar de 5 polegadas para 15 polegadas (120 a 380 mm).

- Para o conjunto das operações

É necessário um débito de lama superior àquele da perfuração clássica. Como não se pode comprimir a rocha, a totalidade do material resultante da desagregação da rocha tem de ser transportada pela lama de perfuração. As características desta lama, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, vão determinar, largamente, o sucesso da perfuração.

Dependendo do diâmetro final do furo poderá considerar-se uma central de reciclagem de lamas e uma bomba suplementar autónoma para se obter o débito necessário.

- Equipamentos para rocha

Martelo fundo de furo

Próprio para rocha dura e compacta. Acionado por ar-comprimido, sendo uma espuma responsável pelo transporte do material desagregado. A forma assimétrica do «bit» e porta-sonda permitem o seu direcionamento. As principais vantagens são:

- Uma velocidade de avanço elevada em rocha muito dura.

- Um consumo de lama/espuma mínimo.

Motor de lama

Uma vasta escolha de motores permite responder a todas as situações. O motor é constituído por três partes :

- Motor;
- Transmissão/união;
- Rolamentos.

Estes motores podem receber diferentes tipos de ferramentas para rocha:

- Branda: trilâmina de aço;
- Dura: tricone com globos de aço;
- Abrasiva: tricone com pontas de tungsténio.

4.4.1.11. Lamas de perfuração

As lamas têm um papel primordial na perfuração dirigida e é muitas vezes delas que depende o sucesso da abertura do furo. Estas lamas têm várias funções essenciais:

- lubrificar e facilitar a perfuração, reduzindo a fricção e ajudando na velocidade de penetração da ferramenta.
- manter o material desagregado em suspensão, transportá-lo até ao exterior e limpar o túnel.
- consolidar o túnel realizado, melhorar a sua estabilidade; limitar as perdas de água ao preencher eventuais vazios.

A figura que se segue representa o efeito físico originado pela utilização de lamas bentoníticas.

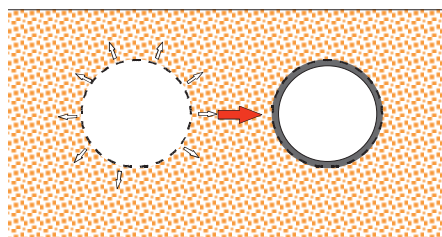


Figura n.º 6 - Fixação das paredes do furo pela ação das lamas bentoníticas

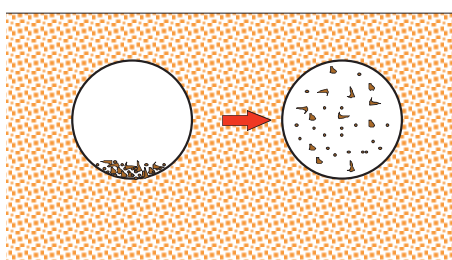


Figura n.º 7 - Suspensão do solo solto que foi cortado pelas cabeças de corte, pela ação das lamas bentoníticas

A utilização das lamas bentoníticas, faz com que se crie um encamisamento do furo, composto pelo solo original misturado agregado com as lamas utilizadas, a que se atribui o nome de “cake”, este deve ser estanque resistente e o mais fino possível. Tem como funções:

- evitar o desabamento e tapamento das paredes do túnel
- arrefecer as ferramentas, particularmente a cabeça de perfuração e a sonda emissora
- participar na perfuração pela pressão do jacto de lamas (30 a 150 bar), chamado “jetting”.

As bentonites são argilas coloidais sódicas e possuem uma forte capacidade de aumento de volume por absorção de grandes quantidades de água

4.4.2. Reabilitação total da tubagem – CIPP (Cured-In-Place Pipe)

A reabilitação total da tubagem com a aplicação de uma manga pelo interior da tubagem existente, designa-se por CIPP (Cured in Place Pipe), traduzindo quer dizer que a tubagem é endurecida e estabilizada na sua forma no local onde vai permanecer, Figura n.º 10

Consiste na aplicação de uma tubagem não rígida, a futura tubagem está sem forma e é maleável, de modo a que a mesma possa ser aplicada no interior da tubagem, com a ajuda de uma pressão positiva de água ou ar comprimido, conforme figura n.º 8.

Após a colocação do novo material na conduta existente, ficando aderido a esta por meio de uma cola que está no novo material, tem que se proceder ao que se chama a cura do material, que não é mais que fazer com que os materiais constituintes da nova tubagem reajam e a mesma fique rígida e estruturada de modo a manter-se assim e poder cumprir com a função que se pretende, ou seja permitir o transporte hidráulico.

É um método mais usado em redes de drenagem gravíticas, dado que este método tem limite no comprimento. Como a distância máxima regulamentar para redes de drenagem gravíticas é 60 m entre caixas de visita, consegue-se sempre aplicar este método nas redes de drenagem gravíticas.

Em situações que existem muitos ramais de ligação, estes serão ligados diretos a caixas de visita existentes, se não for possível o ideal será intercetar o coletor e construir novas caixas de visita para proceder às ligações.



Figura n.º 8 - Esquema de execução do método CIPP (Cured in Place Pipe) entre caixas de visita

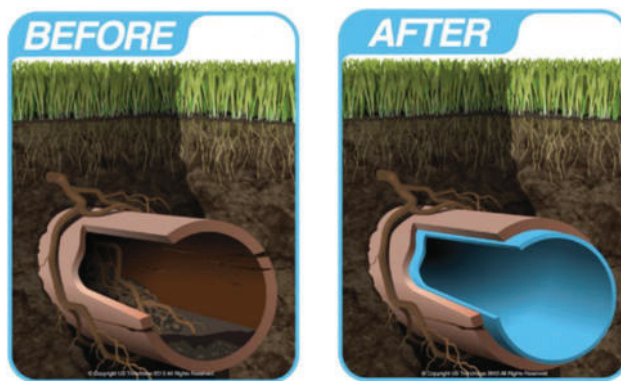


Figura n.º 9 - Esquema de antes e depois da reabilitação de tubagens pelo método CIPP



Figura n.º 10 - Cura da manga por lâmpadas Ultravioletas

4.4.3. Reparação pontual de tubagens (Patch repair)

Este método tem como objetivo executar reparações pontuais nas tubagens, de modo a resolver alguns dos seguintes problemas:

- juntas não estaques;
- cortes ou perfurações nas tubagens;
- pequenas fissuras;

Consiste na "colagem" de uma manga impregnada com resina, na tubagem existente, Figura n.º 11, é aplicável a 360°, em todo o diâmetro interior da tubagem. Apesar de ser utilizado para reparações pontuais, pode-se aplicar em série, para que se possa reparar comprimentos

maiores. Mas serve essencialmente para reparações pontuais, não necessitando reabilitar a tubagem toda, têm algumas vantagens como o baixo custo, mas temos de atender ao seguinte quando pretendemos usar este método, nomeadamente:

- tem limite máximo de comprimento, usualmente até 50cm;
- a tubagem de alojamento não pode apresentar danos grosseiros a nível estrutural, ex (colapsos, falta da parte superior da tubagem, etc);
- necessita de limpeza de tubagem e inspeção prévia da mesma;
- indicado somente para reparações pontuais;
- não recomendável para abastecimento de água.

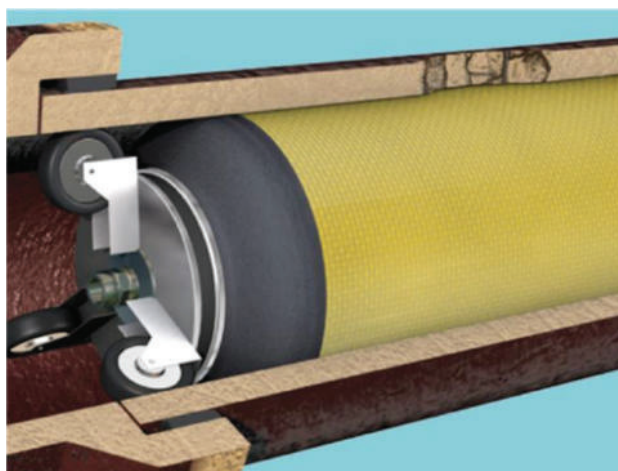


Figura n.º 11 - Esquema da reabilitação pontual (Patch Repair) a executar antes da aplicação da manga

4.4.4. Rebentamento de tubagem com inserção de uma nova tubagem "Pipe Bursting / Pipe splitting"

Reabilitação/substituição de tubagem com aplicação de nova tubagem em PE100RC. Esta Técnica consiste no rebentamento da tubagem existente e colocação de nova tubagem de igual ou superior diâmetro (Máx.1,5xD) o diâmetro do existente. Normalmente utilizado em abastecimento de água. Utilizando esta técnica em saneamento há risco de incumprimento de cotas de soleira, o que condiciona o escoamento gravítico especialmente se a tubagem trabalhar com inclinações reduzidas. Permite instalar uma tubagem de maior diâmetro no

troço. Aplicável de caixa de visita em caixa de visita, sem abertura de poços. Exequível em vários tipos de tubagem existente, incluindo aço. Bons rendimentos diários.

Algumas características:

- necessidade de executar escavação tradicional para execução de poços de ataque, em abastecimento de água e em saneamento quando não for possível executar o trabalho de caixa em caixa.
- necessidade de by pass;
- maioritariamente aplicável em troços retos (sistema de varas de aço);
- em troços com elevado histórico de ruturas e consequente reparação com juntas em ffd (aa) as dificuldades são muito superiores; este sistema não corrige inclinações, pelo que a sua aplicabilidade em troços de rede gravítica está condicionado às inclinações existentes.

4.4.5. Swagelining

Método para Reabilitação de tubagens de redes de abastecimento, saneamento e pluviais. É um procedimento idêntico ao pipe-bursting, com a diferença que o tubo instalado é de menor diâmetro que o existente. É colocado um anel redutor do diâmetro da tubagem no poço de saída e o tubo quando é tracionado diminui de diâmetro. No final do tracionamento, através da memória plástica, o tubo tenta voltar à sua forma inicial, ficando completamente ajustado à tubagem existente. Simples execução e com bons rendimentos diários. Implica sempre uma redução do diâmetro útil da tubagem. Necessidade de estender tubo (espaço) para diâmetros superiores a 110 mm (para aplicações de PEAD ou PE100RC).

4.4.6. Relining / Slip Lining (entubamento não ajustado)

Reabilitação de tubagens de redes de abastecimento, saneamento e pluviais que consiste na instalação de nova tubagem pelo interior da tubagem existente sem rebentamento desta, deixando um espaço anelar entre a tubagem instalada e a tubagem existente; Este processo poderá ser executado de caixa de visita em caixa de visita ou através de abertura de poços

de ataque e de saída. Sem limite máximo de diâmetro de tubagem, desde que o mesmo seja inferior ao diâmetro interior da tubagem existente, bons rendimentos diários. Sem condicionantes de existência de juntas ou outros obstáculos (raízes ou ovalizações da tubagem existente), com possibilidade de utilização em redes de saneamento, mas será sempre com redução do diâmetro útil da tubagem.

Antes da instalação será sempre necessário a utilização de um laser scan ou medição de ovalizações para encontrar a secção mais crítica da tubagem.

Após a conclusão será necessário relatório inspeção vídeo (CCTV) para verificar se após o entubamento se verificam as inclinações necessárias ao escoamento.

4.4.7. Close Fit

Técnica para reabilitação de tubagens de redes de abastecimento, saneamento e pluviais, que consiste em inserir uma tubagem de PEAD (dobrada em forma de U) no interior da tubagem existente. Esta tubagem pode vir dobrada de fábrica ou ser assim moldada in situ. Após instalação da tubagem em PEAD, é aplicada uma pressão no interior desta, com recurso a vapor, que aquece a tubagem e por meio da pressão e memória plástica do tubo, lhe devolve a forma redonda. Têm altos rendimentos de execução, de fácil execução. Tem alguns aspetos condicionantes como:

- falha na memória plástica da tubagem;
- por vezes há dificuldade no rebentamento das fitas;
- necessário equipamento de aquecimento e pressão;
- reduz o diâmetro interior da tubagem;
- necessita de poço de ataque.

4.5. COM RECURSO A ABERTURA DE VALA

Para a execução dos trabalhos de remodelação é necessário executar by-pass à rede de drenagem existente, propondo-se a seguinte metodologia para a realização dos vários by-passes a realizar:

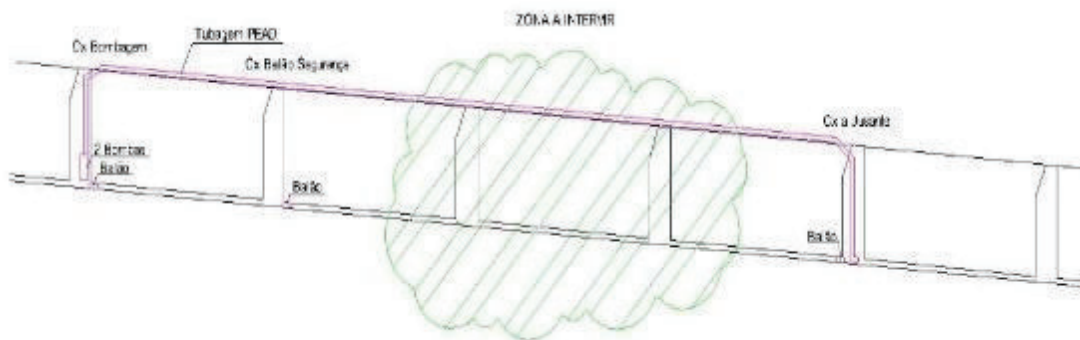


Figura n.º 12 - Esquema do By-pass a realizar nas redes de drenagem de águas residuais

1. Elaboração do plano de ação, descrevendo todos os materiais e meios humanos e de máquinas necessárias a execução de cada intervenção, incluindo a localização e número das sondagens necessárias;
2. Aprovação do plano pela Fiscalização/Dono de Obra;
3. Execução das sondagens necessárias e eventual retificação do plano de ação com a subsequente aprovação da Fiscalização/Dono de Obra.
4. Aproveitamento de Todos os Materiais e equipamentos, e receção dos mesmos em obra no mínimo 2 dias antes da data prevista para a execução do primeiro by-pass.;
5. Realização de Ação de sensibilização à População no sentido de diminuir ao mínimo possível as descargas no período de tempo de realização dos trabalhos de construção do by-pass, que se espera ser cerca de 2 horas para montar e cerca de 2 horas para descativar cada by-pass.
6. Limpeza da caixa de visita a montante da intervenção, em que será a caixa de visita onde se irá instalar o balão de segurança.
7. Limpeza da caixa a montante da caixa do balão de segurança e colocação do balão da bombagem.
8. Aplicação de 2 bombas de esgoto submersíveis com boia on/off com cerca de 50 cm de diferença entre o acionamento da primeira bomba e o acionamento da segunda bomba;

9. Execução de corte no pavimento e instalação enterrada de tubagem de PEAD, desde a caixa até à berma da estrada;
10. Aplicação de tubagem em PEAD à vista desde a caixa do balão, até à caixa a jusante da intervenção;
11. Limpeza e aplicação de balão de segurança na caixa a jusante da intervenção;
12. Entrada em funcionamento do sistema de bombagem com recurso a gerador elétrico
13. Execução da intervenção e ensaios de estanquidade, assim como a inspeção vídeo;
14. Remoção dos balões, das bombas e das tubagens, assim como o restabelecimento dos pavimentos que eventualmente tenham sido afetados com a realização do by-pass.



Foto n.º 3 - Exemplo de trabalhos com recurso a vala aberta

4.6. REPARAÇÃO DE CAIXAS DE VISITA

4.6.1. Introdução

As caixas de visita, como um dos elementos, para o bom funcionamento das redes de drenagem gravíticas, também são afetadas por problemas que carecem de reabilitação. Os problemas mais recorrentes, segundo o reportado por algumas empresas, com quem tive contacto na elaboração deste trabalho é o ataque químico por Sulfeto de hidrogénio (H_2S), e a Ácido Sulfúrico Biogénico (H_2SO_4), originando a degradação das paredes das mesmas,

dado que grande maioria das caixas de visita existentes são constituídos por elementos pré-fabricados de betão.

De seguida enumeram-se e descrevem-se os trabalhos necessários para proceder à reabilitação de caixas de visita.

4.6.2. Limpeza das Caixas de Visita

As paredes e fundo da caixa de visita são limpas através de um jato de água a alta pressão. Qualquer sujidade ou betão deteriorado tem de ser removido, pelo que podemos enunciar os seguintes trabalhos:

- realização limpeza da caixa de visita com recurso a equipamento especial adequado que irá remover os sólidos da caixa para se poder analisar melhor o estado de degradação do betão da caixa de visita;
- lavagem da câmara de visita a jato de alta pressão com cabeça rotativa de modo a retirar todo o betão e argamassas soltas ou deterioradas;
- a rugosidade do suporte é de extrema importância pelo que este item deve ser verificado em obra, em caso de ser necessário a superfície de contacto deve ser decapada a alta pressão com ponteira rotativa por forma a garantir uma superfície com boa rugosidade e garantir a remoção de todo o revestimento existente;
- remoção de raízes e outros agentes biológicos do interior das câmaras de visita;
- após lavagem da câmara de visita proceder à descontaminação com a aplicação de um produto adequado para o efeito.

4.6.3. Selagem de Infiltrações

Aplicação de uma resina hidroexpansiva de base Poliuretano nas fissuras, juntas e orifícios ou utilizando um cimento de cura rápida.

Após realização da lavagem das câmaras de visita procede-se ao tratamento das infiltrações através de injeção de resinas à base de poliuretano rígido ou com cimento de cura rápida. Em casos de existências de grandes vazios ou necessidade de estabilização do fundo da

câmara procede-se à injeção de argamassas cimentícias melhoradas com resinas, que têm retração compensada e são muito fluídas o que lhes confere uma boa capacidade de enchimentos. Estas argamassas são, normalmente, designadas por grout, sendo este termo muito usado para designar produtos comerciais dos vários fabricantes. Convém ressaltar que existem muitos produtos com características diferentes e para usos diferentes que se designam comercialmente por grout, pelo que será sempre necessário consultar as fichas técnicas dos produtos e verificar a aplicabilidade, dos mesmos, ao objetivo pretendido.

Após tratamento das infiltrações procede-se à preparação do suporte com recurso a argamassas de reparação resistentes aos ataques químicos.

Previamente ao tratamento, todas as fissuras devem ser identificadas e caracterizadas após a lavagem a alta pressão. O tratamento de fissuras deve ser executado recorrendo à tecnologia de injeção e a produtos e metodologias de injeção apropriados de acordo com a identificação prévia.

4.6.4. Reparação das paredes

Após a limpeza, as cavidades maiores, as juntas entre anéis, fundos e outros danos devem ser intervencionados com recurso à aplicação de argamassa de base mineral monocomponente de presa e endurecimento rápidos, indicadas para sistemas de saneamento. Existe no mercado uma ampla gama de produtos de vários fabricantes. Será sempre necessário consultar a ficha técnica dos produtos e assegurar que as características dos mesmos se aplicam ao caso em estudo de modo a que a solução final seja a pretendida.

4.6.5. Aplicação de argamassa de regularização

Após a reparação das paredes é aplicada uma argamassa cimentícia monocomponente fibro-reforçada para a reparação e proteção de sistemas de esgotos, por forma a garantir a regularização das superfícies das paredes possibilitando uma espessura constante do revestimento de proteção final. A Aplicação da camada de regularização é efetuada com equipamento de projeção a 360°, específico para reabilitação de caixas de visita. A cabeça

de centrifugação deve ser deslocada dentro da caixa, ao longo do seu eixo vertical, com um movimento de baixo para cima, aplicando o número de camadas necessárias para se obter a espessura final desejada.

4.6.6. Aplicação por projeção do revestimento

A argamassa de reabilitação estrutural tem de ser quimicamente resistente a Sulfeto de hidrogénio (H_2S), e a Ácido Sulfúrico Biogénico (H_2SO_4). Para esta aplicação a argamassa deve ser misturada num equipamento específico para o efeito no local. Depois será bombeada para a cabeça rotativa do equipamento de centrifugação e projetada contra as paredes da caixa. A cabeça de centrifugação deve ser deslocada dentro da caixa ao longo do seu eixo vertical. Este movimento é repetido as vezes necessárias até se atingir a espessura necessária. A direção da rotação da cabeça deve ser ajustada para assegurar uma espessura uniforme em toda a área interior da caixa.

Durante a cura da argamassa, a tampa da caixa deve permanecer fechada, para impedir a entrada de água.

4.6.7. Fundo da caixa (soleira)

Caso seja necessário, o fundo das caixas pode ser reconstruído, com recurso a uma argamassa específica para o efeito, resistente a Sulfeto de hidrogénio (H_2S), e a Ácido Sulfúrico Biogénico (H_2SO_4) e reforçado com fibras. Antes de reconstruir a soleira da caixa, as soleiras existentes devem ser limpas e parcialmente removidas, se necessário. O revestimento final da soleira deve ter, no mínimo, 10^{-8} mm de argamassa de reabilitação estrutural quimicamente resistente a Sulfeto de hidrogénio (H_2S) e a Ácido Sulfúrico Biogénico (H_2SO_4) de classe XWW4 de acordo com a norma DIN19573.

4.6.8. Levantamento de caixas

Em fase de estudo verifica-se a possibilidade de existência de tampas de caixas de visita enterradas ocultas na superfície do pavimento, decorrente de operações de repavimentação da via de circulação viária, sendo necessário proceder aos trabalhos que permitirão o levantamento das mesmas até à cota do pavimento atual.

4.6.9. Substituição de degraus

Os degraus e escadas de acesso ao interior das caixas de visita são removidos e substituídos por degraus novos em polipropileno, que devem ser fixados após a reparação da caixa, afastados entre si a uma distância máxima de 300mm.

5. CASOS DE ESTUDO SEM RECURSO A ABERTURA DE VALA

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE TORRES NOVAS

A área de intervenção localiza-se no Município de Torres Novas. O concelho de Torres Novas pertence ao distrito de Santarém, na província do Ribatejo, região do Centro. A cidade de Torres Novas é sede de um concelho composto por 17 freguesias localizado no Norte do Distrito de Santarém e na NUTIII do Médio Tejo. É delimitado a Norte pelos concelhos de Ourém e Tomar, a Este pelos concelhos de Vila Nova da Barquinha e Entroncamento, a Sul pelos concelhos de Santarém e Golegã, e a Oeste pelo concelho de Alcanena.



Figura n.º 13 - Localização do concelho de Torres Novas no distrito de Santarém e em Portugal

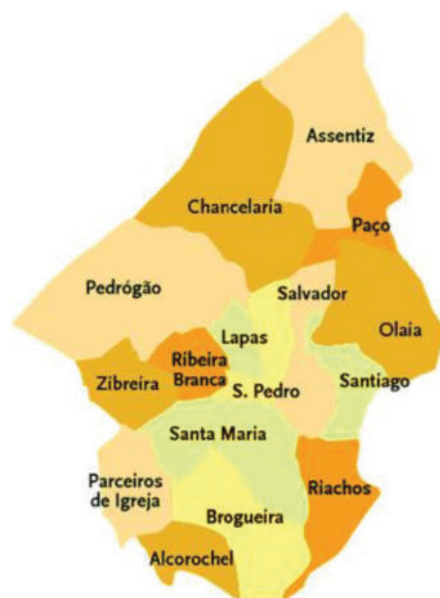


Figura n.º 14 - Mapa do concelho de Torres Novas e das freguesias do concelho

Os 270 Km² que correspondem à área do concelho são ocupados por 36717 habitantes, o que corresponde a uma densidade populacional de 136 hab/Km², um valor elevado no contexto regional (100) e nacional (115) do mesmo indicador.

Em relação à geologia, existem três áreas bem definidas, os calcários do período Jurássico, as colinas calcárias do período Terciário (que ocupam a maior parte do concelho) e os depósitos dos terraços fluviais e aluviões que correspondem ao período Quaternário. Os calcários do Jurássico apresentam-se sob a forma de uma extensa faixa, limitando todo o concelho a NO. Estão presentes diferentes tipos de calcário dos andares Bajociano e Batoniano. As colinas Terciárias têm notável semelhança, com exceção do traçado de algumas de linhas de água. Existem ainda algumas manchas de arenitos (com maior expressão na zona do Pafarrão) que, de algum modo, estabelecem a transição para os calcários do Jurássico. O Quaternário está representado por uma mancha bem definida, mas de reduzidas dimensões, no extremo Sul, do concelho que se alonga para Norte acompanhando e envolvendo o leito dos principais cursos de água. Esta mancha está subdividida: Os aluviões do andar Holocénico apresentando um traçado linear que se vai ramificando e estreitando à medida que caminhamos para Norte; os terraços fluviais do andar Plistocénico, especialmente notórios a Sul sob a forma de manchas homogêneas mas também

com pequenos núcleos associados maioritariamente ao traçado do Rio Almonda. Merecem também menção as formações detríticas de terra rossa que se apresentam sob a forma de depressões, no interior dos calcários do Jurássico, insignificantes em termos de área, mas de enorme importância em termos agrícolas. Na Figura n.º 12 pode ver-se a carta geológica de Torres Novas.

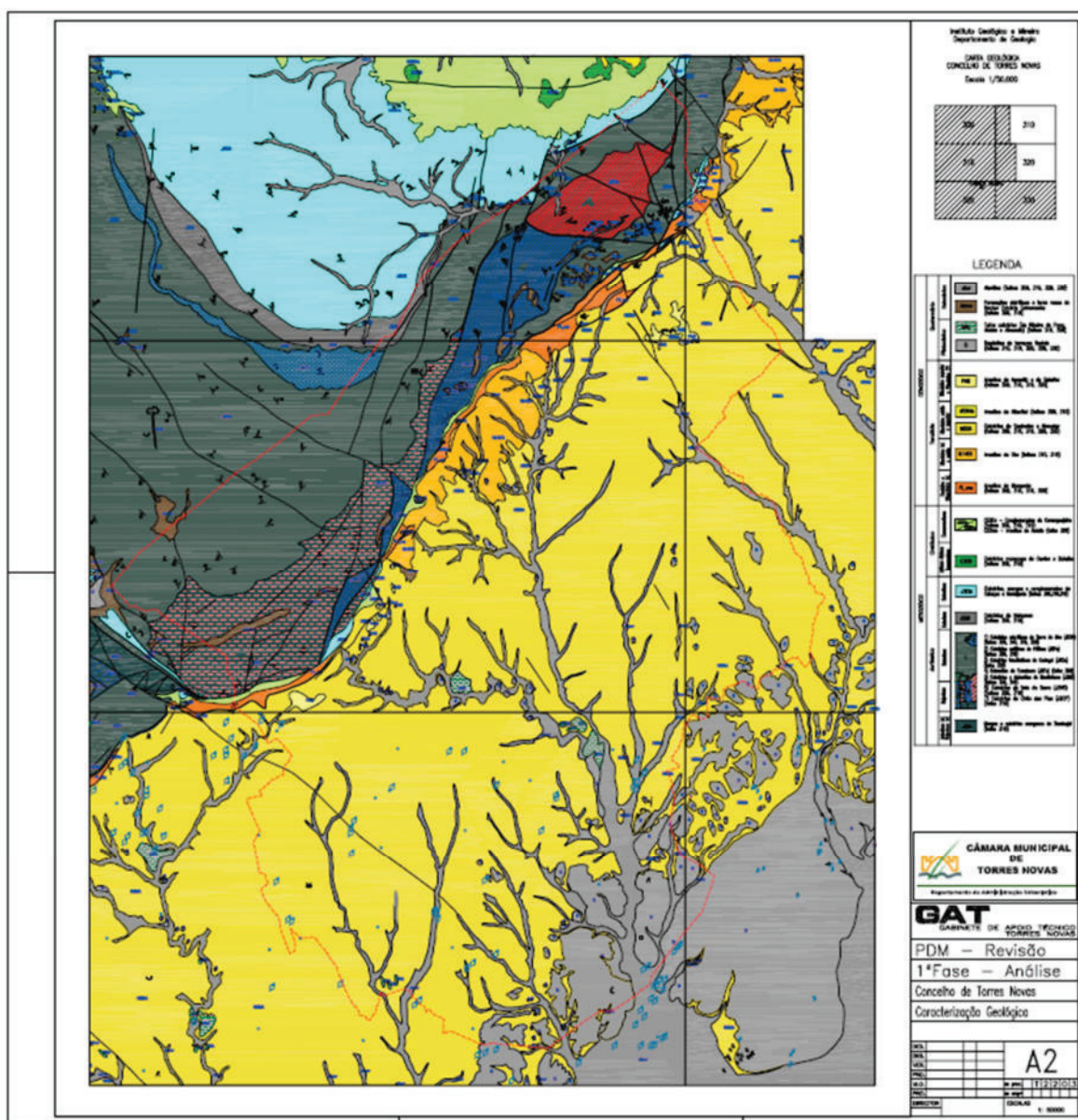


Figura n.º 15 - Carta geológica de Torres Novas

Em relação à Morfologia o município de Torres Novas apresenta essencialmente uma topografia de planalto, de altura moderada, que se traduz pelo contraste entre as pequenas colinas calcárias de topo nivelado (100 a 200m), com o grandioso relevo da Serra de Aire (679m).

Da análise da repartição das classes hipsométricas do concelho, presente na Figura n.º 16, verifica-se que as altitudes diminuem de Noroeste para Sudeste, sobressaindo as cotas entre os 100 e os 200 metros de altitude.

No extremo NW do conselho, destaca-se o maciço calcário apresentado pela Serra de Aire, a qual se destaca com as altitudes mais expressivas do município, atingindo o ponto máximo de 679 m. No entanto em pouco mais de 2 km para SE há uma diminuição de altura abrupta de aproximadamente 450 m até ao nível dos 200m. Esta diferença de altura resulta da escarpa de falha do Arrife (220m), que atravessa o concelho numa orientação NE-SW.

Nas áreas vizinhas, a Norte e a Sudoeste de Torres Novas, prevalece um relevo ondulado constituído por pequenas colinas calcárias que se desenvolvem entre 100 e os 200 metros de altura. Na bordadura da planície aluvial do Tejo, desde Torres Novas até Riachos, desenvolve-se a redução aluvial nivelada do rio Almonda, com cotas inferiores a 50 metros.

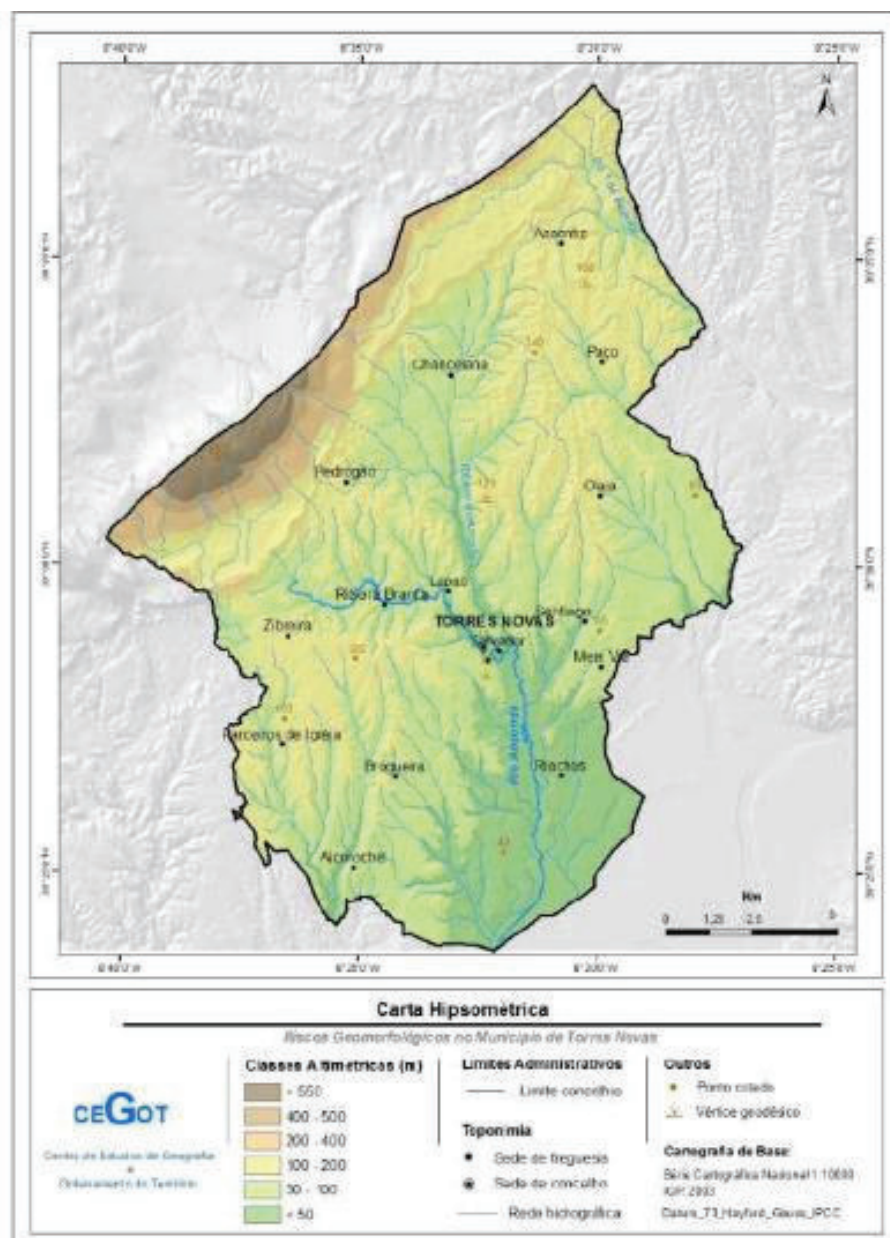


Figura n.º 16 - Carta Hipsométrica do concelho de Torres Novas

O sistema de drenagem de águas residuais em Torres Novas iniciou-se na década de 60 com a construção de uma galeria que atravessava a parte “baixa da cidade” e que ligava a ponte do Raro e o Antigo Matadouro. Na década de 90 foi construída a ETAR de Torres Novas e nessa mesma altura construiu-se a maioria da rede de águas residuais de forma a retirar as descargas diretas ao rio.

Neste concelho (Torres Novas), só cerca de 70% da população dispõe de redes de drenagem de águas residuais e destes só 50% têm tratamento.

Algumas das ETAR existentes não funcionam bem porque recebem efluente em quantidade e em qualidade não previsto no seu dimensionamento, situação esta originada por ligações indevidas (esgotos pluviais ligados à rede de esgotos domésticos e efluentes industriais sem pré-tratamento) efetuadas pelos particulares à rede pública.

Desde a adesão do concelho de Torres Novas à empresa multimunicipal das Águas do Ribatejo, o concelho tem beneficiado de muitas obras de reabilitação de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), coletores, novas ETAR's e novas redes de coletores, a título de exemplo pode-se enumerar as seguintes empreitadas que beneficiaram os sistema de recolha e tratamento de águas residuais do concelho de Torres Novas;

- remodelação da ETAR de Torres Novas
- remodelação da ETAR dos Riachos
- remodelação da ETAR das Lapas
- execução da ETAR de Fungalvaz
- execução da ETAR da Lamarosa
- execução da ETAR da Chancelaria
- execução da ETAR de Alcorochel

Estas remodelações e novas construções foram acompanhadas da reabilitação ou construção de condutas gravíticas, condutas elevatórias, estações elevatórias e ramais domésticos.

Na Figura n.º 17 pode ver-se um esquema do sistema de abastecimento de água e sistema de águas residuais do concelho de Torres Novas.

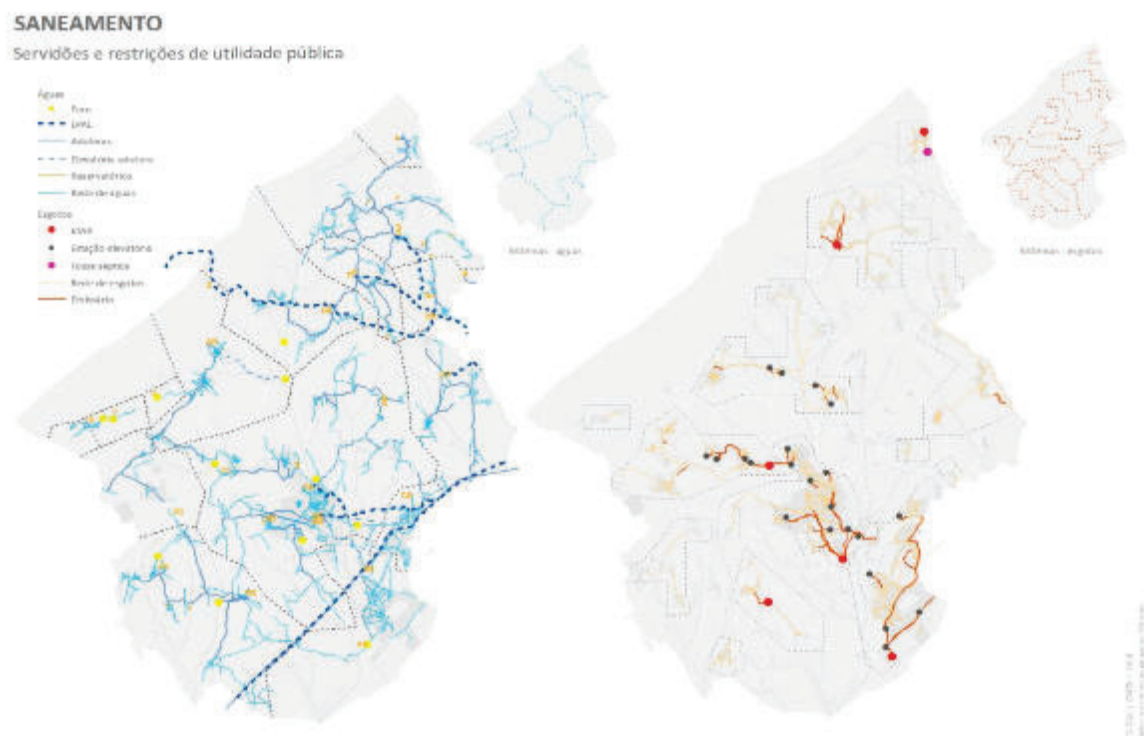


Figura n.º 17 - Esquema do sistema de abastecimento de água e sistema de águas residuais do concelho de Torres Novas

5.2. CASO DE ESTUDO 1 - REABILITAÇÃO DE COLETOR NA ZONA INDUSTRIAL DE TORRES NOVAS

5.2.1. Introdução

No seguimento de uns abatimentos no pavimento na Av. Das Cotôas, Foto n.º 4 e Foto n.º 5, foi executada uma inspeção CCTV ao coletor de águas pluviais de modo a analisar o estado atual das tubagens e procurar as causas do abatimento nestes dois pontos críticos.



Foto n.º 4 - Abatimento no pavimento, sobre o traçado da tubagem e junto a caixa de visita P8



Foto n.º 5 - Abatimento no pavimento coincidente com traçado da tubagem (Troço P6 – P7).

Da análise das tubagens que se encontram a aproximadamente 5,90m de profundidade, pode-se concluir que os colapsos na via foram, de facto, causados por dois pontos muito críticos do estado da tubagem. Além destes dois pontos em particular, verificou-se a ausência da parte inferior da tubagem em todo o traçado inspecionado, desde a caixa P2.2 na Rua das Classes Operárias até à caixa P9 na Av. Das Cotôas, além de outras patologias de menor gravidade situadas, pontualmente, ao longo de toda a tubagem, Foto n.º 6 e Foto n.º 7 .



Foto n.º 6 - Anomalia junto à caixa P2.2



Foto n.º 7 - Manilhas sem fundo no Troço P2 – P3



Foto n.º 8 - Manilhas partidas no troço P4 – P5



Foto n.º 9 - Manilhas partidas no Troço P5 – P6



Foto n.º 10 - Tubagem parcialmente colapsada no Troço P6 – P7



Foto n.º 11 - Tubagem colapsada P7 – P6



Foto n.º 12 - Ausência de fundo em tubagem no Troço P8 – P9

No troço em que a tubagem se desenvolve por caminho de terra batida não foram executadas filmagens CCTV. No entanto, era notório, à superfície, que poderiam já existir troços colapsados de tubagem, uma vez que os “abatimentos” de terreno eram visíveis junto ao traçado do coletor, e existia uma caixa (P11) que evidenciava sinais de transbordo, Foto n.º 13 e Foto n.º 14.



Foto n.º 13 - Caixa P11, evidenciando sinais de ocorrência de transbordo

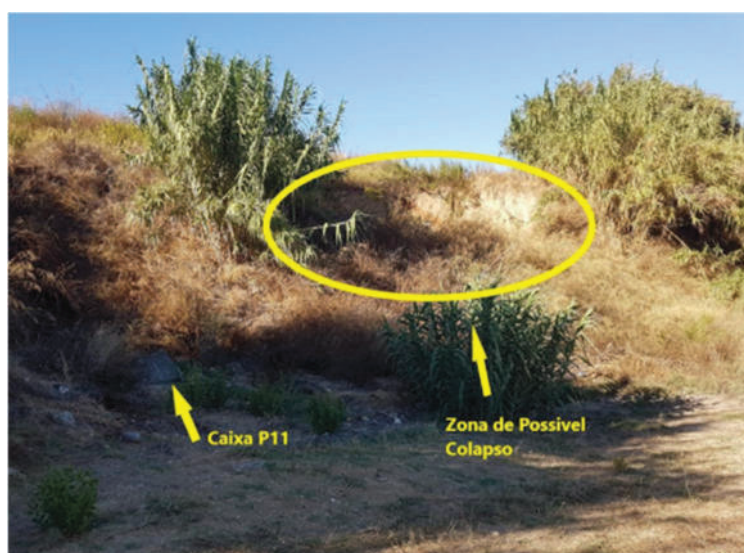


Foto n.º 14 - Localização da caixa P11 e zona de eventual colapso de tubagem a jusante



Foto n.º 15 - Crateras visíveis coincidentes com o traçado da tubagem – podem ser zonas de colapso / cedência da tubagem.

Da análise dos elementos recolhidos, qualificou-se o troço de tubagem como estando numa situação de pré-colapso, estava então em risco o coletor por falta de capacidade de resistir à ação das águas durante a seguinte época de chuvas, caso não fossem tomadas medidas com carácter urgente.

Devido às condições de pré-colapso do coletor pluvial situado na Zona Industrial de Torres Novas na Rua da Associação das Classes Operárias e na Avenida das Cotóas, pretendia-se com a empreitada proceder à reabilitação do coletor de águas pluviais com recurso a Tecnologia Trenchless – sem escavação de abertura de vala pelo método CIPP (Cured in Place Pipe). Esta técnica consiste no encamisamento da tubagem degradada existente, através de uma manga impregnada em resina, introduzida na câmara de visita que após a cura, por radiação ultravioleta, transforma a tubagem numa estrutura autoportante independente com capacidade resistente para uma durabilidade de 50 anos. Imediatamente após a cura da manga o coletor que já existia, que neste caso serviria de “cofragem perdida” poderia ser removido pelo fato de não ter qualquer função estrutural.

Com recurso a este processo evita-se a tradicional abertura de vala, beneficiando-se, não só, no aspeto económico, como também os impactos e inconvenientes que provocaria na via pública com condicionantes nos acessos e afetação das infraestruturas enterradas.

5.2.2. Descrição Geral

Tendo-se detetado a existência de assentamentos no pavimento rodoviário procedeu-se à recolha de imagens vídeos no interior dos coletores pluviais para estudar e analisar melhor a situação. Detetou-se, deste modo, que em aproximadamente 660 ml as manilhas de betão apresentavam sinais de degradação nomeadamente no facto das mesmas não terem fundo, a diretriz superior das manilhas apresentarem fissuras e existirem locais em que a manilha já colapsou ou que o risco de acontecer era muito elevado.

Neste sentido e em face da informação recolhida, a opção por uma intervenção menos evasiva (sem abertura da vala) para a reabilitação do coletor seria mais vantajosa, principalmente porque a intervenção se localizava numa zona industrial, o que fazia com que trouxesse elevadíssimos prejuízos a nível de trânsito (transporte de cargas e colaboradores) para as empresas que lá se localizam. A estrada principal de acesso à zona industrial teria de ser cortada, tendo em conta que este coletor pluvial está implantado a uma grande profundidade, aproximadamente 5,50 m.

A proposta de intervenção teve em linha de conta a proximidade do coletor de esgoto doméstico, também ele instalado a grande profundidade e próximo do coletor pluvial, ao fato de se tratar de uma zona industrial com elevado trânsito associado e a atividade económica existente nesta zona industrial.

Em face das condicionantes acima mencionadas propôs-se que na faixa de rodagem fosse concebida uma solução de Reabilitação de Coletor de Esgotos Pluviais por encamisamento contínuo através de manga de fibra de vidro e fora da faixa de rodagem a colocação de tubagem de corrugado PN8 com recurso a vala aberta.

Para o normal funcionamento da rede pluvial seria ainda necessário proceder à intervenção de reabilitação dos fundos das caixas danificadas e à limpeza dos coletores a montante que se encontravam obstruídos.

5.2.3. Localização e Quantidades

E empreitada localizou-se na Zona Industrial de Torres Novas na Rua da Associação das Classes Operárias e da Avenida das Cotôas onde os diâmetros do coletor de pluvial são DN500mm e DN600mm. Na Figura n.º 1 pode ver-se o traçado em planta do coletor alvo da reabilitação.



Figura n.º 18 - Traçado em planta do coletor alvo da reabilitação

Na Tabela n.º 3 apresenta-se a quantificação dos troços e localização dos mesmos que foram objeto de reabilitação dos coletores de águas pluviais com recurso a Tecnologia Trenchless – sem escavação de abertura de vala pelo método CIPP (Cured in Place Pipe).

Tabela n.º 3 - Distancia entre caixas de visita dos troços reabilitados

Rua Associação das Classes Operárias: Ø500mm		
Entre caixas P2 - P2.1.	ml	54
Entre caixas P2.1 - P2.2.	ml	56
Avenida das Cotôas: Ø500mm e Ø600mm		
Entre caixas P2 - P3 - Ø500mm	ml	30
Entre caixas P3 - P4 - Ø500mm	ml	58
Entre caixas P4 - P5 - Ø600mm	ml	62
Entre caixas P5 - P6 - Ø600mm	ml	54
Entre caixas P6 - P7 - Ø600mm	ml	55
Entre caixas P7 - P8 - Ø600mm	ml	62
Entre caixas P8 - P9 - Ø600mm	ml	63

5.2.4. Descrição e execução dos trabalhos

A Reabilitação do coletor de águas pluviais com recurso a Tecnologia Trenchless – sem escavação de abertura de vala pelo método CIPP (Cured in Place Pipe) que consiste no encamisamento da tubagem degradada existente, através de uma manga impregnada em resina, introduzida nas câmaras de visita e após a cura, por radiações ultravioletas, incluiu a realização dos seguintes trabalhos, executados em conformidade com as normas regulamentares vigentes:

- limpeza dos coletores e inspeção vídeo para nova visualização onde foram identificadas as patologias e elaborado relatório de avaliação das condições e patologias conforme norma en13508-1;
- execução de fresagem com recurso a robot fresador pelo interior do coletor com remoção dos excessos de argamassas em juntas e raízes ou qualquer outro obstáculo, incluindo o transporte adequado a vazadouro dos resíduos para vazadouro devidamente licenciado;
- reparação pontual do coletor em zona de rotura. uma vez que se tratou de uma reparação pontual, o método utilizado foi tradicional (vala aberta);
- dado que se tratava de um colector pluvial e o trabalho foi executado sem a existência de chuvas, não foi necessário executar um by-pass aos coletores alvos de reabilitação;
- os coletores a reabilitados foram manilhas de betão com diâmetros dn500mm e dn600mm;

Segue-se o registo fotográfico da execução dos trabalhos, incluindo fotografias dos equipamentos necessários para a execução dos trabalhos de reabilitação referentes a este caso de obra.



Foto n.º 16 - Introdução de manga plástica para diminuir atrito ao colocar a manga no interior do coletor existente (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 17 - Início da introdução da manga pelo interior do coletor existente (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 18 - Camião Hidroaspirador para apoio na limpeza dos coletores (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 19 - Carrinha de inspeção vídeo (CCTV) (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 20 - Camião de controlo equipado para a cura do da manga (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)

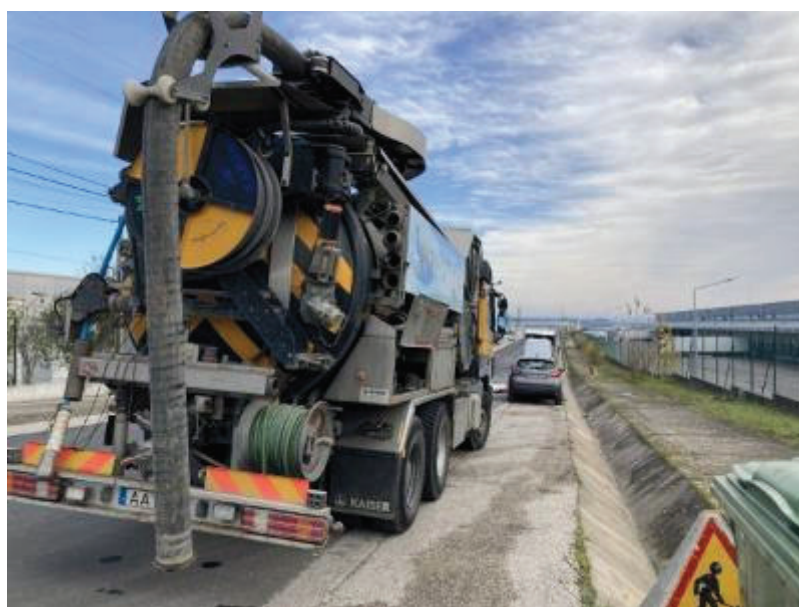


Foto n.º 21 - Camião Hidroaspirador, imagem com mangueira e bobine com cabo de “transporte” dos equipamentos (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 22 - Tampas metálicas para colocar nas extremidades da manga de forma a permitir o insuflamento (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 23 - Ecrã de controle dos parâmetros de cura (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)

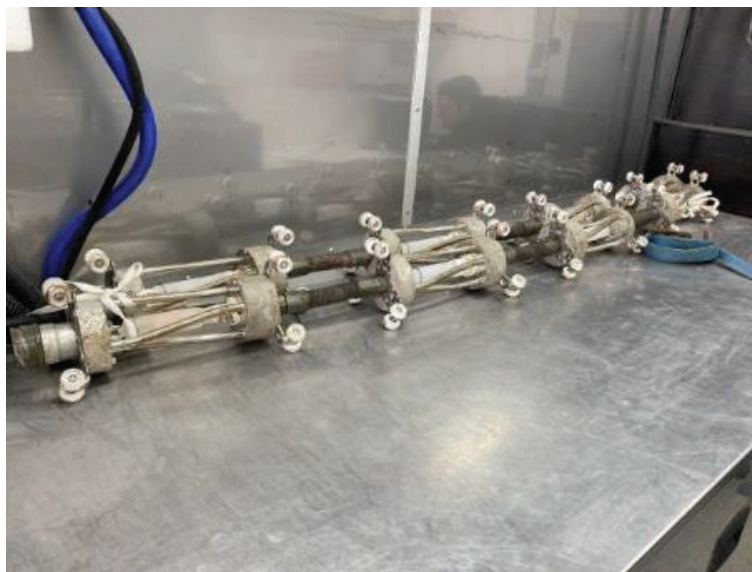


Foto n.º 24 - Carrinho de lâmpadas ultravioleta (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 25 - Camião de apoio técnico (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 26 - Balão de tamponamento do coletor a montante da intervenção (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 27 - Reparação de coletor que se encontrava desfeito de forma a permitir a passagem da manga (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)

Como referido anteriormente, a intervenção contemplava uns troços que foram executados por vala aberta, tendo em conta o seguinte:

- não causava transtornos ao trânsito e demais atividades económicas.
- profundidades de trabalho mais reduzidas do que na via asfaltada.
- permitia relocar o traçado do coletor de modo a desviá-lo da base do aterro existente.
- permitia aumentar a secção da tubagem existente.



Foto n.º 28 - Colocação de Tubagem por vala aberta

5.3. CASO DE ESTUDO 2 - REMODELAÇÃO DO SUBSISTEMA DE SANEAMENTO DE TORRES NOVAS (ELIMINAÇÃO DA DESCARGA JUNTO À RODOVIÁRIA).

5.3.1. Introdução

Este caso de obra refere-se à eliminação da descarga no Rio Almonda, junto ao estacionamento da rodoviária de Torres Novas.

O projeto engloba o desvio das águas residuais domésticas provenientes da Rua Outeiro do Fogo, com a implantação de um novo coletor pelo arruamento público contíguo ao recinto de estacionamento e dessa forma retirar os caudais que percorrem no interior deste. O novo troço de coletor terá o seu trajeto com início na caixa de visita existente na esquina da Rua Outeiro do Fogo, seguirá pelo arruamento já mencionado, contornando os edifícios existentes pelas traseiras e estacionamento, atravessará a Av. 8 de Julho em direção ao estacionamento, com o objetivo de conectar à Estação Elevatória do Matadouro.

Na conceção desta solução tiveram-se em conta os seguintes princípios gerais:

- favorecimento de soluções que permitam o escoamento por gravidade, otimizando-se o serviço de percurso e minorando-se os custos de exploração e manutenção;
- estabelecimento de um traçado tão direto quanto possível ao longo dos caminhos já existentes;
- compromisso técnico-económico entre o volume de escavações, profundidade de valas, cotas de soleira, inclinações mínimas, capacidade e condições de escoamento, recobrimentos e condições de assentamento/fundações que não ponham em risco as tubagens face aos valores das compressões diametrais;

5.3.2. Descrição Geral

Tendo sido detetadas a existência de várias anomalias no coletor (conforme imagens em baixo), o que fazia com que o caudal diminuísse consideravelmente e era fundamental anular a descarga existente para o Rio Almonda chegou-se à conclusão que havia necessidade de executar um novo coletor.



Foto n.º 29 - Patologia identificada: Fissuras de grandes dimensões multidirecionais e deformação com deslocação de secções partidas



Foto n.º 30 - Patologia identificada: Fissuras reticulares



Foto n.º 31 - Patologia identificada: Deformação acentuada



Foto n.º 32 - Patologia identificada: Deformação acentuada



Foto n.º 33 - Patologia identificada: Ovalização muito acentuada



Foto n.º 34 - Patologia identificada: Fissuras reticulares



Foto n.º 35 - Patologia identificada: Fissura longitudinal



Foto n.º 36 - Patologia identificada: Fissuras reticulares



Foto n.º 37 - Patologia identificada: Faltam secções na junta

Neste sentido, foi proposto executar um novo coletor sem abertura de vala “Trenchless”, neste caso através de perfuração horizontal dirigida. Esta proposta de intervenção teve em linha de conta a proximidade do coletor de esgoto pluvial localizado a 4,5m de profundidade e a grande profundidade das valas (5,80m).

Em face da informação que existia a entidade exploradora optou por uma intervenção menos evasiva (sem abertura da vala), assim decidiu que para a reabilitação do coletor seria mais vantajosa esta opção, principalmente porque esta intervenção se localizava num dos principais acessos ao centro da cidade de Torres Novas, o único com quatro faixas de rodagem, o que faria com que trouxesse elevadíssimo transtorno no acesso à cidade. Acrescia ainda o facto de que a execução por vala aberta seria dificultada pelas profundidades elevadas necessárias para a correção do coletor em causa, que teria de ser na ordem dos 6,00m de profundidade.

5.3.3. Localização e quantidades

O novo troço de coletor iniciava o seu trajeto na caixa de visita existente na esquina da Rua Outeiro do Fogo, seguindo pelo arruamento, contornando os edifícios existentes pelas traseiras e estacionamento, atravessava a Av. 8 de Julho em direção ao estacionamento, com o objetivo de ligar à Estação Elevatória do Matadouro, na Figura n.º 19 pode ver-se a localização deste troço.



Figura n.º 19 - Localização do Caso de Obra n.º 2 (Fonte Google Earth, imagem extraída no dia 22-01-2021)

As quantidades inicialmente previstas para a execução deste coletor de águas residuais com recurso a Tecnologia Trenchless (sem escavação de abertura de vala) pelo método de Perfuração Horizontal Dirigida eram a execução de um coletor em PEAD Ø500 mm com cerca de 136,40m e ainda a construção de quatro caixas de visita. Na Figura n.º 20 pode ver-se o levantamento manual da intervenção.

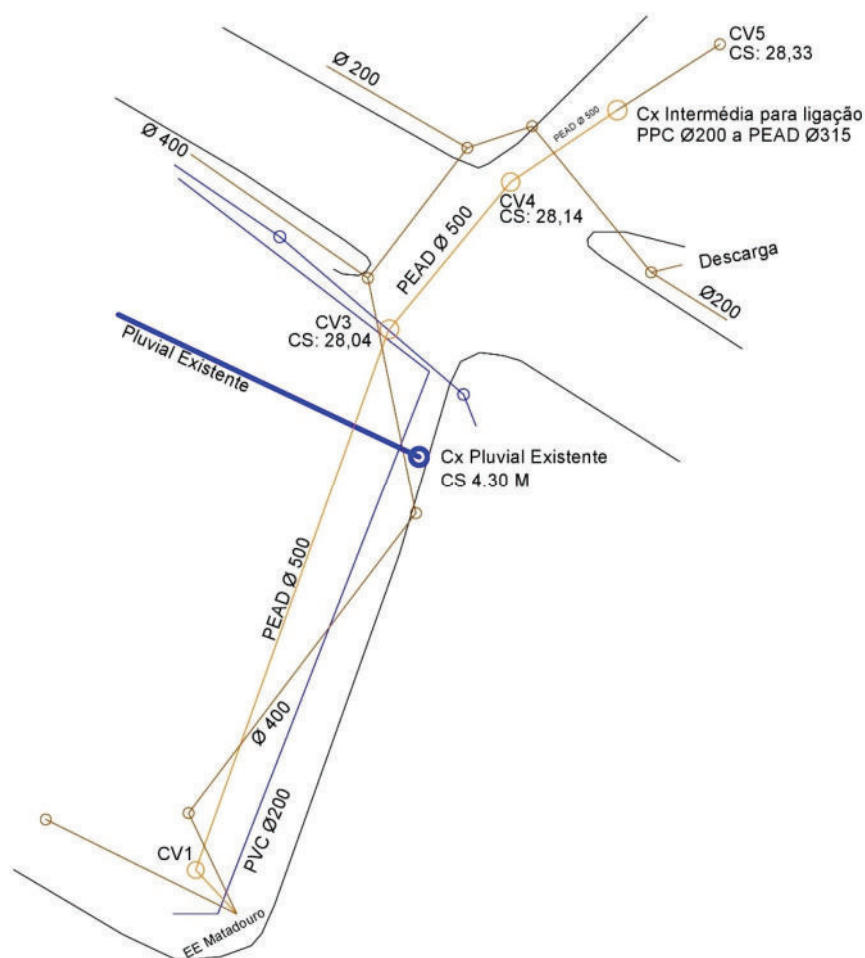


Figura n.º 20 - Levantamento manual da intervenção realizado.

5.3.4. Trabalhos executados

Com a decisão de executar este troço por perfuração horizontal dirigida, os trabalhos executados foram os seguintes:

- troço de ligação em tubagem pead dn 500mm, para recolher o caudal proveniente de 2 coletores dn200 existentes a somar a um novo coletor dn200 a construir;
- o novo coletor a construir será ligado a uma caixa de visita intermédia a contruir entres as caixas de visita cv4 e cv5 executadas nesta intervenção;
- na caixa de visita cv3 foi realizada uma caixa de retenção de areias;

- o poço de ataque da perfuração foi realizado no local da caixa de visita cv1, foi a partir deste local que se iniciou a perfuração com a execução do furo piloto até a caixa de visita cv1 da estação elevatória do matadouro;
- entre a caixa de visita cv1 e a caixa de entrada da ee foi colocado um tubo de forra em aço, tendo sido um método diferente para proceder à execução deste pequeno troço, que consistiu na perfuração com recurso a trado sem fim para escavar pelo interior da forra de aço;
- pelo interior da forra de aço, colocou-se tubagem pead dn500mm, finalizando assim a ligação que se pretendia inicialmente executar, permitindo remover uma descarga direta para o rio Almonda e encaminhado os caudais aí afluentes para a estação elevatória do matadouro. O destino final será depois o tratamento dos caudais na etar de torres novas localiza-se a cerca de 2 km deste local.

Na preparação para a realização dos trabalhos detetou-se que existia e manteve-se, um coletor pluvial (representado a azul na Figura n.º 20) em que a profundidade da cota de soleira é de 4.30m. Por este motivo foi necessário alterar as cotas de projeto, de modo a que a nova tubagem (PEAD DN 500mm) instalada tenha cruzado a tubagem pluvial em segurança passando sob a mesma.

A perfuração foi contínua tendo sido executadas posteriormente as caixas de visita, ou seja após a tubagem ter sido instalada. Estas foram realizadas com recurso a entivação e a escavação, seguida da colocação dos anéis prefabricados e restantes elementos que completam uma caixa de visita para redes de drenagem gravíticas de águas residuais.

Segue-se as fotos obtidas durante a execução dos trabalhos, as mesmas estão legendadas e seguem uma ordem cronológica de execução dos trabalhos.



Foto n.º 38 - Poço de ataque, início da perfuração (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 39 - Central de mistura de lamas bentoníticas (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 40 - Máquina de perfuração dirigida (Perfurações Dirigidas do Centro, 2020)



Foto n.º 41 - Giratória a posicionar broca expansora (vulgo Alargador)



Foto n.º 42 - Sucção de lamas bentoníticas



Foto n.º 43 - Pormenor de cabeça expansiva



Foto n.º 44 - Finalização da colocação de Coletor PEAD diâmetro 500 sobre o rio



Foto n.º 45 - Máquina de soldadura de PEAD topo a topo por Termo fusão



Foto n.º 46 - Demonstração de soldadura por termo fusão



Foto n.º 47 - Apoio mecânico ao posicionamento do coletor

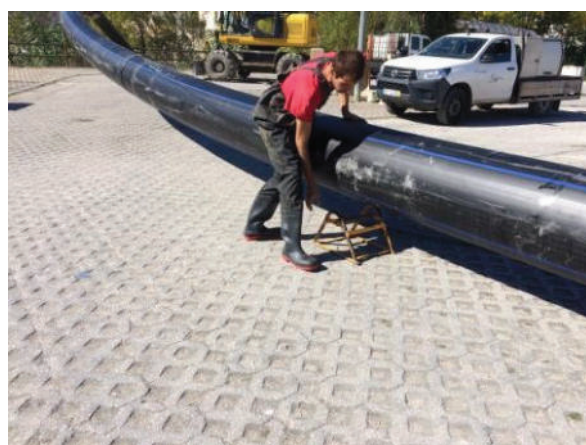


Foto n.º 48 - Rolete para facilitar o manuseamento do tubo PEAD



Foto n.º 49 - Apoio mecânico para posicionamento da tubagem para soldadura



Foto n.º 50 - Cabeça de arraste fixa ao tubo PEAD



Foto n.º 51 - Apoio mecânico ao posicionamento do coletor



Foto n.º 52 - Apoio mecânico ao posicionamento do coletor



Foto n.º 53 - Giratória a empurrar tubo PEAD



Foto n.º 54 - Apoio manual ao posicionamento do tubo sobre a água



Foto n.º 55 - Pormenor da cabeça de arraste



Foto n.º 56 - Coletor PEAD sobre o rio



Foto n.º 57 - Início á introdução do coletor no furo já efetuado

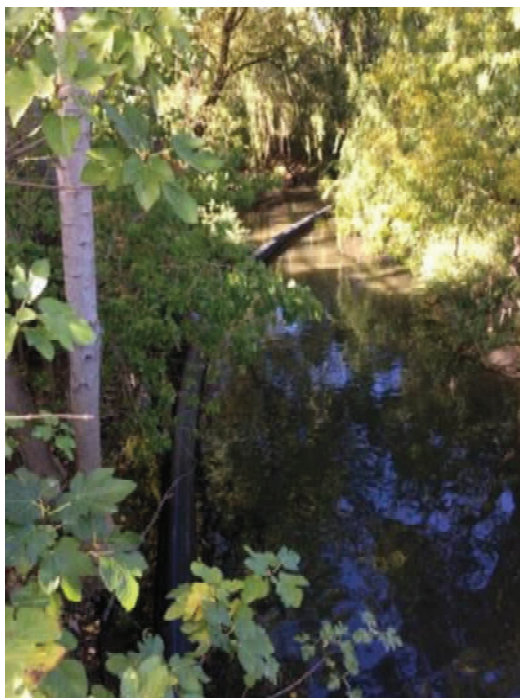


Foto n.º 58 - Tubo sobre o rio a ser puxado para o furo



Foto n.º 59 - Escavação para execução de caixa de visita com soleira abaixo do nível freático (Aprox. 8m²)

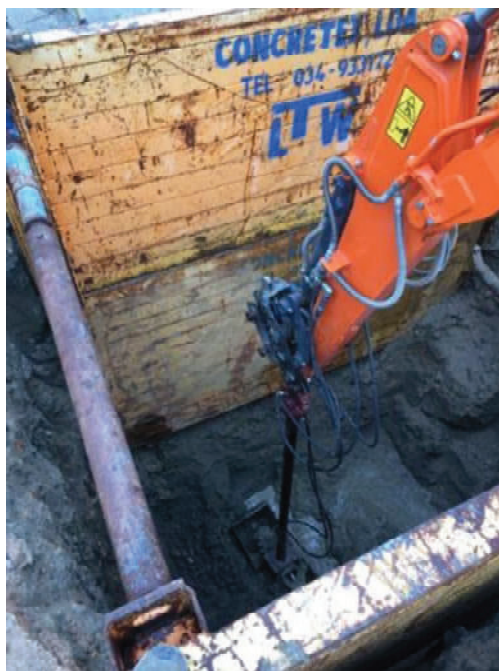


Foto n.º 60 - Balde de Patilhas para escavação em aumento de profundidade



Foto n.º 61 - Pormenor do balde de patilhas



Foto n.º 62 - Perfuração por trados do último troço na ligação à estação elevatória

6. CONCLUSÕES

Com este trabalho procurou-se pesquisar e apresentar algumas das técnicas existentes, atualmente, para reparar coletores de drenagem de águas residuais em conjunto com o acompanhamento de duas obras em que se utilizou dois dos métodos existentes, a instalação de tubagem por perfuração horizontal dirigida e o encamisamento de tubagem existente pelo método CIPP.

Em cada um dos casos de obra foi possível averiguar que a solução de reabilitação de ambas as situações por métodos Trenchless foi a melhor do ponto de vista económico e menos transtorno para os utentes rodoviários e pedonais das vias que seriam afetadas.

Em termos técnicos, ambas os métodos eram possíveis de serem executadas em cada um dos casos onde foram utilizadas, mas já não era possível, por exemplo usar o método de encamisamento por CIPP no caso de obra 2 já que nesse local se pretendia a execução de um novo coletor, e não a reabilitação de uma tubagem existente.

De forma análoga, também não era muito viável a utilização do método de perfuração dirigida, no caso de obra 1, dado que nesse caso existia uma tubagem com alguns problemas estruturais, mas cujo perfil não estava comprometido em termos de escoamento hidráulico. Teoricamente era possível, com recurso ao método de perfuração horizontal dirigida, reabilitar este troço, mas tal implica uma redução substancial do diâmetro interior e a inutilização de algumas das caixas de visita, de modo a que as varas perfuradores pudessem furar as mesmas e colocar a nova tubagem, na prática podemos assumir que era quase inviável a reparação destes coletores por este método.

Estes dois casos de obra, ilustram bem que a escolha do método de reabilitação de coletores, requer um conhecimento aprofundado das técnicas de reabilitação de tubagens que existem, as suas vantagens, limitações e custos da solução. Uma constatação muito usada em muitas áreas da nossa vida, também se aplica na reabilitação de coletores, cada caso é um caso.

Em termos de capacidade de escoamento, convém referir que no caso do método de instalação de tubagens por perfuração dirigida, se conseguiu ir de encontro das exigências

de escoamento necessárias, dado que se instalou uma nova tubagem podendo instalar o diâmetro e perfil necessários, tendo em conta as limitações do método, referidas aquando da descrição do mesmo.

No que concerne ao método de encamisamento por CIPP, não pode alterar o perfil existente e no diâmetro tem uma ligeira redução do diâmetro interior. Em termos hidráulicos tem uma clara melhoria no coeficiente de atrito, já que deixa de ter uma superfície normalmente rugosa, irregular e com fissuras, para ter uma superfície vidrada, mais linear e sem fissuras, diminuído o coeficiente de atrito e aumentando a capacidade de vazão da tubagem reabilitada.

Assim, no momento de decisão sobre o melhor método para proceder à reabilitação de coletores existentes, seja na fase de projeto, seja já em obra (nunca é tarde para escolher a melhor forma de executar uma reabilitação), o melhor conselho é informação sobre os métodos existentes, suas vantagens, limitações e custos. Será igualmente necessário fazer o levantamento exaustivo da situação existente com recurso a levantamentos topográficos, inspeções vídeos das tubagens, avaliar os caudais necessários a transportar e estudar as dinâmicas rodoviárias e pedonais da zona, por forma a avaliar os impactos na circulação rodoviária e pedonal, dado que pode ser um fator decisivo da escolha do método de reabilitação,

Com a maior necessidade de se reabilitar coletores existentes e corrigir situações de deficiente escoamento, este trabalho foi importante para me preparar para uma eventual mudança na minha atividade profissional atual. Fiquei com maior conhecimento das técnicas de reabilitação de coletores, que tenho a certeza que vai ser útil na minha vida profissional, deste modo foram cumpridos os objetivos definidos no início deste trabalho.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Alegre, H., Covas, D., Almeida, M.C. e Cardoso, M.A. (2010). Gestão Patrimonial de Infra-Estruturas de abastecimento de água. LNEC. Lisboa.
- [2] Almeida, M.C. e Cardoso, M.A. (2010). Gestão Patrimonial de Infra-Estruturas de águas residuais e pluviais. LNEC. Lisboa.
- [3] Campos, D. (2011). Reabilitação de sistemas de abastecimento de saneamento básico, Relatório de Projeto. Escola Superior de Tecnologia de Tomar - Instituto Politécnico de Tomar, Tomar.
- [4] Cavalheiro, A.M.D. (2011). Apontamentos da unidade curricular Reabilitação de Sistemas de Saneamento Básico. Instituto Politécnico de Tomar. Tomar.
- [5] DECRETO REGULAMENTAR Nº 23/1995 - Aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Diário da República, 1º Série, nº 194/95, de 23 de Agosto. Ministério das Obras Publicas, Transportes e Comunicações. Lisboa.
- [6] Matos, J.S., Ferreira, F., Monteiro, A., Oliveira, R., Matias, N., Marques, R. e Póvoa, P. (2008). Perspectiva Histórica e Evolução do Saneamento de Águas Residuais na Cidade de Lisboa. SEREA VIII Seminário Ibero-Americano. Lisboa.
- [7] Mendes, R.F.C. (2018) Relatório de Estágio (Infraestruturas), Escola Superior de Tecnologia de Tomar - Instituto Politécnico de Tomar, Tomar.
- [8] Quintela, A.C. (2000). Hidráulica. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- [9] Matos, M. R.S. (2008). Sessão – Soluções de controlo na origem de águas pluviais, Doutoramento. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- [10] Rato, P.F.F. (2013). A reabilitação e a gestão patrimonial de infraestruturas e tubagens de grande diâmetro, Relatório de Projeto. Escola Superior de Tecnologia de Tomar - Instituto Politécnico de Tomar, Tomar.
- [11] Regulamento do Serviço de Saneamento de Águas Residuais Urbanas de Torres Novas. (2015). Águas do Ribatejo. Salvaterra de Magos.
- [12] Regulamento do Serviço de Saneamento de Águas Residuais Urbanas de Torres Novas. (2019). Águas do Ribatejo, Salvaterra de Magos.
- [13] Tomás Vélez Grilo, T.V. (2007). Técnicas de Reabilitação de Sistemas de Abastecimento de Água, Dissertação. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

- [14] PORDATA (2021). População servida por sistemas públicos de abastecimento de água, sistemas de drenagem de águas residuais e estações de tratamento de águas residuais (ETAR) (%). Acedido em 22-01-2021, em <https://www.pordata.pt>.