



Métodos de reabilitação de coletores por Trenchless Technology

Mestrado em Construções Civas

Ana Rute Leal de Barão Rola

Leiria, março de 2023



Métodos de reabilitação de coletores por Trenchless Technology

Mestrado em Construções Civas

Ana Rute Leal de Barão Rola

Trabalho de Dissertação realizado sob a orientação do Professor Fernando Cruz, em
coorientação do Engenheiro Humberto Gonçalves

Leiria, março de 2023

Originalidade e Direitos de Autor

A presente dissertação é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionada a Autora e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Construções Civas, no ano letivo 2021/2022, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Dedicatória

Dedico a presente dissertação de Mestrado, aos meus Pais, e ao meu Filho, como evidência de que o Saber não ocupa lugar, mas encontra-se em todos os lugares.

Agradecimentos

Agradeço à Limpacanal - Soluções Ecológicas, na pessoa do Engenheiro Humberto Gonçalves e ao Professor Fernando Cruz, pelo incentivo e apoio demonstrado.

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo a apresentação das técnicas de reabilitação de tubagens, por meio Trenchless Technology (sem abertura de vala). As tecnologias apresentadas neste trabalho, para reabilitação de coletores e emissários sem abertura de vala, têm origem na tecnologia e normas Alemãs. Este tipo de intervenção encontra-se em franca expansão em todo o mundo, a qual se deve às várias vantagens da sua aplicação. De entre outras, destaca-se a rapidez, a não destruição de pavimentos, aplicabilidade em diversos materiais, durabilidade da intervenção e versatilidade de aplicação. As tecnologias de reabilitação de tubagens sem recurso à abertura de vala aplicam-se tanto em tubagem existente, assumindo características de tubo Hospedeiro, como destruição da tubagem existente e instalação de nova tubagem no espaço do destruído. Este processo não carece da realização de poços de ataque, a intervenção é realizada nas caixas montante e jusante do troço a intervir.

Conclui-se que o mercado nesta área, encontra-se em franca expansão, o que fundamenta o elevado grau de inovação da Trenchless Technology, tornando-se cada vez mais numa solução de intervenção muito conceituada junto da Entidade Gestora de Redes de Saneamento de Águas Residuais em Portugal – Águas de Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem, Reabilitação, Trenchless, Conduatas, Saneamento, Hospedeiro.

Abstract

The present work aims to present the techniques of rehabilitation of pipes, through Trenchless Technology (without trenching). The technologies presented in this work, for the rehabilitation of collectors and outfalls without trenching, originate from German technology and standards. This type of intervention is expanding all over the world, which is due to the various advantages of its application. Among others, the speed, non-destruction of floors, applicability in different materials, durability of the intervention and versatility of application stand out. The technologies for the rehabilitation of pipes without recourse to trenching are applied both in existing pipes, assuming characteristics of a Host pipe, as well as destruction of existing pipes and installation of new pipes in the space of the destroyed one. This process does not require the creation of attack wells, the intervention is carried out in the upstream and downstream boxes of the section to be intervened.

It is concluded that the market in this area is in rapid expansion, which underlies the high degree of innovation of Trenchless Technology, becoming increasingly a highly regarded intervention solution with the Management Entity of Water Sanitation Networks. Waste in Portugal – Águas de Portugal.

Keywords: Drainage, Rehabilitation, Trenchless, Ducts, Sanitation, Host.

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de Figuras	xi
Lista de tabelas	xiv
Lista de siglas e acrónimos	xv
1. Introdução	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Objetivo	2
2. Trenchless Technology	4
2.1. Construção Nova	5
2.1.1. HDD – Horizontal Directional Drilling	5
2.1.2. Direct Pipe.....	7
2.1.3. Micro-Tunneling	8
2.2. Reabilitação	9
2.2.1. Topografia	9
2.2.2. Detecção de infraestruturas enterradas	10
2.2.3. Recolha de dados cadastrais	11
2.2.4. Desmatação	12
2.2.5. Limpeza e Fresagem – Processo de atuação	12
2.2.6. Inspeção Video - CCTV	15
2.2.7. Avaliação das condições dos Emissários/Coletores - Patologias.....	16
2.2.8. Tipo de patologias	19
2.2.9. Graus de deterioração.....	23
2.2.10. Rebaixamento do nível Freático e By-Pass.....	24
2.2.11. Medidas de minimização de interrupção das infraestruturas existentes	28
3. Técnicas de reabilitação por Trenchless Technology	29
3.1. CIPP-UV (Cure-in-place Pipe)	30
3.1.1. Cálculo de Verificação das espessuras.....	31
3.1.2. Características da Manga	31
3.1.3. Aplicação da Proteção da Manga	32

3.1.4.	Aplicação da Manga	32
3.1.5.	Insuflação da Manga.....	33
3.1.6.	Processo de Cura com UV.....	33
3.1.7.	Controlo de Qualidade.....	35
3.1.8.	Plano de Inspeção e Ensaio	38
3.2.	TIP – Tight in Pipe	40
3.2.1.	Características Técnica do Tubo (figura 38)	42
3.2.2.	Características Técnica do Equipamento.....	43
3.3.	PRFV	45
3.3.1.	Montagem da Tubagem de Encamisamento em Tubos de PRFV	46
3.3.2.	Procedimento de Injeção de Grout	48
3.3.3.	Execução de acabamentos nas bocas das PH	49
3.3.4.	Durabilidade da solução preconizada	50
3.3.5.	Faseamento construtivo	50
3.3.6.	Controlo de qualidade.....	51
3.4.	SPR-PE (Ribline)	51
3.4.1.	Metodologia de intervenção	51
3.4.2.	Método de cálculo	51
3.4.3.	Qualidade.....	54
3.5.	Manga de Inversão	55
3.6.	Técnicas de reabilitação – Caixas	57
3.6.1.	Campanha de Leituras de H ₂ S nas caixas a intervir	58
3.6.2.	Lavagem e Hidrodecapagem a alta pressão.....	59
3.6.3.	Descontaminação das superfícies com produto biológico.....	60
3.6.4.	Selagem de infiltrações e reconstrução de betão	60
3.6.5.	Execução dos Fundos das Caixas de Visita.....	61
3.6.6.	Regularização das Superfícies	61
3.6.7.	Projeção de revestimentos de proteção.....	62
3.6.8.	Fornecimento e colocação de tampas	62
3.6.9.	Remates entre a manga e as caixas de visita	62
3.7.	Técnicas de reabilitação – Pontuais	63
3.8.	Técnicas de reabilitação – Ramais	64
3.8.1.	Ligação dos Ramais ao Coletor	65
4.	Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.....	66
4.1.	Equipamento de Proteção Individual	66
4.2.	Plano de Sinalização	68
4.2.1.	Tipo de sinalização	72

4.2.2.	Implementação da sinalização.....	75
4.2.3.	Colocação de sinalização	78
4.2.4.	Equipa responsável pela sinalização	79
4.3.	Condições a Verificar	79
4.4.	Trabalhos em Espaços Confinados	80
5.	Qualidade e Ambiente.....	85
5.1.	Qualidade	85
5.2.	Ambiente	86
5.2.1.	Medidas a tomar para minimização dos impactes negativos nos pontos críticos da empreitada	87
5.2.2.	Controlo operacional	87
5.2.3.	DL 102-D/2020 de 10 de dezembro	91
6.	Caso de Estudo	92
6.1.	Caraterização da Empreitada	92
6.1.1.	Enquadramento.....	92
6.1.2.	Localização da Empreitada	92
6.2.	Caracterização do Emissário.....	93
6.2.1.	Coletores.....	93
6.2.2.	Caixas de Visita.....	93
6.3.	Estado de Conservação	94
6.3.1.	Coletores.....	94
6.3.2.	Caixas de Visita.....	97
6.4.	Soluções previstas de intervenção (Coletores)	97
6.5.	Soluções previstas de intervenção (Caixas de visita).....	98
6.5.1.	Reabilitação de Caixas de Visita	99
6.5.2.	Caixas de Visita Novas	100
6.6.	Faseamento dos trabalhos	101
7.	Conclusão	103
8.	Referências	107

Lista de Figuras

Figura 1 - Equipamento de Perfuração (4)	5
Figura 2 - Soldadura topo-a-topo de tubo de PEAD (5)	7
Figura 3 - Poço de partida. (6).....	8
Figura 4 - Detecção de infraestruturas enterradas com Georadar (5)	10
Figura 5 - Equipamento de Georadar (5).....	10
Figura 6 - Esquema representativo de detetor de metais (5).....	11
Figura 7 - Esquema representativo de sondas (5).....	11
Figura 8 - Camião hidrodesentupidor (5)	12
Figura 9 - Cabeça de limpeza de jato de água (5).....	13
Figura 10 - Robot Fresador (5).....	14
Figura 11 - Inspeção Vídeo CCTV (5)	15
Figura 12 - Exemplo de relatório de inspeção vídeo CCTV (5)	16
Figura 13 - Fissuras reticulares das 02 até 04 (HPCII) (5)	16
Figura 14 - Fissura longitudinal às 02 Horas, com humidade visível. Largura 0.3 cm (HPCIII) (5)	17
Figura 15 - Fissuras de grandes dimensões multidirecionais – Colapso Eminente (5).....	17
Figura 16 – Condições de serviço (5).....	18
Figura 17 - Distribuição de cargas (5).....	18
Figura 18 - Equipamento de rebaixamento do nível freático (8).....	24
Figura 19 - Esquema para desvios de caudais (25).....	25
Figura 20 - Equipamentos para obturar os coletores (5).....	26
Figura 21 - Posicionamento do obturador (26).....	27
Figura 22 - Delimitação e sinalização de segurança (5)	27
Figura 23 - By-pass - Ponto crítico (9).....	28
Figura 24 – Encamisamento contínuo (10).....	30
Figura 25 - Elementos constituintes da manga (5)	31
Figura 26 –Aplicação da folha protetora (5).....	32
Figura 27 - Fecho do topo da manga (5).....	32

Figura 28 – Carro de lâmpadas Ultra Violetas (11)	33
Figura 29 – Computadores de monitorização (5).....	34
Figura 30 – Tabela de Velocidade de Cura – Fonte: Realime fornecedor da manga. (12).....	34
Figura 31 – Acabamento da manga em caixas de visita (5)	35
Figura 32 – Ensaio à abrasão – pedras com várias granulometrias com água em ciclos constantes (5)	37
Figura 33 – Ensaio ao Stress através de jatos de água de alta pressão (5)	37
Figura 34 – Medição das espessuras físicas (5)	38
Figura 35 - Antes e depois de TIP (5)	41
Figura 36 - Sistema com Macaco Hidráulico - Reabilitação de caixa a caixa (13).....	41
Figura 37 - Esquema de intervenção (13)	42
Figura 38 - Tubo PP-HM (5).....	43
Figura 39 - GRUNDOBURST - Modelo 400S - Sistema Hidráulico (5).....	43
Figura 40 – Colocação de carril guia (5).....	46
Figura 41 – Descarga de tubos em obra (5)	46
Figura 42 – Tubos sobre carril guia à boca da PH (5).....	47
Figura 43 – Esquema tipo de escoramento interior temporário (5)	47
Figura 44 – Faseamento tipo da injeção do grout (5).....	49
Figura 45 - Sistema estrutural com alma de aço de elevado desempenho e revestido a polietileno (5)	52
Figura 46 - Imagens de uma obra em curso (14).....	53
Figura 47 - Cálculo do faseamento da injeção do grout (5)	53
Figura 48 - Fotos dos ensaios destrutivos para testar a qualidade das soldaduras (5).....	54
Figura 49 - Manga de poliéster com um grande diâmetro, usada na técnica de manga de inversão (15)	55
Figura 50 - Construção do poço e aplicação do tubo guia e da manga (16).....	56
Figura 51 - Circulação de água quente no interior da manga invertida (16)	56
Figura 52 - Tambores, ou inversores (17)	57
Figura 53 - Equipamento de medição de H ₂ S (5)	58
Figura 54 - Registo de Concentrações de H ₂ S (5)	59
Figura 55 - Processo de selagem de infiltrações (18).....	60
Figura 56 - Esquema de aplicação de resina de remate entre a manga, o tubo existente e a caixa de visita (5)	63

Figura 57 – Etapas das reparações pontuais (19).....	63
Figura 58 - Injeção de argamassa para selagem de ramais (5)	65
Figura 59 – Vestuário de alta visibilidade	66
Figura 60 – Requisitos de fita refletora em roupa de alta visibilidade	67
Figura 61 - Fatos de proteção	68
Figura 62 - Exemplo de balão de iluminação (21).....	69
Figura 63 - Sinalização de Perigo, Proibição e Desvio (5).....	70
Figura 64 – Exemplos de trabalhos em espaços confinados com atmosferas tóxicas (5).....	80
Figura 65 - Detetor de gases, MAS Altair 4X	81
Figura 66 - Ventilador – RamFan.....	83
Figura 67 – Localização do Emissário (5).....	92
Figura 68 - Corrosão interior (HPC2).....	94
Figura 69 - Faltam secções na junta (HPC2).....	94
Figura 70 - Fissuras reticulares (HPC2)	95
Figura 71 - Fissura longitudinal (HPC2)	95
Figura 72 - Faltam secções (HPC3).....	95
Figura 73 - Fissura longitudinal (HPC3)	95
Figura 74 - Fissuras reticulares.....	95
Figura 75 - Fissuras graves.....	95
Figura 76 - Fissuras de grandes dimensões multidirecionais e deformação com deslocação de secções partidas	96
Figura 77 - Fissuras de grandes dimensões multidirecionais e deformação grave com deslocação de secções partidas – Colapso Eminente	96
Figura 78 - Imagens de deformações acentuadas	96
Figura 79 - Desgaste geral das superfícies da caixa de visita, infiltrações nas juntas e fundo	97
Figura 80 - Elemento estruturais partidos ou fissurados, a corrosão avançada do degrau demonstra a possível presença de H ₂ S	97
Figura 81 - Fundo degradado	97
Figura 82 - Paredes e fundos degradados por corrosão das superfícies devido possivelmente á ocorrência de grandes concentrações de H ₂ S no interior das Caixas de visita	97

Lista de tabelas

Tabela 1 – Código de Identificação de Patologias (5).....	19
Tabela 2 – Características da Manga de Fibra de Vidro	35
Tabela 3 – Características da resina	36
Tabela 4 – Plano de Inspeção e Ensaio (5).....	39
Tabela 5 - Componentes Ambientais	86
Tabela 6 - Medidas de minimização dos Impactes Ambientais	87
Tabela 7 – Tabela Resumo da caraterização do Emissário	93
Tabela 8 – Tabela resumo de dimensões das caixas	94
Tabela 9 – Tabela classificação da tubagem existente	98

Lista de siglas e acrónimos

CCTV	Closed Circuit Television
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
ETAR	Estação de tratamento de Águas Residuais
EN	Norma Europeia
FC	Fibrocimento
FFD	Ferro Fundido Dúctil
Fig.	Figura
HDD	Horizontal Directional Drilling
PEAD	Poliétileno de Alta Densidade
PGA	Plano de Gestão Ambiental
PH	Passagem Hidráulica
PPGRCD	Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição
PRFV	Poliéster reforçado com fibra de Vidro
PVC	Policloreto de Vinilo
PVC-U	Policloreto de vinilo não plastificado
SPR TM PE	Steel Reinforced liner
TIP	Tight im Pipe
UE	União Europeia

1. Introdução

1.1. Generalidades

A implementação de redes de águas no sistema urbano conta já com uma história de cerca de 5000 anos, proveniente da Civilização Mesopotâmica. Nessa época, foram criados sistemas de drenagem de águas residuais e sistemas de abastecimento, ambos muito primitivos e com pouca evolução ao longo dos séculos. (1)

Segundo a legislação em vigor, águas residuais urbanas são, as águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e/ou com águas pluviais.

O tratamento de águas residuais urbanas em Portugal é regulado pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, que transpõe a Diretiva 91/271/CEE do Conselho Europeu, de 21 de maio de 1991, aprovando as disposições aplicáveis à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático assim como a lista de identificação de zonas sensíveis e de zonas menos sensíveis para o território continental.

No século XIX, às primeiras redes de drenagem, apenas destinadas a águas pluviais, foram autorizadas ligações de águas residuais domésticas, devido ao crescimento industrial e ao crescente aumento do índice populacional proveniente do mesmo, o qual agravou as precárias condições de saúde pública.

Assim, no século XX, o tratamento das águas residuais, assume um papel preponderante e surgem as primeiras Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Posteriormente é compreendida a utilidade de implementar um sistema separativo, onde dois coletores distintos encaminham águas residuais domésticas e industriais e outro coletor encaminha águas pluviais. Atualmente as águas residuais industriais são sujeitas a pré-tratamento antes da inserção das mesmas na rede pública de águas residuais.

Considerando o crescimento das cidades, e o incremento de índice populacional no cerne das mesmas, paralelamente com os anos de exploração das redes de drenagem, conclui-se que estas, executadas para uma vida útil limitada no tempo e no caudal drenado, não se encontram com capacidade para responder às solicitações dos dias de hoje. Esta

incapacidade pode-se atribuir, tanto ao crescimento dos caudais, como ao estado de degradação/envelhecimento de toda a rede drenante.

Assim, torna-se urgente a reabilitação dos sistemas existentes, com o objetivo de responder às solicitações tendo em vista a redução de constrangimentos e custos para os municípios.

Pelo exposto, a reabilitação tem ganho importância em Portugal por forma a melhorar o desempenho e cumprir a legislação ambiental aplicável às redes de drenagem em questão.

Estas intervenções têm igualmente o objetivo de otimização dos elevados investimentos a efetuar e já efetuados. Esta importância crescente constata-se porque os custos das ações de reabilitação e manutenção pontuais, são três vezes superiores quando comparadas ao custo de uma manutenção preventiva (2).

1.2. Objetivo

O objetivo para a realização deste trabalho, sob o tema “Métodos de Reabilitação de coletores por Trenchless Technology”, baseia-se na existência de pouca informação sobre as técnicas de reabilitação de sistemas de drenagem de água.

Por ser uma tecnologia emergente, torna-se de extrema relevância o conhecimento de todas as etapas que tornam possíveis a sua implementação. Desde o correto levantamento de patologias até ao relatório final, com a realização de ensaios.

É de conhecimento geral que o planeamento e a conceção são etapas fundamentais para que uma intervenção seja bem-sucedida e, como tal, o presente trabalho tem como principal objetivo apresentar o processo de reabilitação. Começando pela seleção da rede a intervir, passando pelos problemas dos materiais utilizados num sistema de drenagem, técnicas de inspeção local, seleção das técnicas de reabilitação possíveis e trabalhos preparatórios.

Pretende-se reunir informação referente aos métodos de aplicação de cada tecnologia, recorrendo a informações facultadas pela empresa Limpacanal, como sendo uma das principais empresas Portuguesas de implementação da Trenchless Technology.

O presente trabalho inicia-se com um capítulo introdutório, onde se definem os pressupostos iniciais deste, a pertinência do tema, o objetivo, os métodos e técnicas utilizadas. Para além deste capítulo o trabalho está organizado noutros 8 capítulos.

O capítulo 2 - Estado de arte: Relevância de intervir nas infraestruturas de drenagem, e ponto de situação dos sistemas de drenagem de águas residuais existentes.

O capítulo 3 - Trenchless Technology: apresentação dos métodos de construção nova, sem abertura de vala, e dos métodos de reabilitação, igualmente sem abertura de vala.

O capítulo 4 – Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho: apresentação de medidas a adotar no âmbito.

O capítulo 5 – Qualidade: Apresentação de normas, ensaios e métodos de controlo da qualidade na Trenchless Technology.

O capítulo 6 – Ambiente: apresentação das medidas Ambientais relacionadas com a implementação da Trenchless Technology.

O capítulo 7 – Conclusões: é a fase final do trabalho, pretendendo enumerar as principais conclusões e vantagens na aplicação da Trenchless Technology, bem como evidenciar a alta rentabilidade da aplicação do método.

2. Trenchless Technology

Após esta breve introdução, serão apresentados métodos de reabilitação de infraestruturas enterradas por técnicas que não necessitam abertura de vala. Estes métodos serão antecidos por breve enquadramento de levantamento de patologias e precedidos do acompanhamento de indicação de ensaios laboratoriais que lhes conferem a qualidade e rigor na instalação.

Salienta-se que, por infraestruturas enterradas, e no âmbito de presente trabalho, referimos a emissários de rede de drenagem de águas residuais urbanas - domésticas e/ou pluviais, e coletores de recolha de águas pluviais, sendo estes últimos também passíveis de denominação de passagens hidráulica (PH), dependendo do diâmetro, localização e funções dos mesmos.

A Trenchless Technology - tecnologia sem abertura de vala, pode ser descrita como um tipo de obra de construção sub superficial, que requer poucas valas ou sem abertura de vala. É um método de construção subterrânea de instalação, reparo e renovação de tubos subterrâneos, condutas e cabos usando técnicas que minimizam ou eliminam a necessidade de escavação.

As tecnologias sem abertura de valas, envolvem métodos de instalação de novas tubagens, com menores interrupções na superfície. A construção pode ser realizada sob uma rodovia movimentada sem recurso a fechar ao tráfego. O congestionamento do tráfego é significativamente reduzido, resultando em menos poluição do ar e do ruído. Projetos sem abertura de vala, também são menos perigosos para os trabalhadores, uma vez que o processo pode ser controlado a partir da superfície. Em muitas áreas urbanas densamente povoadas, escavações a céu aberto não serão exequíveis, uma vez que representam elevados custos sociais. Além disso, escavações a céu aberto, propiciam a possibilidade de aumento das fissuras/roturas no pavimento que podem resultar em danos nas estruturas adjacentes.

2.1. Construção Nova

Para execução de construção nova – instalação de nova tubagem, apresentam-se de seguida três métodos.

2.1.1. HDD – Horizontal Directional Drilling

A perfuração dirigida horizontal ou HDD (Horizontal Directional Drilling) é um método de construção não destrutivo que permite a instalação de tubos e cabos sem abertura de valas.

A técnica de HDD tem atingido um grande crescimento na instalação de infraestruturas subterrâneas e condutas. HDD teve origem nos campos de petróleo na década de 1970 e foi desenvolvido por emergentes tecnologias a serem usadas em concessionárias e indústrias de poços de água. (3)

1ª Fase: Furo Piloto

Para a execução do furo piloto, após prévia abertura no pavimento numa área de 1,60m por 1,00m, é instalado um sensor na cabeça da broca (conhecido walk-over), este sensor envia para um recetor que é manuseado por um profissional (Navegador). Os equipamentos de navegação utilizam o campo magnético e gravidade existente no solo, transmitido através de cabos inseridos no interior das hastes de perfuração até à cabine de controle que tem um recetor com programa específico que executa a leitura dos dados de navegação deste equipamento de perfuração. (figura 1)



Figura 1 - Equipamento de Perfuração (4)

2ª Fase: Limpeza do Furo

Depois de o furo piloto sair no local designado, a broca e o sensor são removidos e substituídos por um alargador. São usados vários alargadores de diferentes modelos e diâmetros, esse uso depende das características de solo perfurado. Como regra, para solos brandos, são usados alargadores tipo tambor, e para solos médios a duros, são utilizados cortadores.

Em simultâneo será injetada uma mistura de argilas geralmente impura, de grãos muito finos, (comercialmente conhecida por Bentonite) para garantir a sustentação das paredes do furo. A Perfuradora dirigida a utilizar possuirá um sistema de reciclagem da mistura de argilas, não existindo assim desperdícios deste material.

O alargador é puxado com aplicação de rotação e com injeção do fluido de perfuração, no sentido contrário ao perfurado em direção à perfuradora. Para cada haste removida da coluna de perfuração, uma haste nova é acoplada do lado oposto de trabalho (hastes de retorno).

3ª Fase: Instalação do tubo guia

Como etapa final na implementação de uma Perfuração Direcional Horizontal o tubo guia é puxado para dentro do micro túnel alargado, com o auxílio de um guincho de mordças de 10 toneladas instalado na caixa a jusante.

Para garantir um baixo coeficiente de atrito e evitar danos no tubo guia, este é geralmente colocado em guias/carris em toda a sua extensão. A ligação da coluna de perfuração com o tubo guia, será efetuada através de uma junta rotativa (swivel) o qual é instalada logo após o alargador, lembrando que no mercado existem alargadores com swivel acoplados. Através do swivel intermediário é impedido que a rotação da coluna de perfuração seja transferida para o tubo instalado.

Este tubo guia, poderá ser em tubagem PEAD PN10 DN355, fornecido em varas de 12m as quais serão soldadas topo-a-topo, no local. Figura 2



Figura 2 - Soldadura topo-a-topo de tubo de PEAD (5)

4ª Fase: Reposição das condições iniciais

Após a conclusão dos trabalhos de perfuração dirigida, a abertura no pavimento numa área de 1,60m por 1,00m será reparada com pavimento idêntico ao existente, com massa betuminosa a quente. A sinalização de desvio de trânsito será recolhida, e repostas as condições iniciais de circulação, tanto para veículos, como para transeuntes.

2.1.2. Direct Pipe

O método direct pipe combina os benefícios da micro-tunelagem e da perfuração dirigida horizontal (HDD), abrindo novas possibilidades de aplicação para colocar o tubo guia (duto) em qualquer subsolo. Em apenas um passo, um duto pré-fabricado pode ser instalado sem abertura de vala e, ao mesmo tempo, o furo necessário pode ser criado. Isso garante uma colocação rápida e muito económica de dutos com comprimentos de mais de 1.500 metros.

(4)

Requisitos mínimos de espaço, máxima eficiência

Os requisitos de espaço para o ponto de partida e destino são muito baixos com o método Direct Pipe. Como resultado, a tecnologia pode ser usada mesmo em áreas residenciais densamente povoadas. Poços simples de partida (também denominados como poços de ataque, (figura 3), e acabamento próximos à superfície são suficientes. A construção de poços profundos não é necessária. A máquina de perfuração é recuperada após o fim do túnel em segmentos de aproximadamente 3 metros. Em uma etapa final, as linhas de abastecimento e descarte são removidas. A travessia está concluída e a tubagem é colocada em um passo.



Figura 3 - Poço de partida. (6)

2.1.3. Micro-Tunneling

Micro tunneling ou micro-tunelamento, é um termo usado para descrever sistemas de execução de tuneis por meio mecânico, controlados remotamente. Escavação controlada com menos de 1000 mm de diâmetro.

Os equipamentos de micro tunnelling foram desenvolvidos para trabalhar a partir de eixos de acionamento em quase todos os tipos de condições do solo. A cabeça de corte deve ser cuidadosamente selecionada para lidar com as condições de solo esperadas, com as ferramentas de corte adequadas e dispositivos de esmagamento para a gama de cascalhos, areias, fendas e argilas.

A única escavação necessária destina-se a dirigir e receber nos poços a perfuração. O material sobranete pode ser removido por sucção em simultâneo com a perfuração.

Alternativamente, água ou bentonite podem ser usadas para conferir impermeabilidade aos solos na face de corte.

Micro tunneling é muito usado em obras de saneamento onde a interrupção da superfície deve ser minimizada. As máquinas estão agora disponíveis para dirigir 100mm ou mais em solos brandos para diâmetros superiores a 100mm. A partir de eixos de acionamento com menos de 3mm de diâmetro.

Na micro tunneling, a única indicação na superfície, é a presença de um recipiente de controle com um diferencial para abaixar o nível dos tubos nos eixos de acionamento. Os níveis de ruído e a interrupção do tráfego são minimizados.

2.2.Reabilitação

Os dados referentes aos anos de 1993 a 1998 (últimos dados conhecidos neste âmbito) revelam que, os níveis de deficiências em condutas Portuguesas são muito elevados por comparação às médias Europeias. Assinala-se uma vertiginosa diferença entre as 150 a 175 roturas/ano, por cada 100 Km de conduta Portuguesa para apenas entre 20 a 50 roturas/ano, por cada 100 Km de conduta europeia. (7)

Antes de qualquer intervenção é necessário fazer o levantamento e verificação das atuais condições dos coletores, mesmo que já tenha sido limpa e inspecionada, pois no decorrer do intervalo de tempo entre o primeiro levantamento e a data da real intervenção, pode ter ocorrido algum acontecimento importante para a intervenção. Serão ainda conferidas as dimensões dos coletores, nomeadamente, diâmetros e comprimentos.

2.2.1. Topografia

Antes de qualquer operação no terreno, deve executar-se uma piquetagem do traçado do coletor, utilizando para o efeito as coordenadas definidas no projeto de execução.

A piquetagem deverá ser realizada por equipas de topografia experimentadas neste tipo de trabalho, marcando o eixo do coletor com marcas pintadas de cores claramente visíveis.

Na execução destes trabalhos salienta-se a utilização de estações totais preferencialmente de última geração, recorrendo ao traçado de uma poligonal de apoio, recorrendo aos marcos geodésicos locais e à marcação de pontos sistema de posicionamento global - GPS.

2.2.2. Detecção de infraestruturas enterradas

Nos trabalhos preparatórios proceder-se-á ao levantamento das infraestruturas enterradas com recurso a georadar conforme se pode ver na figura 4, e outros equipamentos de deteção nas zonas envolventes às caixas de visita.



Figura 4 - Detecção de infraestruturas enterradas com Georadar (5)

O georadar é um equipamento com elevada tecnologia e capacidade de identificar com rigor as infraestruturas enterradas, apresentado na figura 5.



Figura 5 - Equipamento de Georadar (5)

Para detetar as tampas das caixas de visita enterradas, proceder-se-á à inspeção vídeo e utiliza-se um detetor de metais para localizar as tampas das caixas de visita que estejam enterradas conforme figura 6.



Figura 6 - Esquema representativo de detetor de metais (5)

No caso de necessidade de avaliar o traçado do coletor ou emissário, utiliza-se um sistema de sonda de localização que emite uma frequência e o equipamento de recepção de emissões (ver figura 7), podemos acoplar ao robot de inspeção vídeo ou na cabeça de limpeza do caminhão hidro desentupidor e acompanha-se o seu trajeto monitorizando na superfície com o recetor de frequências emitidas pelas sondas. Este método é muito eficaz na marcação do traçado na superfície e na identificação de caixas de visita e respetivas tampas.

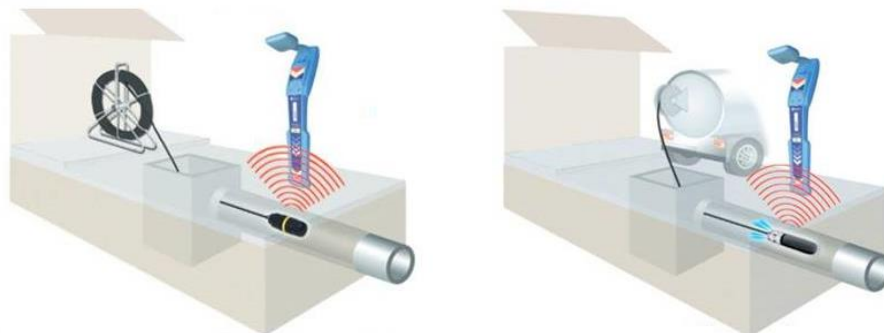


Figura 7 - Esquema representativo de sondas (5)

2.2.3. Recolha de dados cadastrais

As equipas de topografia recolherão todos os dados cadastrais considerados relevantes para a obra, nomeadamente:

- Levantamento topográfico de vedações, muros ou outras delimitações que venham a ser danificadas ou retiradas provisoriamente para execução da obra;
- Levantamento topográfico de limites de serventias públicas ou privadas que venham a ser afetadas pela execução da obra;
- Levantamento topográfico de infraestruturas visíveis à superfície e que se encontrem na zona.

Os dados recolhidos serão posteriormente utilizados para reposição das benfeitorias que tiverem sido afetadas.

De igual modo realiza-se um levantamento fotográfico das principais benfeitorias existentes que servirá na fase de reposições.

2.2.4. Desmatação

A desmatação e desarborização na zona das bocas e caminhos de acesso, é uma das primeiras fases de intervenção, quando os trabalhos se desenvolvem fora dos centros das cidades, nomeadamente em passagens hidráulicas (PH), nas quais as bocas jusante e montante vulgarmente se encontram obstruídas.

Para esta atividade utilizam-se corta-matos motorizados, e equipamentos especiais de desmatação. Estes trabalhos são todos desenvolvidos no exterior das PH.

Os resíduos produzidos serão acondicionados e posteriormente encaminhados através de camião para local adequado.

2.2.5. Limpeza e Fresagem – Processo de atuação

A limpeza de coletores é realizada com recurso a camião hidrodesentupidor (figura 8), com recirculação de água de elevado desempenho, permitindo a limpeza do interior das passagens hidráulicas com um elevado rendimento. Existem no mercado, vários camiões hidrodesentupidores de elevado rendimento, com ou sem recirculação de água e de diferentes capacidades de forma a dar resposta às diversas situações. Todos os equipamentos de desobstrução deverão ser insonorizados de forma a respeitar o nível de ruído exigível de acordo com as potências instaladas.



Figura 8 - Camião hidrodesentupidor (5)

Para uma maior eficiência na realização dos trabalhos utilizam-se hidrojatores adequados para os diversos tipos de trabalho. Os hidrojatores são equipamentos de elevada eficiência e desempenho, com elevada capacidade de corte (de raízes ou betão, entre outros), de arrasto e de perfuração, conforme figura 9.



Figura 9 - Cabeça de limpeza de jato de água (5)

Estes hidrojatores, também chamados de cabeças de injeção de jato de água ou ainda ponteiros de limpeza, são constituídas por um corpo com bicos de alta pressão, que são utilizados para limpeza das condutas por arrastamento dos sedimentos existentes. Existem diferentes tipos, de acordo com o tipo de sedimento ou tipo de condicionante da obra. A pressão de trabalho dos hidrojatores poderá ir de 14.700.000 a 24.500.000 Pa com caudais desde 1 a 6,66(6) l/segundo conforme a situação.

Após a limpeza dos coletores, será feita uma verificação visual do estado de limpeza do troço intervencionado. No caso de coletores com elevado nível de deposição de detritos, impedir-se-á a passagem dos detritos para jusante por forma a que não se dê o arrastamento de resíduos pelo coletor que poderão provocar situações de carga e a contaminação de terrenos ou linhas de água próximas, evitando trabalhos suplementares de aspiração desnecessários economizando assim em recursos e tempo. Estes detritos serão aspirados dentro da caixa através da mangueira de aspiração.

Todos os resíduos provenientes das intervenções são aspirados para cisternas que integram o equipamento, em condições de isolamento e estanquicidade, evitando desta forma qualquer tipo de impacte para a ambiente. No final será sempre efetuada a limpeza da zona de intervenção com jato de água.

Cada veículo de desobstrução será operado por uma equipa de 2 trabalhadores, coordenados pelo departamento de planeamento e coordenação.

O operador de equipamento será um trabalhador que desempenha as funções de motorista consequentemente transportará os resíduos a vazadouro. Poder-se-á preencher um relatório de limpeza dos coletores objeto de intervenção.

Principais objetivos dos trabalhos de limpeza são:

- Garantir que o coletor de águas residuais está nas condições de funcionamento definidas como normais;
- Evitar as descargas poluentes no meio recetor (linhas de água, lagoas, etc...) e os problemas de odor;
- Permitir a inspeção (por vídeo CCTV¹ ou visual) dos coletores.

Para a fresagem, o robot de fresagem (figura 10) é a solução para situações de obstáculos detetados previamente aquando da inspeção vídeo (realizada após limpeza) e que coloca em causa o escoamento do caudal. Este robô tem um sistema de fresa rotativo com uma câmara incorporada que permite visualizar os trabalhos e comanda-los desde o exterior de forma a deixar o tubo limpo de defeitos obtendo uma secção útil de 100%.



Figura 10 - Robot fresador (5)

Este equipamento é fundamental para a preparação do tubo a reabilitar antes da instalação da manga pois a correta preparação do coletor é uma condicionante de elevada importância, já que não é exequível com a existência de incrustações pontiagudas no interior da tubagem, porque podem colocar em causa a integridade da manga eventualmente até provocar rasgos na mesma, comprometendo toda a sua função.

¹ CCTV - closed-circuit television - circuito fechado de televisão.

Este robot é distinto pela sua eficácia na preparação da superfície a reabilitar, procedendo ao corte de raízes, corte de ramais salientes, remoção de incrustações, moldagem de superfícies pontiagudas, tratamento de juntas, etc.

Após a reabilitação da tubagem em causa, este equipamento efetua também a abertura dos ramais de ligação, restabelecendo o normal funcionamento do caudal.

2.2.6. Inspeção Vídeo - CCTV

A inspeção vídeo ou a reinspeção é um elemento fundamental para analisar e atualizar o diagnóstico do interior do coletor. Por vezes decorrem meses entre a primeira inspeção vídeo e o momento da reabilitação daí a necessidade de voltar a inspecionar. Existem várias dimensões de equipamentos de inspeção vídeo incluindo equipamentos portáteis, que permitem levar os equipamentos a locais mais condicionados. As câmaras são de alta precisão, munidas de zoom e de sistema laser para eventual medição de fissuras e ovalizações. Estas inspeções vídeo (figura 11), são efetuadas por técnicos com formação e experiência nesta área.



Figura 11 - Inspeção Vídeo CCTV (5)

Após a inspeção vídeo é realizado um relatório (figura 12), onde são descritas as diferentes patologias observadas. Estes relatórios refletem o diagnóstico de acordo com o sistema de graus de deterioração e respetiva ordem de prioridade de intervenção segundo a norma 13508-2:2003+A1, esta norma especifica um sistema de codificação de observações feitas através de inspeção visual permitindo a descrição da condição interior de coletores, de ramais de ligação, de câmaras de visita e de inspeção.



Figura 12 - Exemplo de relatório de inspeção vídeo CCTV (5)

A inspeção vídeo tem lugar antes e depois da reabilitação estrutural.

2.2.7. Avaliação das condições dos Emissários/Coletores - Patologias

Para caracterização da condição dos emissários realiza-se mediante a análise dos relatórios (CCTV), procedendo-se à classificação da condição do estado da tubagem existente pelas normas ATV 127-M² e ATV 143-2³ e DWA 143-2⁴ em **HPCI**, **HPCII** e **HPCIII**;

- **HPCI**: Tubagem com problemas de estanquidade, infiltrações, sem problemas estruturais graves;
- **HPCII**: Tubagem com problemas de estanquidade, existência de alguns problemas estruturais, fissuras radiais e longitudinais médias, a tubagem não está em ruína; (figura 13)



Figura 13 - Fissuras reticulares das 02 até 04 (HPCII) (5)

² ATV 127-M – norma Alemã que avalia o valor de deformação do tubo

³ ATV 143-2 – norma Alemã para dimensionamento de CIPP

⁴ DWA 143-2- norma Alemã para dimensionamento.

- **HPCIII:** Tubagem com problemas de estanquidade e estabilidade graves, risco de ruptura/colapso a curto prazo. (figura 14)



Figura 14 - Fissura longitudinal às 02 Horas, com humidade visível. Largura 0.3 cm (HPCIII) (5)

- **Colapso eminente:** Para além dos níveis definidos nas normas ATV 127-M⁵ / ATV 143-2⁶ / DWA 143-2⁷ (figura 15)



Figura 15 - Fissuras de grandes dimensões multidirecionais – Colapso Eminente (5)

Apresenta-se de seguida um resumo da verificação das condições de serviço, como se pode verificar na figura 16.

⁵ ATV 127-M – norma Alemã que avalia o valor de deformação do tubo

⁶ ATV 143-2 – norma Alemã para dimensionamento de CIPP

⁷ DWA 143-2- norma Alemã para dimensionamento

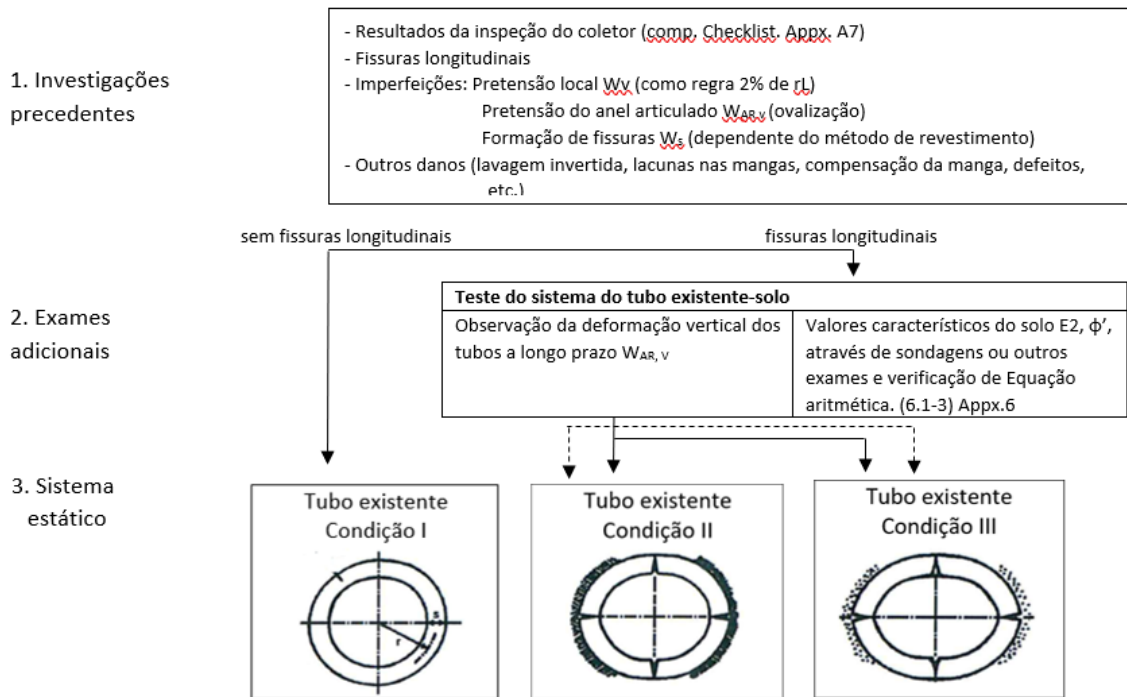


Figura 16 – Condições de serviço (5)

No estudo de distribuição de cargas num sistema tubo/solo (figura 17), considera-se que este não é mais capaz de suportar cargas a longo prazo se apresentar fissuras longitudinais que provoquem uma deformação significativa no tubo de $\delta_v^8 \geq 6\%$.

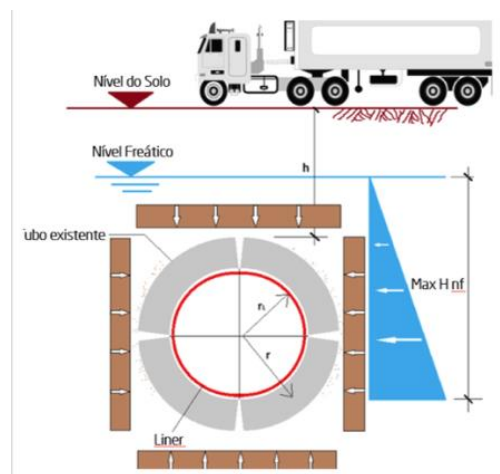


Figura 17 - Distribuição de cargas (5)

Na classificação HPCIII são adicionadas à classe HPCII as cargas do solo e tráfego.

Entendem-se como imperfeições, as locais (perfurações pontuais), a existência de vazio anelar (entre o tubo existente e o tubo novo) e a ovalização do tubo.

Estas imperfeições são resultantes da influência da pressão exterior devido ao nível freático, às cargas do terreno e à sobrecarga pela existência de tráfego.

⁸ δ_v - deformação significativa no tubo

As provas exigidas para cálculo de um sistema eficaz, passa pelo cálculo de tensões, deformações e encurvadura, por forma a conferir o grau de estabilidade da solução. Neste cálculo deve ser tido em conta a sobreposição ou combinação de ações sobre o sistema.

2.2.8. Tipo de patologias

Para a análise das patologias, como mostra a tabela 1, são aplicados os seguintes códigos (segundo o programa WinCan⁹):

Tabela 1 – Código de Identificação de Patologias (5)

Código de Identificação de Patologias			
Código	Tipo	Caracterização	
		1	2
BAA	Deformação	A - Vertical B - Horizontal	
BAB	Fissura	A - Fissura superficial, apenas uma B - Linha de fissura visíveis, fragmentos ainda no sítio C - Fratura visivelmente aberta, fragmentos ainda no sítio	A - Longitudinal B - Circunferencial C - Múltipla D - Helicoidal
BAC	Rotura/ Colapso	A - Rotura, sem perda de fragmentos de parede B - Rotura, com perda de fragmentos de parede C - Colapso, perda completa da integridade estrutural	
BAD	Defeitos de Alvenaria	A - Tijolos ou blocos deslocados B - Tijolos ou blocos perdidos C - Queda da lâmina líquida > 20mm D - Colapso, perda total da integridade estrutural	A - Outra camada de alvenaria visível B - Sem outra camada de alvenaria visível
BAE	Falta de argamassa		
BAF	Danos na superfície interior	A - Aumento de rugosidade B - Parede lascada ou escamada C - Agregados visíveis D - Agregados sobressaídos E - Falta de agregados F - Armadura visível G - Armadura sobressaída H - Armadura corroída I - Falta de parede J - Produtos de corrosão á superfície Z - Outros danos	A - Desgaste mecânico B - Ataque químico, do tipo geral C - Ataque bioquímico (ácido sulfúrico), danos acima do nível da água D - Ataque químico devido ás águas residuais, danos abaixo do nível de água E - Sem causa evidente

⁹ WinCan - software de inspeção de esgoto

Código de Identificação de Patologias			
Código	Tipo	Caracterização	
		1	2
BAG	Ramal ou conexão penetrante		
BAH	Ramal ou conexão defeituosa	A - Posição incorreta B - Afastamento entre o ramal ou conexão e a conduta principal C - Afastamento parcial entre o ramal ou conexão e a conduta principal D - Tubagem danificada E - Tubagem obstruída Z - Outros danos	
BAI	Vedante penetrante	A - Anel de estanquidade Z - Outro tipo de vedante	A - Visivelmente deslocado, mas não intrometido B - Suspensão, não partido e ponto mais baixo acima do eixo horizontal C - Suspensão, não partido e ponto mais baixo abaixo do eixo horizontal D - Partido
BAJ	Junta com deslocamento	A - Longitudinal B - Radial C - Angular	
BAK	Reparação contínua defeituosa	A - A desprender-se B - Descolorada C - Extremidade defeituosa D - Com rugas E - Com bolhas Z - Outros defeitos	A - Longitudinal B - Circunferencial C - Múltipla
BAL	Reparação pontual defeituosa	A - Parte da parede em falta B - A desprender-se Z - Outros defeitos	
BAM	Falha na soldadura	A - Longitudinal B - Circunferencial C - Helicoidal	
BAN	Tubagem porosa		
BAO	Terreno visível		
BAP	Cavidade visível (oco, vazio)		
BBA	Raízes	A - Raízes únicas B - Raízes finas independentes C - Massa complexa de raízes	

Código de Identificação de Patologias			
Código	Tipo	Caracterização	
		1	2
BBB	Depósitos aderidos	A – Incrustações B – Gordura C - Incrustação biológica Z - Outros depósitos	
BBC	Depósitos sedimentados	A - Inertes finos (ex. areia, lodo, etc.) B - Inertes grossos (ex. cascalho, gravilha, brita, etc.) C - Material duro ou compacto (ex. betão, etc.) Z - Outros depósitos	
BBD	Entrada de terreno	A - Areia B - Turfa C - Material fino (ex. argila, lodo, etc.) D - Cascalho, gravilha, brita Z - Outros tipos	
BBE	Outros obstáculos	A - Tijolos ou outros materiais de alvenaria, situados na lâmina líquida B - Fragmento de tubagem, situados na lâmina líquida C - Outros objetos, situados na lâmina líquida D - Obstáculos que penetram através da parede E - Obstáculos presos numa junta F - Obstáculos que entra na através de um ramal ou conexão G - Outras tubagens ou cabos instalados através da conduta H - Obstáculo construído na estrutura da conduta Z - Outros objetos	
BBF	Infiltração	A - Exsudação B - Gotejamento C - Fluxo D - Jato	
BBG	Exfiltração		
BBH	Animais parasitas	A - Ratos B - Baratas Z - Outros animais parasitas	A - Na conduta B - Num ramal ou conexão C - Numa junta aberta Z - Noutros locais
BCA	Ramal ou conexão	A - União por acessório pré-fabricado (ex. forquilha)	A - Aberto B - Fechado

Código de Identificação de Patologias			
Código	Tipo	Caracterização	
		1	2
		B - União por acessório em forma de cavalete, abertura através de broca C - União por acessório em forma de cavalete, abertura através de cinzel D - União sem acessório, abertura através de broca E - União sem acessório, abertura através de cinzel F - Ligação diferente de uma união (não corresponde a nenhum dos anteriores) G - Tipo de ligação não evidente Z - Outro tipo	
BCB	Reparação pontual	A - Tubagem substituída B - Revestimento interior C - Injeção de argamassa D - Injeção de outro material de selagem E - Furo reparado Z - Outro método NO-DIG	
BCC	Curvatura	A - Para a esquerda B - Para a direita	A - Para cima B - Para baixo
BCD	Tipo de nó inicial	A - Caixa de visita B - Caixa de inspeção C - Tampão de varejamento D - Abertura para lâmpada E - Tubagem de descarga F - Conduta principal sem nenhuma caixa de visita ou inspeção (para DN>900mm) X - Tipo especial definido pelo cliente Z - Outro tipo	
BCE	Tipo de nó final	A - Caixa de visita B - Caixa de inspeção C - Tampão de varejamento D - Abertura para lâmpada E - Tubagem de descarga F - Conduta principal sem nenhuma caixa de visita ou inspeção (para DN>900mm) X - Tipo especial definido pelo cliente Z - Outro tipo	
BDA	Fotografia geral		
BDB	Observação geral		

Código de Identificação de Patologias			
Código	Tipo	Caracterização	
		1	2
BDC	Inspeção interrompida	A - Obstrução B - Nível de água elevado C - Avaria equipamento Z - Outra causa	
BDD	Nível de água	A - Efluente límpido B - Efluente turvo	
BDE	Fluxo do ramal ou conexão	A - Efluente límpido B - Efluente turvo YY - Não visível (nível de água demasiado elevado)	A - Águas residuais ligada a conduta de águas pluviais B - Águas pluviais ligada a conduta de águas residuais C - Ligação correta
BDF	Atmosfera perigosa	A - Deficiência de oxigénio B - Sulfureto de hidrogénio C - Metano Z - Outro	
BDG	Perda de visibilidade	A - Câmara de filmar submersa B - Lama ou lodo C - Vapor Z - Outra causa	

2.2.9. Graus de deterioração

Apresenta-se de seguida a legenda da classificação aplicável a cada troço, na qual a graduação numérica é associada a um código de cores.

1: Acontecimentos sem danos: p.ex. saliências, derivações, etc.

NÃO SE CONSTATARAM DANOS.

2: Danos construtivos ou acontecimentos que afetam de ligeiramente a estanquicidade, a hidráulica ou a estabilidade do tubo: p.ex. Juntas do tubo largas, entradas mal rebocadas, deformação ligeira em tubos plásticos, erosão ligeira, etc.

PODE SE PLANIFICAR A REABILITAÇÃO/INTERVENÇÃO A LONGO PRAZO

3: Danos construtivos que prejudicam a estabilidade, a hidráulica ou a estanquicidade: p.ex.: Juntas do tubo abertas, fendas, entradas sem vedação, ligeiros obstáculos ao fluxo tais como depósitos calcários, entradas salientes, ligeiros danos nas paredes do tubo.

A REABILITAÇÃO/INTERVENÇÃO É NECESSARIA A MEDIO PRAZO E DEVE SER EXECUTADO NO PRAZO DE 3 A 5 ANOS.

4: Danos construtivos com os quais já não se pode garantir a estabilidade, hidráulica ou estanquicidade: p.ex.: roturas axiais ou radiais do tubo, deformações do tubo, entradas ou saídas de água detetáveis visualmente, perfurações da parede do tubo, etc.

A REABILITAÇÃO/INTERVENÇÃO DEVE SER EXECUTADA COM URGENCIA DENTRO DO PRAZO DE 1 A 2 ANOS, DEVEM SER CONSIDERADAS EVENTUAIS MEDIDAS URGENTES.

5: "O tubo está obstruído, ou estará em breve: p.ex. tubo em rotura estrutural, totalmente obstruídos por raízes, ou outros obstáculos ao fluxo. O canal perde a água ou possui risco de embalse por refluxo no compartimento subterrâneo, etc."

"A REABILITAÇÃO/INTERVENÇÃO DEVE SER EXECUTADA URGENTEMENTE E A CURTO PRAZO.

COMO MEDIDA CAUTELAR IMEDIATA SE EFECTUARÁ EVENTUALMENTE REPARAÇÕES PONTUAIS PROVISÓRIAS PARA EVITAR DANOS ADICIONAIS."

2.2.10. Rebaixamento do nível Freático e By-Pass

Para a reabilitação de Coletores ou PHs, é importante trabalhar sem água, para evitar a paralisação da reação química das resinas – no caso de reabilitação por CIPP-UV com cura por UV.

Um sistema de rebaixamento de nível freático (figura 18), é o recurso a sistema de agulhas e bomba de aspiração por vácuo.



Figura 18 - Equipamento para rebaixamento do nível freático (8)

Trata-se de um sistema que consiste na penetração de agulhas no solo podendo-se aplicar na berma da estrada a intervirmo de modo a evitar a degradação do pavimento, que estão interligadas por um coletor que está conectado a uma bomba de vácuo que promove a aspiração da água do nível freático rebaixando-a.

No caso de heterogeneidade de solos que impossibilitem a aplicação desta tecnologia propomos a instalação de poços de aspiração executados por “Havage¹⁰” na envolvente da via rodoviária a intervirmo com instalação de Bomba submersível com capacidade até 0.555(5) m³/segundo.

Outro sistema que permite realizar a reabilitação na ausência de água é a realização de By-Pass ou desvio de caudal (figura 19). Este sistema é utilizado para intervenção em coletores e caixas de visita.

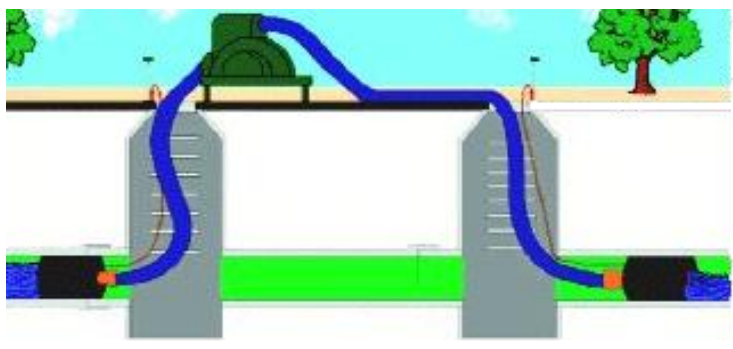


Figura 19 - Esquema para desvios de caudais (25)

Os desvios de caudais aplicam-se sempre que existe a necessidade de tamponamento da rede ou de ramais, para a realização de qualquer trabalho, contempla a instalação de obturadores pneumáticos devidamente certificados e inspecionados e de todos os trabalhos necessários. Em paralelo deverá ser considerada a intervenção de um camião hidrodesentupidor para aspiração das caixas de ramais com by-pass de modo a evitar retorno do efluente para o interior das edificações.

Neste tipo de desvio de caudal, as águas residuais são recolhidas nas caixas de visita colocadas a montante das secções onde decorrem os trabalhos e nos ramais domiciliários afetos ao troço e deverão ser transferidas para uma caixa de visita colocada a jusante.

¹⁰ Sistema Havage - um sistema alternativo mais eficiente para execução de poços de aspiração, que consiste na escavação no interior de manilhas de betão armado pré-fabricadas ou executadas *in-situ*, podendo ser realizado em locais de elevado nível freático.

A seleção das bombas submersíveis ou motobombas com vácuo e autoferrantes e tubagens a utilizar dependem do caudal de pico, caudal médio, profundidade e comprimento do bypass.

Os obturadores na figura.20, são colocados a montante e jusante do troço a intervir, desempenham a função de tampão do fluxo em ambos os locais.

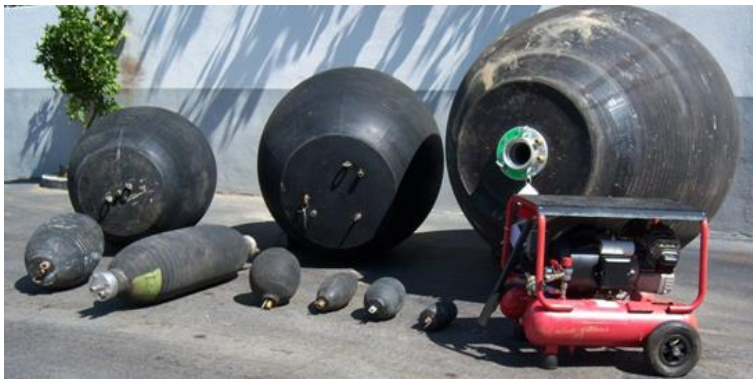


Figura 20 - Equipamentos para obturar os coletores (5)

Metodologia de Segurança na Utilização de obturadores

- Antes de cada utilização, verificar o obturador e os seus acessórios como forma de garantir a segurança;
- Antes da aplicação medir a largura do tubo e escolher o tamanho correto do obturador em função do diâmetro da conduta;
- Utilizar todos os dispositivos necessários para garantir a segurança, como corda de segurança e mangueira para insuflação;
- Aquando da realização dos trabalhos é obrigatório o uso do equipamento de proteção individual – vestuário de proteção, luvas, capacete, proteção dos olhos e/ou rosto;
- Posicionar as rodas do chassis na posição correta, a colocação incorreta das rodas pode causar atrasos indesejados;
- Antes da colocação do obturador proceder à limpeza da conduta;
- A área a aplicar o obturador não deve ter resíduos, lamas, areias, pedras nem objetos estranhos como por exemplo estilhaços ou objetos pontiagudos. Pode ser necessário efetuar uma limpeza com jatos de água, recomenda-se também a inspeção do tubo após a limpeza;
- Verificar se o obturador esta corretamente posicionado;
- Nunca exceder a pressão especificada pelo fabricante;

- Depois de posicionar o obturador (figura 21), é necessário assegurar que ninguém se encontra na conduta ou à frente do tubo durante o procedimento de insuflação;

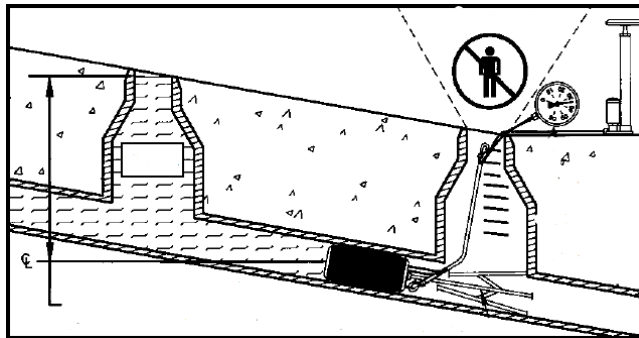


Figura 21 - Posicionamento do obturador (26)

- A área de perigo é toda a área circundante do tubo, do canal ou da conduta, onde se encontra o obturador;
- Para retirar o obturador da tubagem primeiro retirar a totalidade do ar;
- Após a retirada do ar interior do obturador retirar o mesmo com a ajuda com a corrente de trabalho;
- Fora da tubagem os obturadores só devem ser insuflados no máximo até 0.5 bar para efeitos de inspeção visual;
- Após cada utilização o obturador deve ser inspecionado e verificada a existência de fissuras, formação de bolhas ou algum tipo de dano possível de detetar;
- Na limpeza do obturador não usar produtos de limpeza agressivos;
- Nunca deixe um local de trabalho sem delimitação e sinalização de segurança fig.22;

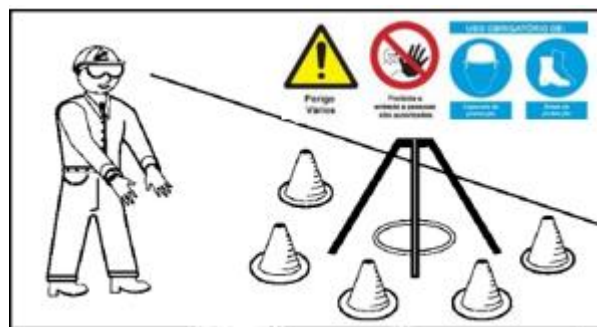


Figura 22 - Delimitação e sinalização de segurança (5)

Para tubos de aspiração utilizam-se tubos rígidos com resistência à pressão negativa (vácuo) e mangueiras flexíveis para conduzir o caudal por gravidade para a caixa a jusante.

Para a execução de trabalhos de reabilitação rápidos (duração 1-2 dias) o “bypass” poderá ser efetuado com recurso a mangueiras flexíveis adequadas para efeito. Para trabalhos onde se prevê uma duração superior a (1-2 dias) caso se justifique, a tubagem a utilizar deverá ser em polietileno de alta densidade (PEAD) com uniões soldadas topo a topo.

Os trabalhos de reabilitação de coletores ou de instalação de tubagem sem abertura de vala serão executados sempre de montante para jusante. Desta forma, garantir-se-á que se a perceção das variações de caudal existentes no sistema possibilitando assim a tomada de medidas de prevenção, evitando que o sistema de “by-pass” entre em sobrecarga.

Quando os sistemas de esgotos necessitam de manutenção, reparação ou reabilitação, são necessárias operações complexas de desvio para transferir as águas residuais para outra parte do sistema (figura 23).



Figura 23 - By-pass - Ponto crítico (9)

2.2.11. Medidas de minimização de interrupção das infraestruturas existentes

Deverá ser realizado o levantamento e identificação prévia do tipo e localização do serviço afetado, de acordo com o cadastro das entidades públicas/privadas responsáveis pela gestão dos respetivos serviços afetados:

- Rede de abastecimento de águas / incêndios
- Rede de águas residuais (saneamento doméstico)
- Rede de águas residuais (águas pluviais), sarjetas e sumidouros
- Redes de gás / oleodutos
- Rede elétrica (BT / MT / AT) e iluminação pública – EDP Distribuição
- Rede de telecomunicações, fibra ótica e semaforização – PT
- Aquedutos e linhas de água
- Mobiliário urbano, arranjos paisagísticos e sinalização

3. Técnicas de reabilitação por Trenchless Technology

O processo de reabilitação contínua dos coletores, desenvolve-se através das seguintes etapas:

- Após a limpeza da tubagem com camião combinado de lavagem e hidroaspiração, procede-se à instalação de um filme de proteção mecânica;
- Posicionamento do guincho para tração da manga para o interior do troço a reabilitar;
- Introdução da manga a partir das caixas de visita;
- Fecho das extremidades da manga na caixa de visita de montante e de jusante;
- Insuflação com ar comprimido;
- Insuflação das lâmpadas de ultravioleta;
- Cura da manga com radiação ultravioleta.
- Corte e remate das extremidades da manga nas caixas de visita

O Método da manga com cura a raios ultravioleta é a tecnologia que garante mais qualidade e durabilidade. Este método permite a ligação total e monolítica da tubagem existente à nova tubagem criando um incremento das forças de resistência mecânica.

- Reparação num curto espaço de tempo;
- Tecnologia com garantia de durabilidade;
- Melhora o escoamento hidráulico;
- Boa viabilidade Financeira Custo/Benefício;
- Sem interrupções de trânsito;
- Impacto mínimo no ambiente envolvente;
- Sistema funciona monoliticamente com a tubagem existente;
- Elimina infiltrações existentes nas tubagens existentes;
- Resistência mecânica elevada com tubos de espessura reduzida, sendo que a manga resiste isoladamente às cargas estáticas e dinâmicas sem necessitar da contribuição do tubo existente.
- Elimina totalmente a necessidade de remover pavimentos e abrir valas, sendo todo o trabalho executado a partir das caixas de visita existente.

- Ramais ou ligações diretas à tubagem são recolocados em serviço posteriormente à reabilitação por um robô fresador controlado a partir do exterior.
- Reabilitação de condutas em diversos materiais com diâmetros compreendidos entre os 150 e os 1200 mm em coletores ou emissários de esgotos domésticos, pluviais e industriais.
- Reabilitação de perfis não circulares como sejam as secções ovoides ou retangulares.
- Comprimento máximo por troço a reabilitar até 200 m com caixas de visita intermédias.

Serão apresentadas técnicas de reabilitação não destrutivas, uma vez que as mesmas aproveitam a conduta/PH existente sendo, portanto menos invasivas.

3.1.CIPP-UV (Cure-in-place Pipe)

O método de encamisamento contínuo (figura 24), permite-nos reabilitar de uma forma completa, coletores de saneamento e águas pluviais, restituindo as suas características estruturais e hidráulicas. A tecnologia UV consiste num processo cura da manga de fibra de vidro impregnada de fábrica com resina poliéster de alta qualidade, sendo que a cura é efetuada com recurso a radiação UV.

Este sistema com resistência mecânica elevada, além de impermeabilizar reforça a estrutura existente.

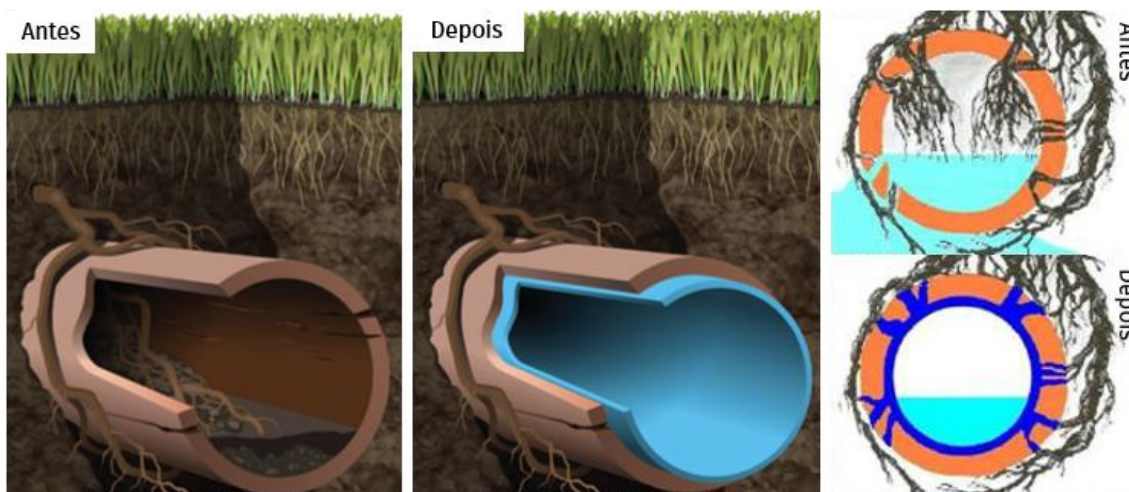


Figura 24 – Encamisamento contínuo (10)

3.1.1. Cálculo de Verificação das espessuras

Após se proceder à classificação da condição do estado da tubagem pela Norma Alemã ATV 143-2, em HPCI, HPCII e HPCIII, todos os dados técnicos essenciais para o dimensionamento serão verificados conseguindo assim uma solução adequada e otimizada. Consideram-se dados técnicos as dimensões, tipo de material e estado dos coletores, tipo de solo, níveis freáticos e sobrecargas (transito e solo), todos estes parâmetros são muito importantes para o dimensionamento.

Para o cálculo, pode-se recorrer a um programa de cálculo específico que segue a Norma DWA A143-2 2015, por exemplo o IngSoft Easypipe Datei.

3.1.2. Características da Manga

Descreve-se de seguida as características de cada elemento constituinte da manga (figura 25).

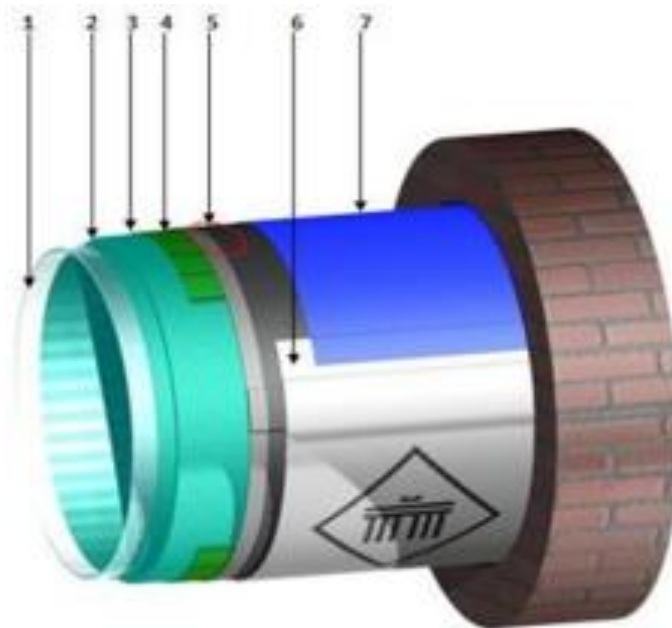


Figura 25 - Elementos constituintes da manga (5)

- 1- Película de proteção interna
- 2- Camada de abrasão de resina pura ligada a vidro
- 3- Laminado de suporte (resina de reação + reforço de fibra de vidro)
- 4- Reforço em tecido resistente
- 5- Tela-linha folha externa (PE-tecido)
- 6- Lâmina de tecido reforçado
- 7- Fita adesiva de fixação

3.1.3. Aplicação da Proteção da Manga

Caso se verifique que a superfície interna do coletor existente se encontre em condições que dificultem o deslize do novo revestimento, para evitar que o mesmo fique danificado com a fricção no tubo existente durante a fase de encamisamento (paredes de tubos com elevado grau de rugosidade, fragmentos salientes, deslocamentos dos conectores etc...) e para reduzir a força de fricção, é necessário instalar uma folha protetora deslizante de proteção da manga (figura 26).



Figura 26 –Aplicação da folha protetora (5)

3.1.4. Aplicação da Manga

A manga, já impregnado de fábrica, é introduzida no interior do coletor com o recurso a um guincho posicionado no lado oposto, a introdução da manga dentro do coletor será efetuada de forma lenta e controlada por forma a evitar que a manga dobre ou fique torcida. Após a introdução completa da manga no coletor as extremidades desta serão fechadas com dispositivos de fecho apropriados (figura 27).



Figura 27 - Fecho do topo da manga (5)

3.1.5. Insuflação da Manga

Após a introdução da manga no interior do coletor e o posterior fecho dos topos, pode-se iniciar a fase de insuflação. Este processo tem como objetivos verificar se a manga está corretamente introduzida no coletor (dobras e manga torcida) e dar forma à manga ajustando-a ao coletor existente. A insuflação é efetuada a partir do lado montante do coletor de forma lenta e controlada até atingir a pressão de cura.

3.1.6. Processo de Cura com UV

Mantendo a manga com a pressão recomendada, procede-se á introdução do dispositivo de cura UV (carrinho de lâmpadas) (figura 28). Este dispositivo além das lâmpadas UV encontra-se equipado com uma câmara CCTV que permite a verificação da correta insuflação. O processo de cura efetua-se de jusante para montante (lado contrário onde foi introduzido no coletor) sendo ele todo controlado por computador, podendo assim adaptar a velocidade de andamento do dispositivo tendo em conta a temperatura verificada no instante. Desta forma a cura da manga é garantida com a máxima qualidade.



Figura 28 – Carro de lâmpadas Ultra Violetas (11)

O camião deverá estar equipado com computadores conforme apresentado na figura 29, que monitorizam a pressão, temperatura e velocidade do carrinho das lâmpadas.



Figura 29 – Computadores de monitorização (5)

Na realização do processo de cura deverá ser seguida a tabela da figura 30, por forma a cumprir os tempos de cura.

<div style="text-align: center;">  </div>																		
Alphaliner500G		IBG HydroTech 8 x 400 - 650 W																
		Velocidade de cura recomendada para Alphaliner 500G com resina de poliéster																
Diâmetro nominal(mm)		ND 150	ND 175	ND 200	ND 225	ND 250	ND 275	ND 300	ND 350	ND 375	ND 400	ND 450	ND 500	ND 525	ND 575	ND 600		
Sequência de ignição		15	20	25			30			35			50		60			
Pressão Interior (mbar)		550 - 600										450 - 500						
Velocidade máxima de cura para Alphaliner 500G com resina de poliéster (m/min)	Espessura da Parede	8 x 400 W				8 x 500 W				8 x 600 W								
	3,00 mm	1,38	1,22	1,20	1,15	1,31	1,25	1,42	1,30	1,24	1,20	1,06	0,92	0,86	0,82	0,77		
	3,70 mm	1,34	1,19	1,15	1,10	1,27	1,22	1,34	1,22	1,16	1,13	1,01	0,88	0,82	0,77	0,72		
	4,40 mm	1,31	1,14	1,12	1,07	1,20	1,14	1,31	1,16	1,10	1,08	0,96	0,83	0,77	0,72	0,67		
	5,10 mm			1,06	1,01	1,14	1,06	1,20	1,09	1,04	1,02	0,90	0,78	0,72	0,67	0,62		
	5,80 mm					1,12	1,07	1,13	1,03	0,98	0,96	0,85	0,73	0,67	0,62	0,55		
	6,50 mm							1,06	0,97	0,94	0,89	0,79	0,70	0,62	0,58	0,50		
	7,20 mm									0,88	0,83	0,74	0,65	0,58	0,53	0,46		
	7,90 mm									0,82	0,79	0,70	0,60	0,53	0,48	0,41		
	8,60 mm										0,71	0,61	0,55	0,48	0,43	0,36		
	9,30 mm												0,50	0,43	0,38	0,34		
	10,00 mm												0,44	0,38	0,34	0,26		

Figura 30 – Tabela de Velocidade de Cura – Fonte: Realime fornecedor da manga. (12)

Após a cura procede-se ao corte e acabamento da manga nos encontros com as caixas de visita montante e jusante (figura 31). Tratando-se de uma técnica de reabilitação que não fica solidária (colada) ao tubo existente é necessário proceder à colocação de uma junta impermeável em ambos os topos da manga para evitar que possível água do nível freático não entre pela ligação da manga com a caixa de visita, este ponto é uma condicionante da aplicação desta tecnologia.



Figura 31 – Acabamento da manga em caixas de visita (5)

3.1.7. Controlo de Qualidade

A determinação da espessura com recurso ao cumprimento da Norma Alemã ATV-M127-2 é o primeiro ponto para satisfazer os elevados requisitos de reabilitação de esgotos com durabilidade para uma vida útil de pelo menos 50 anos, utilizando um método melhor possível, para garantir a qualidade e durabilidade é necessário um controlo de qualidade rigoroso e acompanhado.

Características do Material:

- Manga de Fibra de Vidro

Tabela 2 – Características da Manga de Fibra de Vidro

Características do revestimento *	Normas	BB ^{2.5}
(Circunferência) módulo de elasticidade, curto prazo	EN 1228	14.200 N/mm ²
(Circunferência) módulo de elasticidade, longo prazo	EN 1228	11.180 N/mm ²
Módulo de elasticidade em flexo, curto prazo	ISO 178	11.800 N/mm ²
Módulo de elasticidade em flexão, a longo prazo	ISO 178	9.290 N/mm ²
Grupo de materiais	DWA-M 144-3	22
Densidade	ISO 1183	1,54 g/cm ³
Stress de curvatura de curto prazo	ISO 178 ISO 11296-4	200 N/mm ²
Stress de flexão a longo prazo	ISO 178 ISO 11296-4	157 N/mm ²
Fator de redução a longo prazo (50 anos)	EN 761	1,27

A manga é fabricada, pronta para instalação, protegida tanto no interior como na folha e embaladas em uma proteção aos raios ultravioletas cumprindo a DIN 16869, parte 2 ("Tubos de resina de poliéster reforçado com fibra de vidro - UP-GF").

- Resinas da Manga

Tabela 3 – Características da resina

Resina	UP Resina	VE Resina
Tipo de acordo com DIN 16946	1140	1310
Grupo		
Ac De acordo com DIN 18820 parte 1	3	5
Ac Para EN 13121	4	7A
Densidade	1.1 g/cm ³	1.1 g/cm ³
Transição de vidro temperatura DIN 53445	140°C	132°C
Módulo de resina jovem DIN 53457	4000 N/mm ²	3700 N/mm ²

A resina de poliéster insaturado (UP) é uma resina de éster vinílico (VE), com um iniciador de luz UV especial, que efetua a cura. Estas características de fotopolimerização são medidas de acordo com um procedimento de teste especialmente desenvolvido para isso.

O laminado usado é baseado num composto de fibra de vidro especialmente produzido para isso. Possui uma camada de resina pura de 0,1 mm e um excepcional tapete de fibra de vidro. De acordo com a EN 14020, a qualidade de fibra de vidro têxtil quimicamente elevada densidade superficial de cerca de 730 g / m². A manga não apresenta costuras, uma vez que é perfeitamente enrolado com a fibra de vidro compósitos laminados em um processo especialmente desenvolvido e patenteado para isso.

Resistência a ataques químicos, bem como altas temperaturas de esgoto (conforme ATV M 143-3, DIN 18820-1)

Para a impregnação da manga é utilizada uma resina UP (tipo 1140, DIN 16946 e grupo 3, DIN 18820), que cumpre a elevada resistência exigida para as águas residuais municipais de acordo com a norma DIN 19550. No caso de esgoto altamente agressivo bem como temperaturas constantes mais elevadas (> 30°C até cerca de 70°C), uma resina especial (resina de éster vinílico) pode ser usada. (Uma visão geral sobre as resistências químicas seletivas para várias substâncias pode ser enviada a pedido.) Em cada caso individual, a

resistência à durabilidade química do tipo de resina precisa ser testada por análise de água individual.

Resistência mecânica à abrasão:

A verificação da resistência ao stress dos ciclos de lavagem a alta pressão é fornecida pelo revestimento da manga com teste de jato de alta pressão adicional. Conforme DIN 19523-1.

- O resultado do teste de abrasão é realizado com sucesso com até 100.000 inversões de tensão e uma abrasão de 0,07 mm (figura 32)



Figura 32 – Ensaio à abrasão – pedras com várias granulometrias com água em ciclos constantes (5)

- O teste de jato de alta pressão é bem-sucedido, com a utilização de uma camada de resina pura (figura 33)



Figura 33 – Ensaio ao Stress através de jatos de água de alta pressão (5)

Após a execução da reabilitação do coletor proceder-se-á a inspeção vídeo para relatório final e procede-se a recolha de uma amostra da manga executada (figura 34), para teste em laboratório independente. Em Portugal o laboratório SCIENCENTRIS da Universidade do Minho realiza este tipo de ensaios.



Figura 34 – Medição das espessuras físicas (5)

Os ensaios a realizar iram evidenciar as características reais da manga aplicada em obra segundo as normas ASTM D 790 e ISO 1183.

3.1.8. Plano de Inspeção e Ensaio

Para cada empreitada dever-se-á prever a preparação e implementação de Planos de Inspeção e Ensaio adaptados à realidade de cada projeto/nota técnica da empreitada, assim garantindo a execução dos trabalhos com maior qualidade. (Tabela 4)

Tabela 4 – Plano de Inspeção e Ensaio (5)

Etapa da Atividade	Tipo de Insp/Ensaio	Detalhes do Controle	Responsável	Frequencia	Crítérios de Aceitação
Materiais	Documental	Verificação das características dos materiais a aplicar	Resp. Produção	Por tipo de material	Conforme P e MP
Execução de by-pass (temporário) a montante de Caudais	Visual	Verificação de: - transfega de caudais, por bombagem, para troço a jusante - tamponamento adequado com balões obturadores; - manutenção do funcionamento do sistema existente	Encarregado	Após execução do by-pass e antes da reparação	- Sistema existente a funcionar adequadamente - Zona de intervenção livre de caudais
Limpeza do coletor existente	Visual	Confirmação de execução de limpeza da conduta através da posterior inspeção vídeo	Encarregado	Todo o coletor	Coletor sem detritos / materiais depositados e sem obstruções salientes
Inspeção do coletor	Vídeo	Inspeção ao estado do interior do coletor, com as patologias detetadas, incluindo eventuais medições de fissuras e ovalização	Encarregado	Antes da reabilitação	Inspeção detalhada de todo o coletor
Fresagem, corte e remoção de raízes ou outras obstruções salientes	Vídeo	Após fresagem, verificar que as superfícies fiquem isentas de saliências que poderão por em causa a integridade da manga	Encarregado	Antes da reabilitação	Inspeção detalhada de todo o coletor
Reabilitação do coletor – encamisamento contínuo	Visual	Verificação da aplicação de folha protetora deslizante	Encarregado	Previamente à aplicação da manga	Folha protetora aplicada
	Visual	Verificação da introdução, por tração, da manga, no interior do coletor. Verificação de fecho das extremidades com dispositivos de fecho apropriados	Encarregado	Na aplicação da manga	Manga introduzida e com as extremidades fechadas (caixa de visita a montante e a jusante)
	Métrica/Visual	Verificação da insuflação manga, com compressor (5bar)	Encarregado	Na aplicação da manga	Insuflação 0.5 bar Adaptação da manga ao coletor existente
	Métrica/Visual	Controlo da cura (com dispositivo de lâmpadas ultravioleta)	Encarregado	Durante a cura	Velocidade de acordo com instruções do equipamento e do fabricante $+80^{\circ}\text{C} \leq \text{Temperatura} \leq +140^{\circ}\text{C}$ Processo de cura concluído
	Visual	Comprovação de estanquidade	Encarregado	Após a cura	Ausência de perdas
	Laboratorial	Ensaio de flexão Verificação de espessura Determinação de densidade	Laboratório	Final da reabilitação	Valores superiores ou iguais aos estabelecidos pelo fabricante
Inspeção final do coletor	Vídeo	Inspeção para verificação da correta instalação da manga	Encarregado	Final da reabilitação	Inspeção detalhada de todo o coletor Ausência de anomalias

3.2. TIP – Tight in Pipe

O método TIP é um processo ecológico e económico para reabilitação de esgotos sem abertura de vala. No processo TIP, são instalados tubos novos de PP-HM (polipropileno alto módulo) com capacidade estrutural suficiente para dispensar a resistência do tubo antigo.

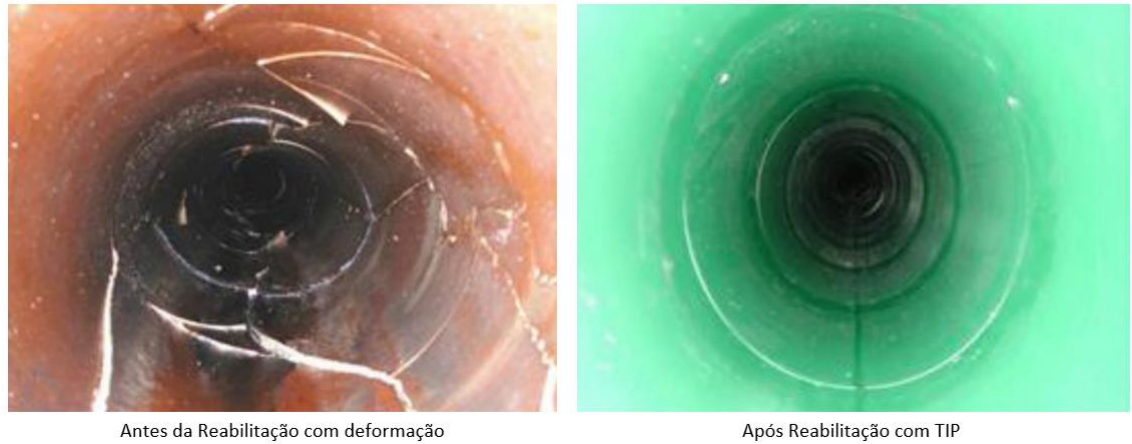
É uma alternativa tecnicamente segura e económica na reabilitação de coletores sem recurso a trabalhos dispendiosos como a abertura de vala. As deformações e desalinhamentos são corrigidos. Apesar de uma pequena redução no diâmetro do coletor a tubagem nova vai assumir a capacidade resistente total do sistema.

O método TIP pode se aplicar na reabilitação de coletores de esgotos que apresentem danos por corrosão, formação de fissuras e fragmentos, deformação de até no máximo 25% da secção transversal do tubo antigo, existência de raízes e infiltrações.

A tubagem é dimensionada para que o espaço anelar entre o coletor existente e o tubo novo seja o mínimo possível. Com o método TIP, o novo tubo é sempre instalado com um espaço anelar que não é preenchida. Até DN 450 não é mais do que 5 mm circunferencial. A partir de DN 500 uma folga anelar maior pode ocorrer devido a maiores tolerâncias dimensionais dos tubos antigos. Este intervalo deve ser mantido pequeno e não deve exceder 12,5 mm no total. Se a dimensão exceder os valores acima mencionados, isto é referido como uma lacuna anelar, que por razões estáticas normalmente tem de ser preenchido com grout.

Este método por norma é utilizado em coletores com as seguintes patologias: (figura. 35)

- Desvio horizontal/ vertical até 10% da antiga secção transversal do tubo
- Perda de partes da secção do tubo existente
- Deformação até 25% da secção da tubagem antiga
- Existência de raízes
- Existência de fissuras, juntas abertas, perdas de partes do tubo;
- Infiltração das águas subterrâneas
- Corrosão, ataque químico



Antes da Reabilitação com deformação

Após Reabilitação com TIP

Figura 35 - Antes e depois de TIP (5)

O entubamento será efetuado através das caixas de visita sem a necessidade da criação de poços de ataque, conforme ilustrado na figura 36.

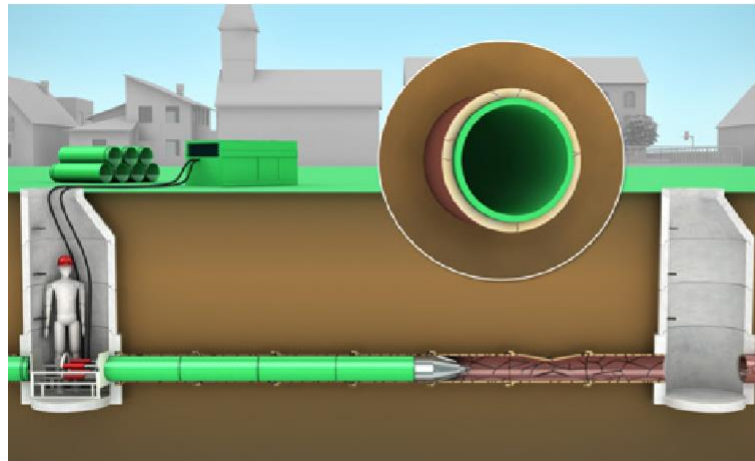


Figura 36 - Sistema com Macaco Hidráulico - Reabilitação de caixa a caixa (13)

O procedimento é simples: com recurso a equipamento hidráulico compacto (macacos hidráulicos e ou guinchos hidráulicos) insere-se um tubo novo com elevada capacidade estrutural e resistência química ligeiramente mais pequeno no interior do tubo antigo existente.

O encamisamento dos tubos PP-HM é efetuado por compressão ou tração dependendo do equipamento onde são inseridas pequenas secções por ciclos. Será necessário que força equipamento para ultrapasse força da fricção e de calibração entre o coletor existente e a tubagem nova (figura 37).

Qualquer que seja o sistema de tração ou compressão, ambos utilizam uma cabeça cônica que vai á frente dos tubos novos regularizando, compensando e calibrando algumas deformações e desalinhamentos do coletor antigo por forma a que o tubo antigo se adapte perfeitamente á secção do tubo novo.

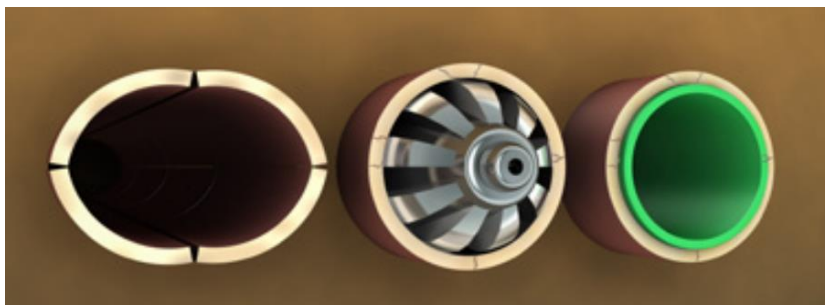


Figura 37 - Esquema de intervenção (13)

Conforme o entubamento vai avançando no coletor existente a montante vão sendo inseridos os tubos até que a cabeça chegue á caixa oposta.

Os materiais dos tubos utilizados para o processo são especialmente concebidos para suportar as cargas resultantes, mesmo se verificando pequenas folgas anelares entre o tubo antigo e o tubo novo.

3.2.1. Características Técnica do Tubo (figura 38)

Material PP-HM, DIN EN 1852-1 E-Módulo > 1700 N/mm² (SN 12-16)

A partir de DN 100 a DN 600

Comprimento de 0,50 – 0,60 m

Duplo anel de estanquicidade

DIBT – (Certificação Especial para tecnologias sem escavação (Trenchless))

DIBT = Instituto Alemão de Tecnologias de Construção

Tubagem ensaiada e verificada por DIN 4060, DIN EN 1277 e DIBT



Figura 38 - Tubo PP-HM (5)

3.2.2. Características Técnica do Equipamento

O Grundoburst 400S na figura 39, consiste num equipamento robusto, com apoio de uma unidade de potência hidráulica, hastes de rebentamento QuickLock e o pacote de acessórios de ferramentas.



Figura 39 - GRUNDOBURST - Modelo 400S - Sistema Hidráulico (5)

A operação é simples, o que a torna pronta para a ação muito rápida e não requer mais do que dois operadores.

- Acessórios facilmente permutáveis
- Baixo ruído e mínima vibração
- Aumento da produtividade devido à alta potência/velocidade de rebentamento
- Sem tempo de aparafusamento/desaparafusamento de hastes
- As hastes não se podem desligar durante o funcionamento

Características

- Para Tubagem gravíticas e de pressão e gravidade com diâmetros de 50 a 600 mm e comprimentos até aprox. 100 m;
- Para instalação em câmaras de visita até DN= 1000 mm e/ou em pequenos poços;
- Comprimento de plataforma do equipamento de apenas 600 mm;
- Comprimento útil da barra Quicklock 470 mm;
- Operação relativamente simples dentro do caixa de visita;
- Sem recurso a escavação ou outros trabalhos pesados e invasivos;
- Elevado nível de segurança no trabalho.
- Instalação de tubos curtos em poços com o método TIP (este método está disponível

Vantagens do método TIP:

- Reduzido impacto dos constrangimentos no local de intervenção, ocupando uma área mínima;
- Em comparação com os processos convencionais, o método TIP provoca uma redução significativa de sujidade, poluição sonora e custos consideravelmente mais baixos.
- Não necessitar da abertura de poços de ataque.
- O processo permite a instalação de um novo tubo autoportante com resistência química e resistência a temperaturas elevadas, testado e fabricado em fábrica, com garantia de uma vida útil a longo prazo
- Reabilitação de tubagens para saneamento sem recurso a escavação de valas entre os diâmetros DN 150 a DN 600;
- 100 anos de vida útil técnica devido à estática (novo tubo auto-sustentável feito de PP-HM com nova reserva de desgaste).
- Com aplicação para todo o tipo de danos nas tubagens, mesmo deformações até 25%;
- Novos tubos produzidos na fábrica garantem uma qualidade consistente e elevado tempo de vida, independente do local de instalação;
- Seguro para utilizar de acordo com as regras de tecnologia geralmente reconhecidas (DWA M143-15, RSV M 2.2).
- Pode ser utilizado até ao estado de condição do tubo antigo até HPC III
- Os trabalhos de fresagem no tubo antigo são em grande parte eliminados

- Restauração mecânica estrutural da tubagem;
- Restauração da secção circular;
- Reabilitação de caixa de visita a caixa de visita;
- É possível uma ligação sem escavações dos canais de ligação com o mesmo material;
- Equipamento de estaleiro de construção pequeno e simples;
- Com velocidades de avanço de até 25 m/hora de caixa a caixa de visita, extremamente económico
- Pode ser utilizado sem trabalhos de engenharia civil, como escavações;
- Material do tubo PP-HM 100% reciclável – Sustentabilidade;
- Possibilidade de ligação dos ramais sem escavação de ligações domésticas
- Até 200 m de comprimento utilizando fio de tubo contínuo
- Até 70 m de comprimento utilizando tubos de accionamento Schöngen Concept HL para o método TIP-Method

3.3.PRFV

Para aplicação em passagem hidráulica - PH, uma vez que oferecendo uma garantia de melhor execução dos trabalhos, a reabilitação da passagem hidráulica deverá coincidir com um período de estiagem. Não obstante, no caso de linhas de água permanentes, poderá ser necessário recorrer a um encaminhamento das águas que atravessam a estrutura ou à sua retenção a montante da obra. O método a adotar não poderá ter efeitos adversos sobre a obra ou sobre a área circundante.

Como trabalhos preparatórios ou acessórios salientamos os seguintes:

- A montagem, exploração e desmontagem do estaleiro;
- A construção de obras de carácter provisório destinadas a proporcionar o acesso ao estaleiro e aos locais de trabalho;
- O restabelecimento, por meio de obras provisórias, de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para execução dos trabalhos;
- Os trabalhos de escoamento de águas que afetem o estaleiro ou a obra;
- A reposição dos locais onde se executaram os trabalhos, em condições de não lesarem legítimos interesses ou direitos de terceiros ou a conservação futura da obra, assegurando o bom aspeto geral e a segurança dos mesmos locais.

Numa primeira fase, são instaladas duas linhas guia (figura 40), com tubos de ferro, que são soldados ao coletor, assumindo a forma de um carril para facilitar e encaminhar o encamisamento com o tubo PRFV.



Figura 40 – Colocação de carril guia (5)

3.3.1. Montagem da Tubagem de Encamisamento em Tubos de PRFV

Os tubos de PRFV são transportados, (figura 41), e armazenados temporariamente junto á frente de trabalho, num terreno junto á PH, assentes sobre barrotes de madeira com o recurso a um camião grua e cintas.

Posteriormente, os troços de tubo serão colocados na boca da PH com o auxílio de uma giratória ou camião grua posicionado á entrada da PH e de cintas.



Figura 41 – Descarga de tubos em obra (5)

Após o posicionamento do tramo de tubo em frente à boca da PH (a céu aberto), cada secção será movimentada através de sistema de tracionamento, que a fará deslizar para o seu local de aplicação definitiva no interior da PH conforme ilustrado na figura 42.



Figura 42 – Tubos sobre carril guia à boca da PH (5)

O sistema de tracionamento dos tramos de tubo consiste num guincho de elevado desempenho, apoiado num perfil HEB, associado a um cabo devidamente aplicado à tubagem com recurso a acessórios específicos para o efeito. De forma a garantir o perfeito encaixe entre a tubagem (macho/fêmea) e o sistema de movimentação, procede-se à aplicação de diferenciais (T-Fort) que forçarão o encaixe de forma adequada. O perfil HEB apoia na “boca” contrária da PH, onde se procede ao apoio dos tramos de PRFV sobre o carril para tracionamento.

Recomenda-se por precaução realizar o escoramento, conforme a figura 43, interior temporário durante o processo de injeção devido às grandes dimensões dos tubos, e a geometria com uma base plana, que poderia provocar uma deformação e flutuação na tubagem durante o enchimento.

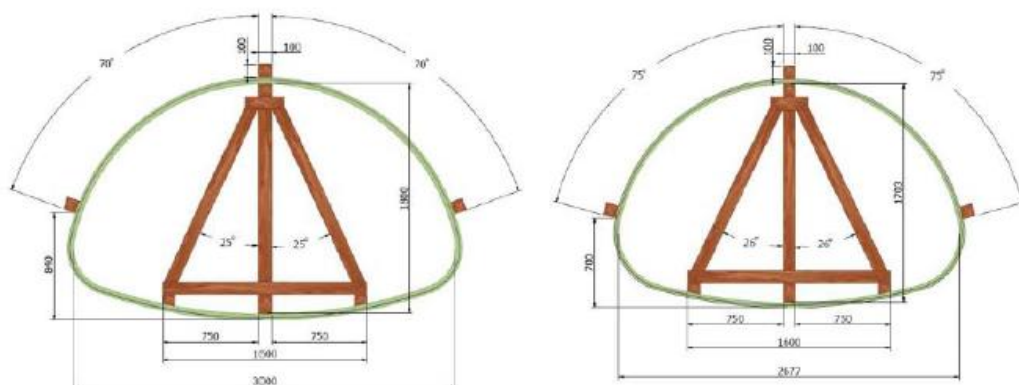


Figura 43 – Esquema tipo de escoramento interior temporário (5)

Além deste escoramento interior provisório, serão colocados calços entre o exterior do tubo de PRFV e o tubo existente na passagem hidráulica a reabilitar, situados aproximadamente

na posição indicada na figura seguinte, para que quando for feita a injeção de grout o tubo novo não fique a flutuar.

Estes calços são habitualmente de madeira, aço ou alvenaria. No caso de utilizar madeira, recomenda-se madeira de pinho com uma secção mínima de 0,01 m² e uma resistência a compressão de 20 Mpa.

Segue-se a furação para os pontos de injeção do grout que consiste na abertura de um furo com duas polegadas de diâmetro com recurso a um berbequim e uma broca craniana.

São realizados três pontos de injeção de grout em cada vinte metros de comprimento da passagem hidráulica. A furação será acima da meia secção e no topo (teto) do tubo no mesmo furo do escoramento.

Antes de iniciarmos a injeção de grout, procedemos á criação de muretes a fim de segurarmos o grout e selarmos o espaço existente entre o ARMCO e o tubo PRFV.

Nesta fase são ainda criadas quatro purgas, isto é, uma purga inferior que serve para nos garantir que o fundo está selado e quando estamos na presença de água garante-nos a expulsão total da água existente, uma purga superior que nos indica quando a secção a preencher se encontra completa e duas purgas laterais que servem para controlo do nível do grout.

3.3.2. Procedimento de Injeção de Grout

Será realizado um estudo de injeção do grout de forma a evitar flutuação do novo coletor.

De modo a evitar grandes pressões devido ao impulso hidrostático que o grout exerce durante a injeção e evitando também a flutuação do novo coletor, o enchimento será efetuado de uma forma faseada. Conforme o esquema na figura 44, consider-se no mínimo sete fases de enchimento, que dependendo do comprimento e inclinação poderá ser necessário mais uma ou duas fases.

Sendo a fase inicial aquela que maior impulso exercerá sobre a base do tubo, por precaução consideramos enchimentos de 20 cm de altura de cada vez. Após o terceiro enchimento com 20 cm de altura, passaremos a efetuar enchimentos de 50 em 50 cm até ao final, pois aqui nesta zona o impulso ascendente será muito inferior.

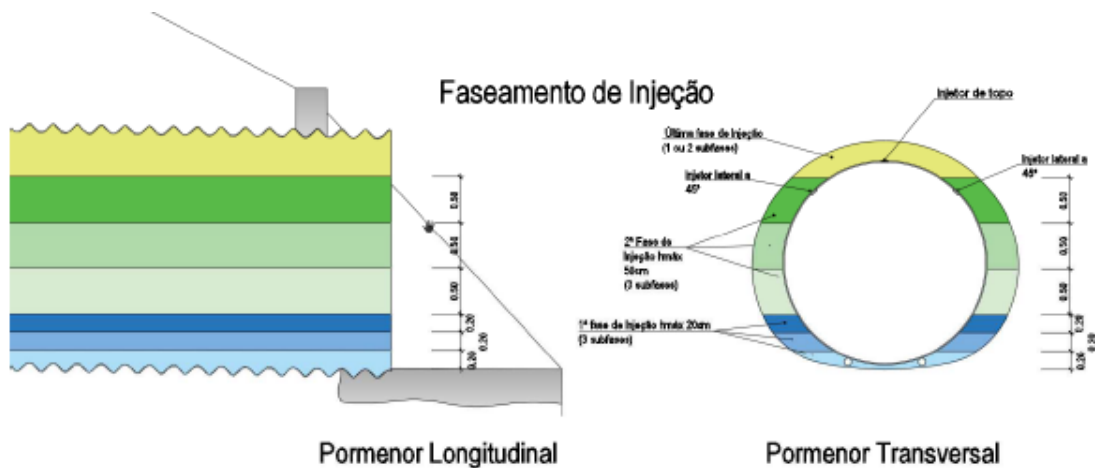


Figura 44 – Faseamento tipo da injeção do grout (5)

Para executar a injeção serão realizados furos de $\varnothing 80\text{mm}$ no topo da tubagem, com o afastamento dependente das dimensões do tubo, que será analisado na fase de projeto.

A purga inferior serve para nos garantir que o fundo está selado e quando estamos na presença de água esta permite-nos garantir a expulsão total da água existente, a purga superior indica-nos quando a secção a preencher se encontra completa. Realizamos ainda purgas laterais a fim de controlar o nível do grout.

3.3.3. Execução de acabamentos nas bocas das PH

No final é dado um acabamento á boca da PH, este acabamento pode ser em reboco com argamassa de acabamento ou se estivermos na presença de um talude o acabamento consistirá na execução de um enrocamento argamassado, sobre o terreno existente, e parte do tubo que fica fora do ARMCO¹¹.

Este enrocamento consiste na colocação de pedra arrumada, sobre betão colocado por descarga direta, formando uma superfície contínua.

¹¹ Tubo ARMCO – tubo corrugado executado em composto em aço carbono ou galvanizado.

3.3.4. Durabilidade da solução preconizada

O poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) é um material compósito, por uma matriz de polímero e fibras de vidro. A matriz de polímero é geralmente uma resina epóxi, viniléster ou resina termofixa de poliéster. A resina dá ao produto resistência química e ambiental, é o ligante para as fibras no laminado estrutural e define a forma do tubo de PRFV. As fibras de vidro acrescentam resistência estrutural ao composto.

A combinação destes materiais torna o PRFV bastante resistente quer às forças de compressão com às forças de tração.

3.3.5. Faseamento construtivo

Faseamento construtivo para a reabilitação da passagem hidráulica:

- Montagem de estaleiro e trabalhos preparatório, incluindo a execução de caminhos provisórios para acesso ao local da obra e o encaminhamento da linha de água ou a retenção da água junto às bocas da Passagem Hidráulica, se necessário;
- Desmatação e limpeza da vegetação nas imediações das bocas de entrada e de saída da Passagem Hidráulica;
- Limpeza de todos os sedimentos e materiais depositados na soleira no do interior e nas bocas das Passagem Hidráulica;
- Execução de Ensecadeira e bypass;
- Instalação dos rails de deslizamento;
- Colocação e alinhamento da secção em PRFV no interior da secção em aço corrugado, com auxílio dedos rails metálicos para o posicionamento e o deslizamento;
- Preparação e escoramento da Tubagem PRFV para a injeção de Grout;
- Preenchimento com argamassa do espaço anelar entre a secção em PRFV e a secção em aço corrugado;
- Reparação dos elementos estruturais de betão das bocas de entrada e saída da Passagem Hidráulica;
- Execução dos trabalhos de adaptação necessários nas bocas de entrada e de saída da Passagem Hidráulica;

- Execução da proteção contra erosões a montante e jusante da boca de saída, com colchão reno ou enrocamento argamassado com 0,3 m de espessura sobre uma manta geotêxtil com 200 g/m²;
- Beneficiação do sistema de drenagem (valas e caleiras);
- Desmontagem do estaleiro e reposição das infraestruturas existentes no interior da passagem hidráulica, se necessário;
- Reposição das condições iniciais da infraestrutura e zona de estaleiro existentes.

3.3.6. Controle de qualidade

Antes da aplicação de qualquer material em obra, todos os materiais são controlados pela existência das fichas técnicas.

Os ensaios indicados para este controle, são aqueles cuja realização se prevê efetuar em condições normais de desenvolvimento dos trabalhos. Na ocorrência de qualquer anomalia, ou em caso de dúvida, deverão ser realizados outros ensaios de controle do produto executado ou do processo de execução dos trabalhos, tendo como referência o estabelecido nos documentos normativos relevantes.

3.4.SPR-PE (Ribline)

3.4.1. Metodologia de intervenção

Tendo em conta o elevado caudal registado e as condicionantes de execução, entendemos que apenas a tecnologia Trenchless SPR PE consegue executar a reabilitação do interceptor com a manutenção do caudal.

3.4.2. Método de cálculo

O cálculo é efetuado pela norma ATV-DVWK-A 127E e assume-se que o tubo SPR- PE (figura 45), resiste a todas as solicitações, não considerando a contribuição do tubo existente para este cálculo da resistência.



Figura 45 - Sistema estrutural com alma de aço de elevado desempenho e revestido a polietileno (5)

São parâmetros de cálculo, a características do solo, a sobrecarga de tráfego, a redistribuição de tensões no solo.

São calculadas as seguintes verificações:

- Verificação do tubo à rotura;
- Verificação do tubo à extensão;
- Verificação do tubo à instabilidade.

Para iniciar a intervenção há que realizar as seguintes atividades;

- Reinspeção ao local e inspeção vídeo com recurso a flutuador ao interior da conduta;
- Realização de Laser Scan ao interior da Passagem Hidráulica e caracterização, avaliação e quantificação das avaliações e estado estrutural da Passagem Hidráulica (se necessário);
- Limpeza do interior do interceptor e Hidrodecapagem – Procedimento descrito no ponto 3.2.1.5
- Montagem do equipamento e realização do sistema de reabilitação pelo método SPR PE (figura 46). O diâmetro interno será o máximo possível. Esta execução será realizada com a manutenção do caudal uma vez que esta tecnologia o permite fazer. Para uma maior fluabilidade será aplicado insuflável no topo de jusante. Serão passadas cerca quatro cordas para futura instalação de condutas de injeção de grout.



Figura 46 - Imagens de uma obra em curso (14)

- Após a execução do Relining pelo SPR PE, procede-se a amarração do tubo e passagem do caudal para o interior do novo coletor;
- De seguida procede-se ao remate dos topos e preparação para a injeção.
- Realiza-se um estudo de injeção do grout adaptado a cada intervenção (figura 47), de forma a evitar flutuação do novo coletor. Este cálculo é baseado no comprimento, inclinação, diâmetro, densidade do grout e tipo de sistema anti-impulso. O sistema anti-impulso que iremos adotar será criar uma barragem até cerca de meia secção a montante e a jusante de forma a garantir um determinado peso de água capaz de criar reação ao impulso da injeção do grout. A injeção do grout será realizada de forma faseada de acordo com o estudo efetuado.

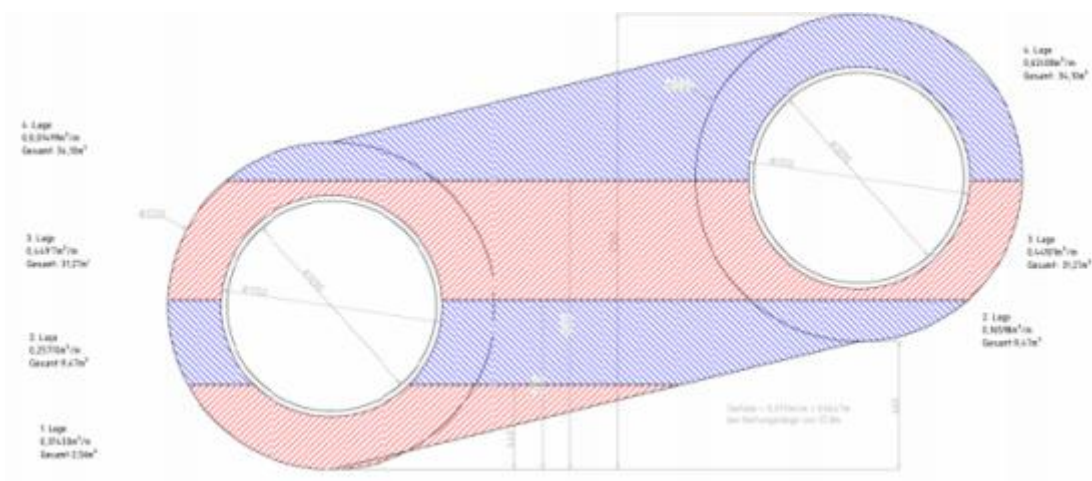


Figura 47 - Cálculo do faseamento da injeção do grout (5)

- Este sistema de reabilitação é auto-resistente e os cálculos da resistência mecânica não consideram a resistência residual da tubagem existente nem a resistência do grout para preenchimento do espaço anelar.

3.4.3. Qualidade

Os ensaios destrutivos (figura 48), a realizar às soldaduras, conforme imagem infra, deverão ser executados por laboratório certificado para o efeito, e cumpridas as normas para a sua realização.

O ensaio de tração consiste em deformar um provete, de secção retangular, utilizando uma força de tração até à sua rotura, permitindo determinar a resistência mecânica de um dado material. Este ensaio é essencial para a qualificação do soldador e do procedimento de soldadura.



Figura 48 - Fotos dos ensaios destrutivos para testar a qualidade das soldaduras (5)

O provete utilizado apresenta dimensões normalizadas, sendo tracionado lentamente numa máquina de tração. A carga à qual o material está sujeito é controlada através de células de carga e a deformação através de extensómetros calibrados colocados sobre os provetes. Durante o ensaio, o provete é fixado por amarras, garantindo a correta direção de aplicação de carga, sendo registada a deformação e a tensão utilizando um software para esse fim. É assim possível obter-se um gráfico que relaciona estas duas variáveis, permitindo a determinação de várias propriedades: tensão de cedência, tensão de rotura e módulo de young. (2)

3.5. Manga de Inversão

A reparação da conduta pela técnica de manga de inversão (figura 49), permite renovar de forma integral redes de coletores e emissários de águas residuais ou pluviais. Pode ser aplicada a situações onde seja necessário repor a estanqueidade das tubagens, melhorar o comportamento hidráulico, em diversos materiais, com diâmetros entre DN60 e DN300 e comprimentos de reabilitação variáveis entre 1 e 100 m, a tubagens verticais, a redes com mudanças de direção acentuadas, entre outros. (2)



Figura 49 - Manga de poliéster com um grande diâmetro, usada na técnica de manga de inversão (15)

O sistema utiliza uma manga de fibras de feltro impregnada em resina, cujo seu revestimento exterior é de polietileno ou de poliuretano, mas que no fim da instalação este passará a ser o revestimento interior.

O processo começa com a construção de uma estrutura em forma de reservatório na extremidade do troço a intervir, com o objetivo de, ao ser cheia com água, alcançar a pressão necessária à inversão da manga. No entanto, se o sistema estiver localizado a uma grande profundidade, podem ser utilizados equipamentos que fornecem a pressão.

De seguida, é instalado um tubo guia que conduz a manga desde a superfície até ao início da tubagem a reabilitar, como se pode verificar na figura 50. A manga invertida é fixada

manualmente na entrada do tubo guia e ligada ao veículo de apoio. Juntamente com esta, é inserida uma mangueira que acompanhará a manga até à sua posição final.

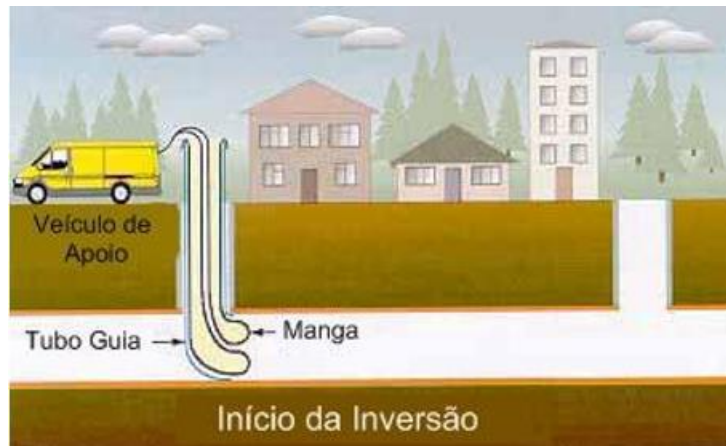


Figura 50 - Construção do poço e aplicação do tubo guia e da manga (16)

A água é introduzida na manga com uma pressão suficiente à inversão através da tubagem existente, comprimindo a manga contra as paredes e garantindo assim o perfeito ajuste às formas existentes. Logo que a inversão esteja completa, aciona-se a circulação de água quente proveniente de uma caldeira e vazada pela mangueira que acompanha toda a manga (figura 51).

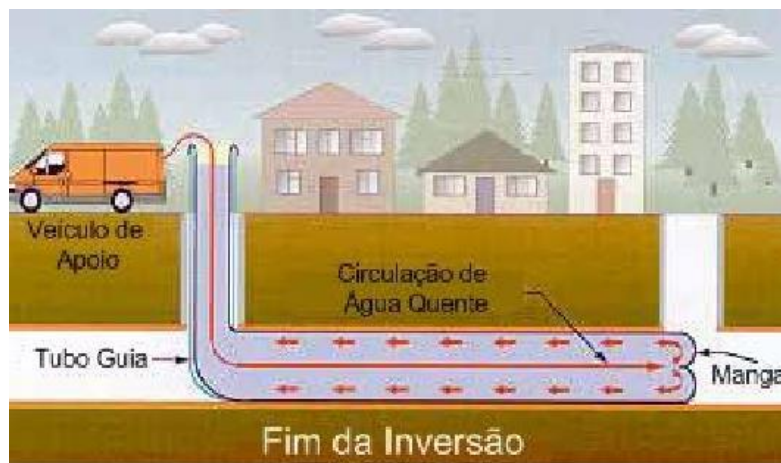


Figura 51 - Circulação de água quente no interior da manga invertida (16)

A taxa de calor é controlada de acordo com o exigido pelo regime de cura da resina, sendo as temperaturas monitorizadas em vários pontos da superfície da manga.

Após a cura da resina, a água é arrefecida gradualmente até que possa ser retirada. As extremidades do novo tubo são cortadas, deixando apenas alguns centímetros nas extremidades que garantem uma melhor estanqueidade. (1)

Os tambores, ou inversores (figura 52), são o equipamento usado na instalação de manga continua dentro da conduta. Consistem num recinto fechado pressurizado, dotado de uma saída pela qual é exercida uma força de empurre sobre as paredes da manga, fazendo que a mesma se movimente ao longo da conduta. Existem diversos modelos em função do alcance de diâmetro das reabilitações de condutas e das restrições de acesso.



Figura 52 - Tambores, ou inversores (17)

Embora tradicionalmente se utilize a água quente para elevar a temperatura e causar a cura da resina, algumas empresas introduziram um sistema que combina a inversão por ar comprimido e a elevação da temperatura através de vapor.

A grande vantagem deste sistema é que o revestimento não retrai após cura. Isto previne o potencial de infiltração entre as paredes da tubagem existente e o novo revestimento. Para além disso, o trabalho de vedação das derivações é reduzido.

3.6. Técnicas de reabilitação – Caixas

A reabilitação de caixas de visita consiste no seguinte procedimento de execução:

- Lavagem e Hidrodecapagem a alta pressão;
- Descontaminação das superfícies com produto biológico;
- Selagem de infiltrações e reconstrução de betão;
- Reparação dos fundos e caleiras

- Regularização das Superfícies;
- Selagem e remates dos ramais;
- Projeção de revestimentos de proteção e impermeabilização.

3.6.1. Campanha de Leituras de H₂S nas caixas a intervir

Antes da intervenção das caixas de visita, dever-se-á efetuar uma campanha de leituras de H₂S e pH nas caixas de visita afim de registar as concentrações de H₂S para evidenciar a agressividade química e selecionar o revestimento previsto mais adequado.

Para a recolha dos valores de H₂S, será utilizado um detetor de gás portátil (figura 53), que permite a medição e registo das concentrações ao longo do tempo.

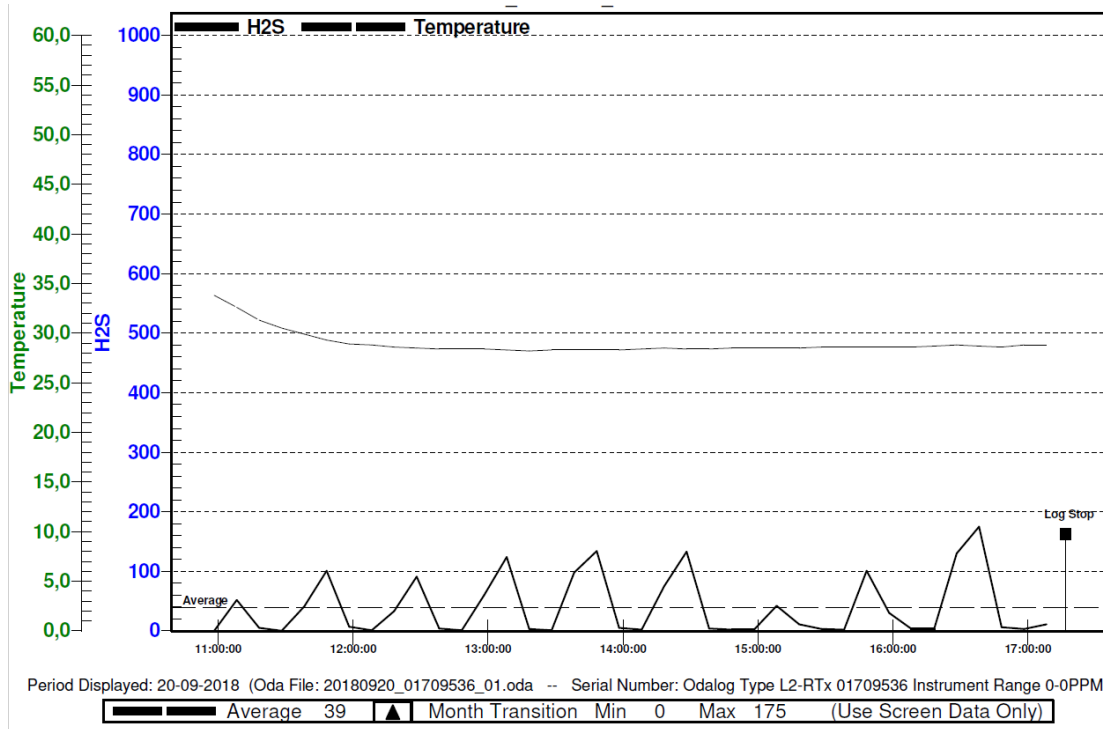


Figura 53 - Equipamento de medição de H₂S (5)

O medidor tem que dispor da função de registar dados por longos períodos de tempo. Este pode ser utilizado próximo da fonte de emissões H₂ neste caso em caixas de visita.

A medição do valor do pH deve ser realizada nas superfícies de betão, visto que a formação de ácido sulfúrico, ocorre acima da veia líquida. Desta forma, é possível avaliar a perda de alcalinidade da matriz cimentícia. Estas medições são realizadas com recurso a um medidor de contacto, ou então usando fitas de medição.

Para se conhecer, de facto, o valor de pH das superfícies de betão de um determinado elemento do sistema, é necessário realizar várias leituras em pontos diferentes, de forma a conseguir-se determinar o valor médio dessas medições (figura 54).

Figura 54 - Registo de Concentrações de H₂S (5)

Após a campanha de recolha de dados em obra será feita uma análise aos valores por forma a verificar se os revestimentos preconizados se adequam ao ambiente agressivo existente no sistema a reabilitar. Caso não o seja, e os valores obtidos indiquem que os revestimentos preconizados possam não aguentar o ambiente agressivo existente, deverá ser apresentada uma proposta com soluções mais resistentes, como por exemplo a aplicação de revestimento plásticos em secções integrais (em toda a caixa) ou mistas (só no fundo) consoante o caso.

3.6.2. Lavagem e Hidrodecapagem a alta pressão

Antes do início dos trabalhos de reabilitação de caixas de visita deve realizar-se a lavagem com a mangueira do camião de modo a retirar todos os sólidos e detritos do interior da caixa de visita.

Após a lavagem da caixa de visita, procede-se a hidrodecapagem a alta pressão para remoção do material danificado. O equipamento adequado será um robô rotativo de hidrodecapagem de caixas de visita que permite a realização desta tarefa sem expor nenhum trabalhador em risco dentro da caixa de visita. A pressão a utilizar depende das condições das caixas de visita, podendo utilizar pressões deste 200 bar até 2500 bar conforme a necessidade da obra.

3.6.3. Descontaminação das superfícies com produto biológico

Para um maior conforto e higiene durante a realização dos trabalhos procede-se a aplicação de um produto desengordurante biológico concentrado de alta performance do tipo Easy Syntec® LT 6, ou equivalente.

3.6.4. Selagem de infiltrações e reconstrução de betão

Na reabilitação das caixas de visita, por vezes é necessário proceder a selagem das fissuras com ou sem pressão de água (figura 55). Usualmente recorre-se à injeção de resinas de base poliuretano ou a resinas híbridas (poliuretano com adição de cimento) de modo a aumentar o rendimento e melhorar a eficiência na selagem das fissuras.

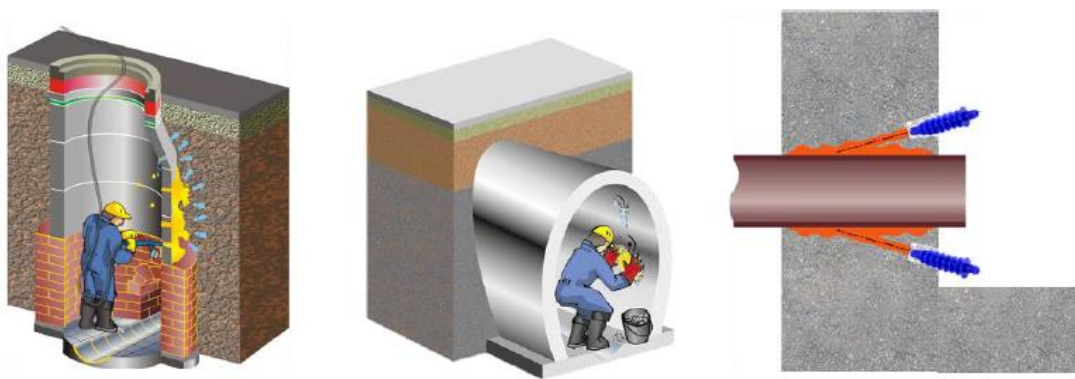


Figura 55 - Processo de selagem de infiltrações (18)

Para a injeção de resinas de base poliuretano expansivo, procede-se a colocação dos injetores de alto débito de 12mm, 14mm ou 18 mm conforme o caudal da infiltração. A disposição dos injetores deve-se colocar conforme figura abaixo com um ângulo de 45° graus em relação à fissura. O espaçamento dos injetores depende da largura da fissura, normalmente inicia-se com 20 cm de distância entre injetores.

Os equipamentos de injeção dependem da quantidade de resina a injetar. No caso de utilização pontual, utilizamos o equipamento monocomponente, misturamos as resinas fora e colocamos após mistura dentro do recipiente do equipamento. No caso de necessidade poderemos utilizar o equipamento de injeção bicomponente com maior capacidade e mais caudal, executa um trabalho rápido com elevados rendimentos. Sempre que a caixa de visita está com elevado estado de degradação procede-se a injeção de resina híbrida de base de

poliuretano com adição de cimento permitindo uma economia no caso de selagem de grandes caudais de infiltração.

3.6.5. Execução dos Fundos das Caixas de Visita

Para os fundos das caixas de visita em elevado estado de degradação localizados em zonas de nível freático elevado, dificultando a execução do fundo com recurso a argamassas conforme previsto. Sabe-se que mesmo com argamassa de cura rápida na execução do fundo da caixa de visita, no final do dia após o restabelecimento do caudal este irá provocar a lavagem das argamassas recém colocadas e fragilizar o fundo em relação ao seu comportamento estrutural, resistência à abrasão ao longo do tempo, capacidade de resistência à variação dos níveis freáticos e respetivo comportamento a novas infiltrações.

Tendo como base a experiência na execução de caixas de visita e nestes casos de elevado estado de degradação dos fundos das caixas com nível freáticos altos, é aconselhada a aplicação em obra de um canaleta ou mesmo fundo completo em PEAD com ancoragens conforme figuras abaixo.

O canaleta ou o fundo flexliner em PEAD com ancoragens é colocado após picagem do fundo da caixa e fixado com recurso a injeção de Grout de elevado desempenho. Nas ligações aos coletores coloca-se juntas do tipo pipe-seal-tech de modo a garantir a estanquicidade. Entende-se que esta solução garante qualidade, durabilidade, resistências e conectividade nas ligações.

3.6.6. Regularização das Superfícies

Após a selagem das infiltrações, procede-se ao refechamento de juntas e tratamento de zonas degradadas de modo a regularizar as superfícies e preparar a caixa de visita para a projeção do revestimento e impermeabilização.

Caso as caixas apresentem desgaste muito avançado, com falhas substanciais de secção, armadura á vista completamente corroídas, pode ser proposto um reforço com estrutural da caixa com o enchimento com uma argamassa estrutural resistentes aos ambientes agressivos conforme caderno de encargos armada com uma malha-sol galvanizada.

3.6.7. Projeção de revestimentos de proteção

Dever-se-á recorrer a um equipamento Robotizado que permita a projeção da argamassa em 360° dentro da caixa de visita.

O equipamento pode ser transportado num reboque fechado, onde está instalada a máquina de mistura da argamassa com água, com controlo rigoroso, depois da mistura a argamassa passa por uma camisa e é bombada através de mangueira de alta pressão até um tripé que dispõe de um acoplamento para a cabeça de projeção rotativa.

A cabeça de projeção rotativa baixa e sobe através de um guicho instalado no topo do tripé. Este controlo é efetuado através de um controlo remoto. Este controlo permite controlar o número de passagens da cabeça de projeção pelo que deste modo controla a espessura da argamassa aplicada.

O revestimento final de proteção com tinta de reação química em dois componentes, formulada com base na combinação de resina epóxi e óleo de antraceno e reforçada com cargas minerais, 3 de mão cruzadas.

3.6.8. Fornecimento e colocação de tampas

Caso seja necessário a reaplicação de alguma tampa das caixas de visita. Dever-se-á recorrer a um sistema rápido, fácil e eficiente de aplicação de tampas em caixas de visita. O sistema consiste numa pequena estrutura que faz o nivelamento do aro da tampa com o pavimento existente a partir de 3 pontos, ficando perfeitamente nivelado. Em seguida com o recurso a um balão especial que servirá de cofragem faz se o enchimento com grout de cura rápida. Com este sistema consegue-se aplicar uma tampa pronta receber cargas rodoviárias numa hora.

3.6.9. Remates entre a manga e as caixas de visita

Para que o sistema de encamisamento funcione em conjunto com as caixas de visita é necessário garantir o adequado remate da manga ás caixas de visita com um material flexível e resistente a ambiente agressivos, por forma a impossibilitar a ocorrência de infiltrações pelo espaço entre o tubo existente e a manga de encamisamento (figura 56).

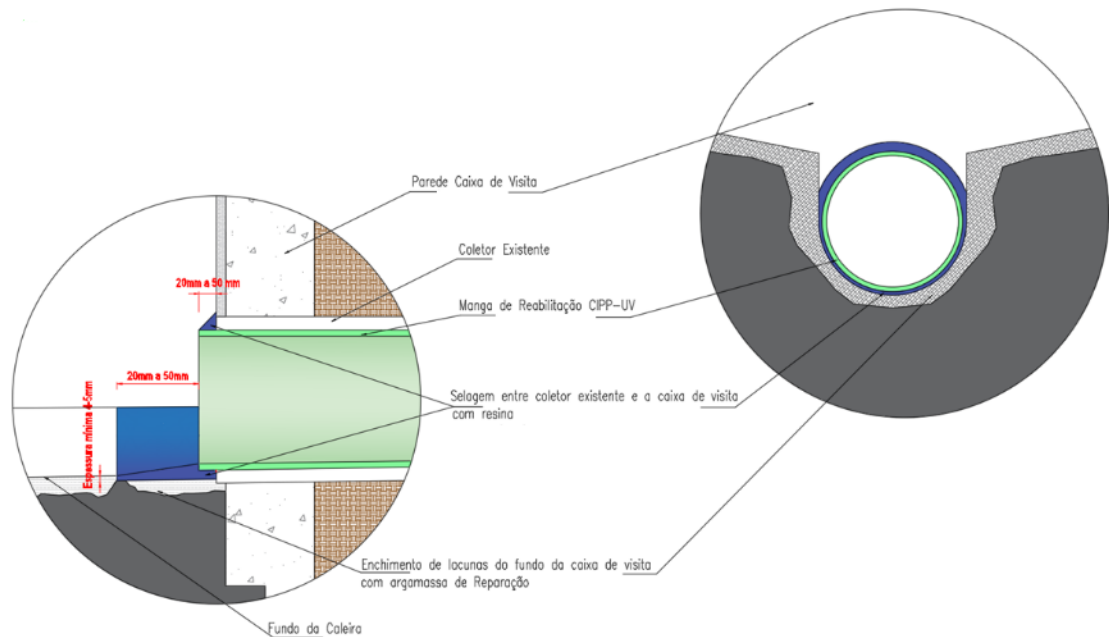


Figura 56 - Esquema de aplicação de resina de remate entre a manga, o tubo existente e a caixa de visita (5)

Caso seja necessário poderão ser ainda colocadas juntas mecânicas de acabamento do tipo Pipe-Seal-End, de forma a obter uma perfeita ligação entre o tubo antigo e a manga, estas juntas impossibilitam a que a água se infiltre entre a manga e o coletor existente.

3.7. Técnicas de reabilitação – Pontuais

Antes da reabilitação do coletor pode ser necessário a realização de reparações pontuais em zonas críticas como, infiltrações de água significativas, perda de secção da tubagem existente, zonas pontiagudas que possam rasgar a manga, juntas com deslocação, zona de entrada de raízes, etc...

Este “reforço” será colocado com um obturador no local (figura 57), a reforçar (ex. fissuras). O obturador é insuflado através de pressão de ar e mantém-se no local até à cura da resina que dura, dependendo da temperatura ambiente, aproximadamente uma hora. Este método é também usado na reposição da estanquicidade das juntas.

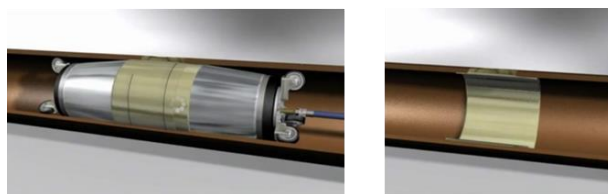


Figura 57 – Etapas das reparações pontuais (19)

A manta de poliéster impregnada com resina epóxi terá uma espessura final mínima de 6 mm. A manta será impregnada com cerca de 36 Kg de resina por metro quadrado de forma a garantir a resistência necessária. Salienta-se que estas reparações contam ainda com a resistência da tubagem de betão existente que apesar das microfissuras existente, a tubagem existente dispõe ainda de uma resistência intrínseca que não podemos desprezar apesar de não ser considerada no cálculo. A resina respeita a resistência descritas na norma DIN EN 12190.

3.8. Técnicas de reabilitação – Ramais

A preparação da abertura dos ramais de ligação inicia-se logo na fase de limpeza e inspeção onde o operador procede à marcação e registo de todos os ramais existentes indicando a sua localização em termos de comprimento no coletor e ângulo nesse ponto (conforme o ponteiro do relógio) de forma a garantir o registo da sua exata localização. Após a execução do encamisamento da manga com cura a ultravioletas, procede-se à abertura dos ramais de ligação com recurso a robot fresador hidráulico. Este equipamento é fundamental para a preparação do tubo a reabilitar antes da instalação da manga pois a correta preparação do coletor é uma condicionante de elevada importância, já que não é exequível a existência de incrustações pontiagudas no interior da tubagem, pois estas podem colocar em causa a integridade da manga eventualmente até provocar roturas na mesma, comprometendo toda a sua função.

Este robô é distinto pela sua eficácia a preparar a superfície a reabilitar, procedendo ao corte de raízes, corte de ramais salientes, remoção de incrustações, moldagem de superfícies pontiagudas, tratamento de juntas, etc.

Após a reabilitação da tubagem em causa, este equipamento efetua também a abertura dos ramais de ligação, restabelecendo o normal funcionamento do caudal.

Após a execução do encamisamento com o sistema ultravioleta, será necessário proceder à execução da selagem dos ramais de ligação por forma a garantir a estanquicidade da ligação dos ramais existente à manga de fibra de vidro instalada.

3.8.1. Ligação dos Ramais ao Coletor

Após a execução do liner e abertura dos ramais previamente marcados, procede-se à ligação do coletor ou emissário com os ramais através de injeção de resinas. Este é o método mais eficiente e mais durável no mercado. A selagem dos ramais será realizada com o auxílio do robot de selagem de ramais. Na primeira fase é colocado o robot para a colocação da junta de ramal e respetivo balão de ramal.

Em seguida é colocado o robot de injeção (figura 58) que preenche o espaço entre o balão e o ramal, com resina compatível com o material do liner e de ligação com o ramal - Sikarobotech-61 ou equivalente.



Figura 58 - Injeção de argamassa para selagem de ramais (5)

Após a cura da argamassa, o balão é retirado, bem como a junta plástica, é finalizado com uma inspeção para verificar o perfeito acabamento do ramal.

A utilização dos “Top HaT” ou também designadas por reparações de chapéu, não é totalmente eficaz, devido às elevadas dificuldades em garantir uma boa execução. Na maior parte dos casos a conexão fica obstruída como as fotos A, B e C. E ao longo do tempo existe uma elevada probabilidade de descolar a reparação pontual ficando o emissário obstruído. Estas conclusões podem ser obtidas no relatório técnico do IKT – Institute for Underground Infrastructure (20) .

4. Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho

Deverá ser cumprido o PSS - Plano de Segurança e Saúde e respectivo DPSS - Desenvolvimento do Plano de Segurança e Saúde, em vigor na empreitada onde a reabilitação terá lugar.

Para além do exposto no DPSS, salientamos os seguintes temas:

4.1. Equipamento de Proteção Individual

Toda a equipa deve utilizar os equipamentos de proteção individual em cumprimento da Norma Europeia EN 471 (Vestuário de Sinalização de Grande Visibilidade, figura 59) e da Portaria n.º 311-D/2005 de 24 de Março, é exigido que o vestuário das pessoas que efetuam tarefas na estrada, por vários motivos, seja de alta visibilidade com vista à sua segurança.

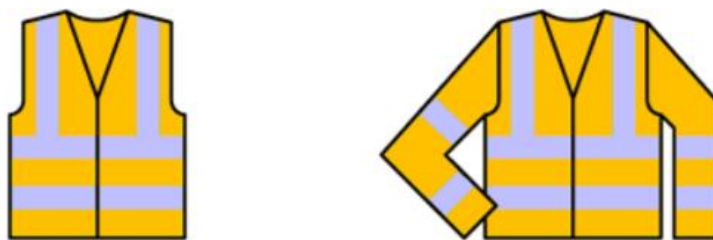


Figura 59 – Vestuário de alta visibilidade

A Norma Europeia EN 471 especifica as características que devem possuir as roupas cujo objetivo é sinalizar visualmente a presença do utilizador para que este seja perfeitamente localizado e visto em condições perigosas, qualquer que sejam as condições de luminosidade de dia e de noite mediante a luz dos faróis.

O vestuário de alta visibilidade é categorizado em três classes de acordo com a ISO20471:

Classe I – Categoria menos exigente, baixa visibilidade. 14 cm² de material fluorescente, 10 cm² de material retrorrefletor, 20 cm² de material combinado.

Classe II – Nível médio de exigência, em termos de visibilidade. Uma boa porção do corpo deve estar coberta. 50 cm² de material fluorescente ou 13 cm² de material retrorrefletor.

Classe III – Nível de exigência elevada. A maior parte, ou mesmo todo o corpo, deve estar coberto com vestuário de alta visibilidade

Segundo a legislação em vigor, a área obrigatória de reflectorização para a implementação da sinalização temporária corresponde à classe 3.

Na figura 60, pode-se verificar os três níveis de desempenho segundo a EN ISO 20471, salientando-se que todas as roupas de alta visibilidade devem usar fita retroreflectora.



Figura 60 – Requisitos de fita refletora em roupa de alta visibilidade

Dado os trabalhos no interior das caixas de visita em ambientes químicos agressivos com a presença de gases e agentes de contaminação, todos os trabalhadores afetos a estas atividades, estão equipados com vestuário de proteção química que oferece um desempenho contra produtos químicos, cumprindo a norma EN13034:2005 + A1:2009 roupa de proteção contra produtos químicos figura 61.



Figura 61 - Fatos de proteção

Os fatos de proteção química do tipo 6 devem cobrir e proteger, pelo menos, o tronco e os membros, exemplos de roupa de peça única ou conjuntos de duas peças com ou sem capuz, ou sobre-botas.

4.2.Plano de Sinalização

Para execução dos trabalhos em vias rodoviárias é necessário um plano de sinalização.

Os equipamentos e materiais deverão ser posicionados de modo a que não obstruam, ou obstruam o menos possível, que o trânsito nas imediações quer a visibilidade de condutores, peões e trabalhadores.

Se os trabalhos entrarem em conflito com a via pública, esta deve ser devidamente sinalizada de acordo com a lei vigente sobre sinalização de carácter temporário.

Deverá garantir-se o bom funcionamento dos equipamentos luminosos, a preservação de toda a sinalização rodoviária, a manutenção dos pavimentos adjacentes (estradas e passeios) bem como a limpeza dos mesmos.

Manter permanentemente em perfeito estado de conservação todas as proteções e vedações das zonas dos trabalhos, nomeadamente tapumes, passadiços, rede e/ou fita sinalizadora e redes/grades amovíveis.

Logo que seja possível o regresso às condições normais de circulação, a sinalização de carácter temporário deve ser retirada para dar lugar à sinalização permanente e ao restabelecimento das condições anteriormente encontradas.

As condições de implantação serão adaptadas às condições locais de visibilidade. De noite e sempre que a visibilidade seja insuficiente, deverão ser colocados nos vértices superiores do primeiro sinal da pré-sinalização e no primeiro sinal da sinalização avançada, dispositivos luminosos.

A colocação da sinalização obedece às prescrições mínimas regulamentadas pelo Decreto Regulamentar nº 22-A/98, com as alterações introduzidas pelo Decreto Regulamentar nº41/2002 de 20 de Agosto. No referido diploma, a sinalização temporária compreende a sinalização de aproximação, a sinalização de posição e a sinalização final.

A sinalização temporária compreende a sinalização de aproximação, a sinalização de posição e a sinalização final.

Nos trabalhos noturnos, e quando a iluminação natural for deficiente será utilizada iluminação artificial através de balão de iluminação figura 62, por forma a proporcionar as condições de iluminação ótimas para a realização dos trabalhos em segurança.

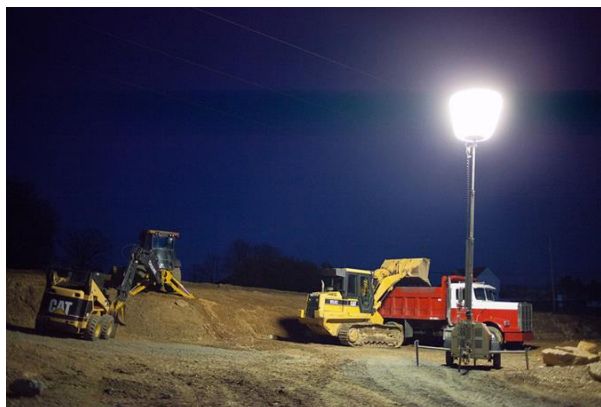


Figura 62 - Exemplo de balão de iluminação (21)

Sinalização de aproximação:

Sempre que existam obras e obstáculos ocasionais na via pública, a zona onde estes se situam deve ser antecedida pela colocação de sinalização de aproximação.

Deve utilizar-se a pré-sinalização sempre que haja necessidade de fazer desvio de circulação ou mudança de via de trânsito ou sempre que a natureza e a importância de um obstáculo ocasional ou a zona de trabalhos o exijam.

Pré-Sinalização: alerta com suficiente antecedência os utentes indicando-lhes a aproximação da zona de perigo.

De noite é obrigatória a colocação, nos vértices superiores do primeiro sinal, de um dispositivo luminoso com as seguintes características: sinais verticais e marcas rodoviárias devem ser completados com dispositivos luminosos de cor amarela, de luz intermitente; estes

dispositivos destinam-se a balizar eficazmente as partes frontais da zona de trabalhos ou de obstáculos ocasionais ou a demarcar a linha contínua exterior de um estreitamento da faixa de rodagem ou desvio de circulação, devendo neste caso, utilizar-se dispositivos ET8 e ET9 (conjunto de lanternas sequenciais, sem ou com fios respetivamente), devendo o seu funcionamento estar sincronizado.

Sinalização Avançada e Intermédia (sinais de perigo e proibição):

Obriga os utentes a um redobrar de atenção e prudência, figura 63, levando a uma progressiva diminuição do andamento dos seus veículos, evitando a ocorrência de acidentes e permitindo uma maior fluidez do tráfego na zona de restrição.



Figura 63 - Sinalização de Perigo, Proibição e Desvio (5)

Sempre que as condições da via ou a natureza das obras e obstáculos imponham o recurso à limitação de velocidade, proibição de ultrapassar ou outras proibições, deve utilizar-se a sinalização intermédia, precedendo a sinalização de posição.

A materialização desta sinalização deve ser feita com recurso aos sinais de proibição ou de cedência de passagem.

A proibição de ultrapassar deve ser associada a uma limitação de velocidade e ser aplicada sempre que exista um estreitamento considerável da faixa de rodagem, seja suprimida uma via de trânsito à circulação ou exista desvio de circulação.

Sinalização de Posição:

Garante a proteção da área interdita (trabalhos, acidentes, assistência, obstáculos, etc.), a segurança dos trabalhadores. Esta sinalização delimita a zona de obras ou o obstáculo.

Sempre que haja quaisquer obras ou obstáculos ocasionais na via pública deve utilizar-se a sinalização de posição, que deve delimitar convenientemente o obstáculo ou a zona de obras, bem como as suas imediações, por forma bem definida, nas direções paralela e perpendicular ao eixo da via.

A materialização desta sinalização deve ser feita com recurso aos sinais de obrigação e aos dispositivos complementares previstos.

Sempre que a intensidade de trânsito, as características da via, a natureza, importância e duração do obstáculo ou a zona de obras o exijam, o estreitamento da faixa de rodagem ou os desvios de circulação devem ser precedidos de uma marcação rodoviária adequada.

Sempre que exista um estreitamento da faixa de rodagem ou um desvio de circulação devem empregar-se os dispositivos complementares; nestes casos, salvo se houver circulação alternada, a faixa de rodagem deixada à circulação não pode ter largura inferior a 5.8m ou 4.6m, conforme nela possam ou não circular automóveis pesados.

Quando haja necessidade de utilizar marcas rodoviárias, no caso de estreitamento da faixa de rodagem, a linha de transição entre a faixa normal e a reduzida não deve ter obliquidade superior a 1/10, devendo ser esta a obliquidade do alinhamento para a colocação dos dispositivos complementares mencionados anteriormente.

Sinalização Final:

Informa os utentes que a zona de restrição acabou e que as condições de circulação tornam a ser as normais.

Logo que seja possível o regresso às condições normais de circulação, deve utilizar-se a sinalização final.

A materialização desta sinalização deve ser feita com recurso a sinais de fim de proibição anteriormente imposta e sinalização de fim de obra.

4.2.1. Tipo de sinalização

Os sinais a utilizados em sinalização temporária devem obedecer às características que a seguir se enuncias:

- Na sinalização vertical podem ser usados os sinais de perigo, de regulamentação, de indicação, os painéis adicionais e a sinalização de mensagem variável.

- Os sinais verticais a utilizar devem ter as seguintes especificidades: os sinais de perigo, de prescrição específica, de pré-sinalização e de direção devem ter fundo de cor amarela; as baias e balizas têm listas alternadas vermelhas e brancas.

Na sinalização temporária devem utilizar-se marcas rodoviárias com o significado e as características normais, com exceção da cor que é amarela.

As vias de trânsito delimitadas por estas marcas devem ter as seguintes larguras mínimas: 2.3m, se a via se destina somente a automóveis ligeiros; 2.9m, se a via se destina a automóveis ligeiros pesados.

Nos casos em que a regulação do trânsito é efetuada por meio de sinalização luminosa, esta deve ser feita de acordo com as regras normais – a fonte de energia da sinalização luminosa deve ser autónoma da rede de iluminação pública.

A situação implica a constituição da sinalização temporária de acordo com as suas características particulares, descreve-se da seguinte forma:

Denominação dos sinais:

Os sinais que a seguir se mencionam na presente dissertação, estão descritos em pormenor no Decreto Regulamentar nº 22-A/98 com as alterações introduzidas pelo Decreto Regulamentar nº41/2002 de 20 de Agosto, nomeadamente no que se refere às suas dimensões, cores e aos materiais a empregar no seu fabrico.

Em função da natureza da obra ou do obstáculo e dos condicionamentos de trânsito deles decorrentes, podem ser ainda utilizados os seguintes sinais de indicação:

- Número e sentido das vias de trânsito;
- Supressão de via de trânsito;
- Supressão de berma;
- Desvio de via de trânsito;
- Desvio para a faixa de rodagem contrária;
- Estreitamento de via de trânsito;
- Pré-sinalização de desvio de itinerário;
- Desvio de itinerário;
- Fim de desvio;
- Circulação alternada;
- Trânsito sujeito a demora;
- Telefone de emergência;
- Acidente;
- Fim de obras.

Os sinais a que se refere o número anterior devem ter cor de fundo amarelo, salvo sinal de acidente, que deve ter cor de fundo vermelha, e as dimensões previstas, podendo ter dimensões inferiores quando as condições de localização não permitam o emprego dos sinais com as dimensões normais.

Sinais Complementares:

A sinalização temporária deve ser completada com os seguintes dispositivos complementares:

- Raquetas de sinalização, a utilizar na regulamentação manual do sentido de circulação, as quais devem ter uma das faces de cor verde e a outra representando o sinal de proibição – sentido proibido;
- Baias direcionais;
- Baia de posição;
- Baliza de alinhamento;
- Balizas de posição;
- Cones;
- Pórticos, a utilizar na pré-sinalização e que indicam a altura livre limitada;
- Conjunto de lanternas sequenciais, sem e com fios, respetivamente;
- Perfil móvel, de plástico ou de betão, a utilizar na sinalização de posição dos limites dos trabalhos;
- Robot;
- Atrelado de balizamento, a utilizar na sinalização de posição, indicando mudança brusca de direção;
- Seta luminosa, a utilizar na sinalização de posição, indicando mudança brusca de direção.

A raquetas de sinalização e pórticos devem ser de material retrorrefletor.

Os sinais verticais e as marcas rodoviárias devem ser completados com dispositivos luminosos de cor amarela, de luz intermitente; estes dispositivos destinam-se a balizar eficazmente as partes frontais da zona de trabalhos ou de obstáculos ocasionais ou a demarcar a linha contínua exterior de um estreitamento da faixa de rodagem ou de desvio de circulação, devendo, neste caso, utilizar-se conjunto de lanternas sequenciais com ou sem fios, devendo o seu funcionamento estar sincronizado.

Independentemente da existência de iluminação pública, a instalação dos dispositivos referidos no número anterior e sempre que a visibilidade for insuficiente, devem possuir uma fonte de energia autónoma da rede de iluminação pública.

Os colaboradores que laborem na zona regulada pela sinalização temporária devem utilizar vestuário de alta visibilidade, em cumprimento da legislação em vigor.

Todos os veículos que operam na zona regulada pela sinalização temporária devem ser sinalizados com placas retrorrefletoras e com um ou dois faróis de cor amarela, de acordo com as características previstas nos n.º 20.º e 22.º da Portaria n.º851/94, de 22 de Setembro.

4.2.2. Implementação da sinalização

O sistema de sinalização temporária deve ser coerente, de modo a transmitir a mensagem adequada a todos os utentes da via, devendo o uso dos sinais ser moderado e adequado.

Distância entre sinais:

Salvo na pré-sinalização, a distância mínima entre dois sinais ou dois grupos de sinais sucessivos é determinada em função do limite máximo de velocidade estabelecido, nos termos seguintes:

- $V < 60$ Km – 50m;
- $60 < V < 80$ Km – 100m;
- $80 < V < 100$ Km – 150m;
- $V > 100$ Km – 250m.

O estabelecido no número anterior não se aplica nos seguintes casos:

- Na colocação de sinais de limitação de velocidade degressiva;
- Dentro das localidades, caso em que as distâncias podem ser reduzidas até ao limite máximo de 30m.

A implementação da sinalização deve obedecer aos seguintes princípios:

- A sinalização de aproximação deve ser colocada de modo que as posições reativas entre a pré-sinalização, a sinalização avançada e a sinalização intermédia sejam respeitadas;
- O primeiro sinal de sinalização avançada deve ser colocado à distância de 400m antes do obstáculo ou da zona de obras;
- O primeiro sinal de limitação de velocidade deve ser colocado a uma distância não superior a 300m da zona de obras ou obstáculo ocasional, salvo os casos excecionais devidamente justificados;

- A sinalização de posição deve ser colocada na proximidade imediata da zona de perigo e balizá-la de forma conveniente;
- A sinalização final deve ser colocada à distância de 100m após a zona de obras ou de obstáculos ocasionais;
- Não devem ser agrupados mais de dois sinais sobre o mesmo suporte ou lado a lado.

A implementação do esquema de sinalização temporária compreende as seguintes fases:

FASE 1 – Escolher o melhor local e hora tendo em conta vários fatores condicionantes como sejam a visibilidade, o tráfego, etc.

FASE 2 – Montar a sinalização pela seguinte ordem: Pré-sinalização, sinalização avançada e sinalização intermédia, garantindo a coerência entre a sinalização temporária e permanente.

FASE 3 – Com o apoio da GNR/PSP.

FASE 4 – Delimitar o espaço encerrado ao tráfego com cones e colocar a sinalização final.

FASE 5 – Desmontar a sinalização pela ordem inversa, após conclusão dos trabalhos.

Circulação Alternada:

Quando a circulação nos dois sentidos só se possa fazer alternadamente, os utentes devem ser informados através do sinal de circulação alternada.

A circulação alternada deve ser regulada por sinalização luminosa ou por operadores utilizando raquetas de sinalização.

De noite, e sempre que a visibilidade seja insuficiente, ou quando não exista visibilidade entre os limites da zona em que é imposta a circulação alternada, é obrigatório o uso de sinalização luminosa, podendo nos restantes casos utilizar-se raquetas de sinalização.

Desvio de itinerário:

Deve ser sempre estabelecido um desvio de itinerário quando um troço de via pública for vedado ao trânsito, quer abranja um ou dois sentidos, quer todos os veículos ou certa categoria ou tipo de veículos.

O desvio de itinerário consiste num percurso formado por um ou vários troços de outras vias públicas que, no conjunto, evitam o troço vedado ao trânsito, devendo ser convenientemente sinalizado.

O desvio de itinerário deve ser sinalizado até que seja possível retomar o itinerário habitual com os sinais necessários para a indicação das restrições impostas no percurso, caso existam, e os correspondentes sinais de fim de prescrição.

Sempre que existam interseções deve ser feita uma pré-sinalização do desvio de itinerário, utilizando-se os sinais:

- Número e sentido das vias de trânsito;
- Supressão de vias de trânsito;
- Supressão de berma;
- Desvio de via de trânsito;
- Desvio para a faixa de rodagem contrária;
- Estreitamento de via de trânsito;
- Pré-sinalização de desvio de itinerário;
- Desvio de itinerário;
- Fim de desvio;
- Circulação alternada;
- Trânsito sujeito a demora;
- Telefone de emergência;
- Acidente;
- Fim de obras.

O utente da via deve ser informado no fim do desvio de itinerário através do sinal de fim de desvio, colocado a uma distância compreendida entre 100m e 500m do local de entrada no

itinerário habitual, devendo aquele sinal ser completado por um painel adicional com a indicação da distância a que o desvio efetivamente termina.

Sinalização temporária de trabalhos móveis:

A sinalização temporária de trabalhos móveis deve ser utilizada sempre que a realização desses trabalhos o justifique, em função da área ocupada na via e da velocidade média de deslocação dos operários e das máquinas.

Os sinais colocados lateralmente à faixa de rodagem devem ser deslocados à medida que os trabalhos vão progredindo.

Excepcionalmente, e caso a natureza dos trabalhos o justifique, em função da respetiva mobilidade, pode ser dispensada a sinalização avançada e a sinalização de posição desde que fique suficientemente acautelada a segurança dos utentes da via, devendo, nestes caso, ser colocado sinal A23 – trabalhos na via, sobre os veículos que acompanham os trabalhos; nestes veículos devem ser colocados dispositivos complementares com as características do dispositivo baia de posição, da forma seguinte: à frente, um dispositivo a toda a largura do veículo, à retaguarda, da forma mais adequada, sinalizando as partes mais salientes.

Circulação de peões:

Sempre que exista um obstáculo ocasional ou uma zona de obras que pela sua natureza possa condicionar o trânsito de peões deve existir e ser devidamente sinalizada, através de sinal de Pista obrigatória para peões, cuja largura mínima deve corresponder a 0.65m para cada 30 peões por minuto.

4.2.3. Colocação de sinalização

A colocação da sinalização deverá ser sempre realizada por equipa experiente e segundo as normas em vigor.

A sinalização temporária tem por objetivo salvaguardar a Segurança dos utentes da via e dos trabalhadores afetos à obra. No sentido de manter o fluxo do tráfego com a menor interferência possível, a sinalização temporária deve cumprir os seguintes princípios:

- Informar os condutores da existência de um obstáculo.
- Levar os condutores a adotar comportamentos mais cuidadosos, adaptando-se às circunstâncias.

- Guiar os condutores durante todo o tempo que circularem na zona afetada.
- Informar os condutores que saíram da zona afetada.

4.2.4. Equipa responsável pela sinalização

A sinalização será colocada por uma equipa constituída por:

- 1 Chefe de Equipa
- 1 Técnico especializado na montagem de sinalização temporária
- 1 Servente

Esta equipa será alvo de uma ação de formação para os trabalhos que irão executar na montagem, manutenção e desmontagem da sinalização.

Para apoio à equipa de trabalhos, constituída por trabalhadores devidamente enquadrados e informados sobre as operações que deverão realizar, existirá uma viatura para transporte de pessoal, equipamentos, ferramentas, materiais e sinalização temporária a implementar.

4.3. Condições a Verificar

- Será mantida toda a sinalização temporária até estarem concluídos todos os trabalhos que apresentem perigo, para pessoas e veículos.
- Toda a sinalização a utilizar será de material refletor e obedecerá às características constantes da regulamentação em questão.
- A sinalização implementada deverá apresentar-se limpa e em bom estado de conservação e será substituída logo que não se encontre em boas condições de legibilidade. Para isso serão efetuadas inspeções periódicas, pelo encarregado, ao estado e localização da sinalização.
- Para a realização da obra prevê-se a colocação da sinalização temporária antes do início da mesma e a sua remoção só após a sua conclusão. Será feita a remoção de estaleiro e só depois a remoção da sinalização temporária, ficando a mesma colocada durante todo o tempo de realização dos trabalhos.
- As condições legais e regras a verificar são Decreto regulamentar 22-A/98 de 1 de Outubro.

4.4. Trabalhos em Espaços Confinados

A reabilitação de caixas de visita expõe os trabalhadores a ambientes potencialmente perigosos como é o caso dos espaços confinados. Por este fator torna-se primordial a implementação de medidas de segurança por forma a criar espaços de trabalho seguros.

Será necessária formação e treinamento de equipas específicas para trabalhos em espaços confinados com atmosferas tóxicas cumprindo todas as normas de segurança. Para tal tarefa há que disponibilizar aos trabalhadores equipamentos de respiração autónoma, tripé de regaste, ventiladores (pressão positiva/negativa) e iluminação com normas ATEX, conforme figura 64.



Figura 64 – Exemplos de trabalhos em espaços confinados com atmosferas tóxicas (5)

Sistema de Tripé

Tendo em vista a realização dos trabalhos de forma segura, o sistema de tripé com guincho conectado ao arnês deverá ser previamente colocado no trabalhador.

Alguns equipamentos afetos à tarefa:

- Arnês (FA 10 101 00 Kratos Safety);
- Tripé (FA 60 001 00 Kratos Safety);
- Guincho e linha de salvamento (Winch Kratos Safety).

Este dispositivo de salvamento constitui a forma mais simples e eficaz de efetuar um salvamento do trabalhador em caso de acidente, pois evita a entrada de outros trabalhadores no espaço e o possível aumento do número de vítimas.

Detetor de gases

O trabalho em espaços confinados expõe os trabalhadores a atmosferas potencialmente perigosas. Com diversos condicionalismos no trabalho em espaços confinados podemos destacar a dificuldade de acesso, a pouca ventilação bem como a acumulação de gases potencialmente tóxicos.

Dependendo do tipo de efluente ou da função da caixa de visita existem gases potencialmente tóxicos para o ser humano que podem existir como é o caso do metano, monóxido de carbono, gás sulfídrico bem como percentagens de oxigénio deficientes, ou seja abaixo dos 21%.

Alguns destes gases estão frequentemente presentes nos espaços confinados das mais diversas atividades, e por isso é imperativo ter conhecimento da sua presença por forma a implementar medidas de segurança adequadas.

Por este motivo o equipamento de deteção de gases figura 65, é obrigatório, por forma a efetuar uma avaliação, antes e durante a realização dos trabalhos, da atmosfera presente fomentando assim espaços de trabalho mais seguros para o trabalhador.

Estas medições serão efetuadas do exterior. Se não for possível alcançar do exterior a totalidade do espaço, deve-se avançar cautelosamente tomando as medidas necessárias para que a medição se efetue a partir de uma zona segura.



Figura 65 - Detetor de gases, MAS Altair 4X

Os medidores de gases terão de ser devidamente certificados e calibrados com capacidade para medir a concentração dos seguintes gases:

- Atmosfera explosiva;
- Monóxido de carbono;

- Oxigênio;
- Gás sulfídrico.

Como proteção das vias respiratórias existem diversas máscaras com filtros adequados consoante tipo de contaminante existente.

Em obra vulgarmente é dada preferência a máscaras completas uma vez que são fáceis de usar e confortáveis para o utilizador. A nova válvula de exalação proporciona uma maior durabilidade, facilita a limpeza e reduz a resistência à respiração, o que aumenta o conforto do utilizador. Todas as máscaras possuem o sistema de fixação de tipo baioneta, o qual permite que estas máscaras sejam usadas em conjunto com filtros duplos leves para uma proteção contra gases, vapores e partículas, consoante as necessidades de cada um.

Eis as características principais:

- Máscaras reutilizáveis e de baixa manutenção.
- Leves, bem equilibradas, com uma copa em silicone para o nariz que garante conforto durante longos períodos de trabalho.
- Sistema Flexível (filtros para gases e vapores e/ou partículas, com sistema opcional de Ar Assistido).
- Design de filtros duplos oferece uma menor resistência respiratória e um ajuste mais equilibrado, melhorando, ainda, o campo de visão.
- Substituição dos filtros é economicamente viável.
- Sistema de fixação dos filtros, tipo baioneta, seguro.
- Viseira em policarbonato, resistente aos riscos e às substâncias químicas, oferece um amplo campo de visão.
- Ajuste fácil e seguro.
- 3 tamanhos (S - 6700, M - 6800, L - 6900).
- Kit para óculos disponível.
- Peso da máscara: 400 gramas.

Os filtros a utilizar em obra serão do tipo ABEK1 - Combinação vapores orgânicos (b.pt. >65°C), inorgânicos e gases ácidos, amoníaco, no cumprimento das normas EN14387:2004+A1:2008. Os Filtros para partículas cumprem os requisitos da norma Europeia EN 143:2000+ A1:2006. Os Filtros para gases e vapores; gases e vapores orgânicos com indicador de vida útil; os filtros combinados de gases, vapores e partículas cumprem os requisitos da norma Europeia EN 14387:2004 + A1:2008. Os produtos com CE estão certificados pelo BSI Product Services.

Ventilador

A ventilação, com recurso a ventiladores idênticos ao apresentado na figura 66 é uma das medidas preventivas fundamentais para assegurar a inocuidade da atmosfera interior, quer prévia à realização dos trabalhos, quer para manter uma atmosfera respirável no decurso dos mesmos.



Figura 66 - Ventilador – RamFan

Geralmente, nos trabalhos em espaços confinados, a ventilação natural é insuficiente sendo preciso recorrer a ventilação forçada. O caudal de ar a introduzir no interior e a escolha do tipo de ventilação adequada deve ter em conta as características do espaço, o tipo de contaminante e o nível de contaminação existente.

Assim, o ventilador/extrator é essencial, por forma a fazer face a estes contaminantes efetuando a sua diluição no espaço ou através da sua retirada do mesmo.

Aquando da retirada de gases de maior densidade que o ar será recomendável introduzir o tubo de extração até ao fundo do recinto, possibilitando que a entrada de ar renovado se faça pela abertura do espaço confinado. Pelo contrário, se se tratar de substâncias de densidade similar ou inferior à do ar será recomendável insuflar ar no fundo do recinto, facilitando a saída do ar pela parte superior.

5. Qualidade e Ambiente

5.1. Qualidade

Caso a Entidade Executante possua um Sistema de Gestão da Qualidade certificado segundo NP EN ISSO 9001:2015, o mesmo deverá ser seguido. Devendo ser apresentado um plano de qualidade adequado à empreitada a realizar, que deve incluir os planos de inspeção e ensaio a aplicar.

Um Plano de Qualidade deverá conter os seguintes pontos, entre outros definidos especificamente para cada Dono da Obra para cada Empreitada.

- Inputs para o plano da qualidade
- Certificação da Entidade Executante
- Política da qualidade
- Objetivos da qualidade
- Responsabilidade da gestão
- Execução da empreitada
 - Controlo dos documentos
 - Documentação Não Prevista no S.I.G.Q.S. da Entidade Executante
 - Controlo dos registos
 - Outros Registos da Qualidade
 - Gestão de recursos
 - Materiais
 - Recursos Humanos
 - Funções e Responsabilidades
 - Responsabilidade dos intervenientes
 - Formação
 - Infra-estrutura e Ambiente de Trabalho
 - Método Construtivo
 - Processo construtivo (manga cipp-uv)
 - Plano de Desvio de Caudais
 - Características técnicas dos camiões “hidrodesentupidor”
 - Medidas para permitir o acesso às casas

Este Plano poderá ser alvo de outro trabalho, onde se poderá explanar de forma mais pormenorizada cada um dos temas supra.

5.2. Ambiente

O levantamento dos aspetos ambientais associados ao desenvolvimento de projetos / obras é fundamental, de forma a realizar um controlo dos mesmos, alcançando assim um bom nível de desempenho ambiental.

Os aspetos ambientais associados às atividades de reabilitação de coletores, encontram-se identificadas por componentes e encontram-se sistematizados no Quadro abaixo.

Os impactes Ambientais durante a execução da Empreitada são maioritariamente classificados como negativos temporais, uma vez que são consequência da execução da obra, cessando após o fim da mesma.

Tabela 5 - Componentes Ambientais

Componentes Ambientais	Ações de Projeto geradoras de Impactes
Ruído Ambiental Acústico	-, T,D
Qualidade do Ar	-, T,D
Hidrologia e Qualidade da Água	-, T,D-
Sistemas ecológicos / Fauna e Flora	P,D
Geologia, Geotecnia e Hidrologia	P,D
Património Arquitetónico e Arqueológico	n/a
Vibrações	-, T,D
Ocupação e uso do Solo	-,P,D
Resíduos	-, T,D
Sócio – Economia e qualidade de vida das populações	+,P,D

Legenda:

“+” – Impacte Positivo

“n/a” – Não aplicável

“I” – Impacte Indireto

“-” – Impacte Negativo

“T” – Impacte temporário

“D” – Impacte direto

“O” – Sem impacte

“P” – Impacte permanente

5.2.1. Medidas a tomar para minimização dos impactes negativos nos pontos críticos da empreitada

Para além da avaliação dos impactes na fase de obra, deverão ser tomadas medidas no sentido de isolar e sinalizar a zona de intervenção, tendo como objetivo:

- Garantir o cumprimento dos requisitos legais aplicáveis;
- Minimizar os impactes ambientais decorrentes da fase de construção;
- Identificar as medidas de mitigação que deverão ser implementadas de modo a minimizar os potenciais impactes negativos do projeto na fase de construção;
- Prevenir situações de risco ambiental.

5.2.2. Controlo operacional

Torna-se fundamental o correto acompanhamento e verificação da aplicação das medidas de minimização através das visitas regulares à frente de trabalhos pelo Técnico Responsável. Com o acompanhamento ambiental, será possível identificar os principais impactes ambientais decorrentes da atividade e indicar as respetivas medidas de minimização a implementar, de forma a reduzir o quanto possível os efeitos ambientais negativos inerentes à própria atividade e potencializar eventuais impactes positivos.

Tabela 6 - Medidas de minimização dos Impactes Ambientais

Componente Ambiental	Aspetos Ambientais	Objetivos	Medidas de minimização
Ruído e ambiente acústico	Emissão de ruído para o exterior	Minimizar os aumentos de ruído associados à obra e à movimentação de máquinas / equipamentos afetos à obra	<ul style="list-style-type: none"> - Definir um horário de trabalho; - Respeitar o especificado na legislação aplicável relativamente ao ruído resultante da utilização, ao ar livre, de máquinas e ferramentas - Assegurar a manutenção e a revisão periódica de todos os equipamentos da obra; - Preparar todos os veículos de obra que operem ao ar livre, de modo a reduzir na fonte a geração de ruído; - Selecionar sempre que possível, técnicas e processos construtivos que gerem menos ruído; - Planear adequadamente os trabalhos, por forma a evitar a realização em simultâneo de atividades mais ruidosas; - Adotar medidas de proteção individual dos trabalhadores mais expostos ao ruído durante as atividades de construção, de acordo com as normas legais.

Componente Ambiental	Aspectos Ambientais	Objetivos	Medidas de minimização
Qualidade do ar	Emissão de poeiras para a atmosfera	Reduzir a quantidade de poeiras produzidas na obra, quer por ação do vento, quer devido à circulação de máquinas / equipamentos afetos à obra	<ul style="list-style-type: none"> - Proibição de queimadas em obra; - Selecionar e utilizar sempre que possível, veículos e equipamentos de obra concebido para evitar e controlar a poluição do ar; - Racionalizar a circulação de veículos e de equipamentos de obra; - Assegurar a manutenção e a revisão periódica de todos os veículos e do equipamento de obra; - Selecionar sempre que possível, técnicas e processos construtivos que gerem a emissão e a dispersão de menos poluentes atmosféricos; - Proceder à limpeza regular dos acessos e da área afeta à obra no sentido de evitar a acumulação e a ressuspensão de poeiras, quer por ação do vento, quer por ação da circulação de veículos e de equipamentos de obra; - Assegurar a rega regular, nomeadamente em dias secos e ventosos, das áreas afetadas às obras onde poderá ocorrer a produção, a acumulação e a ressuspensão de poeiras; - Garantir que as viaturas de transporte de material pulverulentos ou do tipo particulado possuam cobertura adequada por forma a prevenir a dispersão de materiais no decurso do seu transporte;
Hidrologia e Qualidade da Água	<ul style="list-style-type: none"> - Probabilidade de ocorrência de derrames de substâncias indesejadas (ex. Óleo); - Qualidade de águas subterrâneas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar casos de emergência ambiental durante os trabalhos; - Otimizar a utilização de recursos hídricos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Efetuar o controlo do vazamento de óleos e lubrificantes, nas zonas do estaleiro, não devendo as manutenções serem efetuadas no local da obra. Sempre que estas sejam efetuadas em obra, serão em zonas impermeabilizadas; - Recolher as águas residuais geradas nos estaleiros que deverão ser tratadas de forma conveniente;
Sistemas Ecológicos / Fauna e flora	- Destruição do coberto vegetal	- Minimizar a afetação de espécies faunísticas e arbóreas, existentes nos locais da obra;	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação das áreas ocupadas pelos estaleiros; - Proceder à recuperação e integração ambiental dos caminhos, eventualmente abertos durante a fase de construção de forma a repor as características originais dos terrenos;
Geologia, Geotecnia e Hidrogeologia	- Alteração do subsolo devido a escavações e movimentos substanciais de terras;	- Minimizar os impactes na estabilização de solo;	<ul style="list-style-type: none"> - Tomar as devidas precauções para evitar desmoronamentos durante os trabalhos, promovendo a estabilidade de vertentes, nomeadamente, realizar o saneamento de blocos soltos que se encontrem instáveis e suscetíveis de queda; - Relativamente à hidrogeologia evitar a contaminação dos aquíferos por derrames;

Componente Ambiental	Aspetos Ambientais	Objetivos	Medidas de minimização
Património arquitetónico e arqueológico	- Danos no património arquitetónico ou arqueológico e / ou em potenciais valores arqueológicos;	- Proteger e identificar potenciais estruturas arquitetónicas e arqueológicas;	- Tomar as devidas precauções para evitar o contacto com as estruturas arqueológicas e arquitetónicas, e por sua vez efetuar o seu acompanhamento técnico junto de especialistas.

De salientar que cada empreitada reger-se-á por PGA – Plano de Gestão Ambiental próprio, no qual constam aspetos como:

- Princípios
- Legislação Ambiental Aplicável
- Responsabilidades e Competências da Entidade executante
- Plano de Formação, Informação e Sensibilização de Trabalhadores
- Licenciamento e Alvarás
- Caracterização do Local de Implantação da Obra
- Localização Geográfica da Obra
- Ordenamento do Território – Enquadramento
- Enquadramento Socioeconómico
- Enquadramento na Bacia Hidrográfica
- Caracterização da Obra
- Dimensões Físicas Totais da Obra
- Plano de trabalhos
- Mão-de-Obra Necessária à Realização da Obra
- Métodos e processos construtivos
- Máquinas e Equipamentos Utilizados
- Localização, Dimensões e Principais Características do Estaleiro
- Localização e Caracterização das Estradas/Trilhos de Acesso a serem abertos
- Localização e Caracterização dos Locais de Materiais de Empréstimo
- Características de Perigosidade dos Principais Materiais Utilizados
- Identificação e Avaliação dos Aspetos e Impactes Ambientais

- Levantamento Ambiental
- Em Geral (em Obra e Estaleiro)
- Em Particular (em Obra e Estaleiro)
- Minimização e Monitorização de Impactes associados aos Aspetos Ambientais
- População Envolvente
- Paisagem
- Alteração de Ecossistemas
- Transporte de Cargas, Circulação de Viaturas
- Consumo de Água
- Consumo de Energia
- Consumo de produtos/materiais
- Efluentes Líquidos /Alterações à Qualidade da Água
- Alterações do uso do Solo
- Alteração da Qualidade do Ar
- Gestão de Resíduos
- Produção de Ruído e Vibrações
- Controlo Operacional
- Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, com os seguintes objetivos:
 - Prevenção e melhoria do desempenho ambiental em obra, o PPGRCD define os seguintes objetivos a cumprir durante a execução da empreitada:
 - Sensibilizar todos os colaboradores e subempreiteiros para a responsabilidade da prevenção e proteção do ambiente, assegurando a formação e educação adequadas a cada função;
 - Garantir que os fatores fundamentais de preservação ambiental e as melhores práticas ambientais sejam considerados em todas as fases da obra;
 - Reduzir os impactes ambientais decorrentes da construção, pela implementação dos procedimentos e normas ambientais adequadas, designadamente os relativos à gestão dos resíduos.

Este Plano poderá ser alvo de outro trabalho, onde se poderá explanar de forma mais pormenorizada cada um dos temas supra.

5.2.3. DL 102-D/2020 de 10 de dezembro

Relativamente ao cumprimento do n.º 5 do art.º 28 do DL 102-D/2020 de 10 de dezembro, o qual aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/85, e considerando que muitas das empreitadas onde os trabalhos de reabilitação com recurso a Trenchless Technology são implementados, poderão ser consideradas de Reabilitação, e portante de difícil aplicação do ponto 5 do DL supramencionado. *“É obrigatória a utilização de pelo menos 10 % de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados relativamente à quantidade total de matérias -primas usadas em obra, no âmbito da contratação de empreitadas de construção e de manutenção de infraestruturas ao abrigo do Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo Decreto -Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, na sua redação atual (CCP).”*

6. Caso de Estudo

Apresenta-se de seguida o caso de estudo da Empreitada de Reabilitação do Emissário EM_Hospital – Ponte das Mestras(3.N) - Leiria, na qual as Águas do Centro Litoral é o Dono da Obra.

6.1.Caraterização da Empreitada

6.1.1. Enquadramento

A empreitada teve como objetivo a Reabilitação Estrutural do Emissário EM - Hospital-Ponte das Mestras, em que os coletores e as camaras de visita apresentam atualmente patologias que podem seriamente colocar em risco a sua capacidade de drenagem e a fiabilidade do sistema em que se encontram inseridos.

6.1.2. Localização da Empreitada

O emissário encontra-se localizado na cidade de Leiria, junto ao Estádio Municipal de Leiria – Dr. Magalhães Pessoa e Hospital Santo André: (figura 67)



Figura 67 – Localização do Emissário (5)

6.2. Caracterização do Emissário

6.2.1. Coletores

O emissário em si é constituído maioritariamente por coletores em fibrocimento e grés, com diâmetros compreendidos entre 300 e 450 mm. O âmbito de intervenção centra-se nos troços entre as caixas CX 01 e a E3.N – 093, numa extensão de cerca de 3264ml.

Tabela 7 – Tabela Resumo da caracterização do Emissário

Tabela Resumo			
Diâmetro	Tipo de intervenção	Classificação	Comprimento
Ø200	CIPP-UV	HPC2	99,89
	Outro método		55,78
Ø250	CIPP-UV	HPC2	204,7
Ø300	CIPP-UV	HPC2	493,73
	CIPP-UV	HPC3	44,47
	Outro método		31,71
Ø350	CIPP-UV	HPC2	1733,91
	CIPP-UV	HPC3	43,08
	Outro método		302,05
Ø450	CIPP-UV	HPC2	431,41

6.2.2. Caixas de Visita

O Emissário prevê a intervenção em 95 caixas de visita com alturas das caixas compreendidas entre 1m a 6m de altura. No que diz respeito á dimensão da câmara das caixas de visita elas são constituídas por anéis de betão com diâmetros de 1000mm e 1250mm conforme em seguida apresentamos:

Tabela 8 – Tabela resumo de dimensões das caixas

Dimensão da Câmara	Alturas						Total
	S/ Altura	H ≤ 2	2 < H ≤ 3	3 < H ≤ 4	4 < H ≤ 5	5 < H ≤ 6	
1000		E3.N-049, E3.N-050, E3.N-050A, E3.N-051, E3.N-052, E3.N-059, E3.N-001, E3.N-002, E3.N-005, E3.N-006, E3.N-009, E3.N-010, E3.N-011, E3.N-012, E3.N-013, E3.N-014, E3.N-015, E3.N-017, E3.N-018, E3.N-018, E3.N-019, E3.N-020, E3.N-021, E3.N-027, E3.N-028, E3.N-035, E3.N-036, E3.N-037, E3.N-041, E3.N-042, E3.N-043, E3.N-044, E3.N-045, E3.N-046, E3.N-047 e E3.N-048	E3.N-053, E3.N-054, E3.N-055, E3.N-056, E3.N-057, E3.N-058, E3.N-060, E3.N-061, E3.N-083, E3.N-085, E3.N-091, E3.N-092, E3.N-093, 45159, 45162, 45165; E3.N-003, E3.N-004, E3.N-008, E3.N-016, E3.N-025, E3.N-026, E3.N-032, E3.N-034	E3.N-062, E3.N-063, E3.N-067, E3.N-068, E3.N-070, E3.N-077, E3.N-069, E3.N-084, 45168, E3.N-022, E3.N-024, E3.N-029, E3.N-031	E3.N-075, E3.N-076, E3.N-023, E3.N-030	E3.N-064, E3.N-065, E3.N-066, E3.N-074	79
1250	E3.N-085A		E3.N-082, E3.N-086, E3.N-087, E3.N-088, E3.N-089, E3.N-090	E3.N-079, E3.N-080, E3.N-081	E3.N-071, E3.N-078	E3.N-072, E3.N-073	14
Total	1	36	30	16	6	6	95

6.3. Estado de Conservação

6.3.1. Coletores

As imagens seguintes classificam de uma forma geral o estado de conservação do coletor em toda a sua extensão. Onde facilmente podemos verificar a necessidade de intervenção a curto prazo, pois muitos dos coletores inspecionados apresentam o sério risco de colapso.



Figura 68 - Corrosão interior (HPC2)



Figura 69 - Faltam seções na junta (HPC2)



Figura 70 - Fissuras reticulares (HPC2)



Figura 71 - Fissura longitudinal (HPC2)



Figura 72 - Faltam secções (HPC3)



Figura 73 - Fissura longitudinal (HPC3)



Figura 74 - Fissuras reticulares



Figura 75 - Fissuras graves

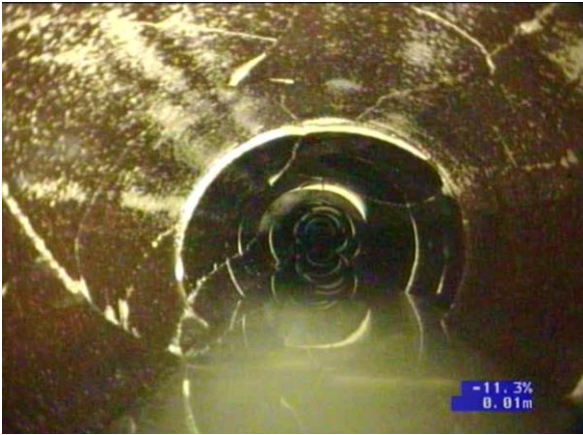


Figura 76 - Fissuras de grandes dimensões multidirecionais e deformação com deslocação de secções partidas

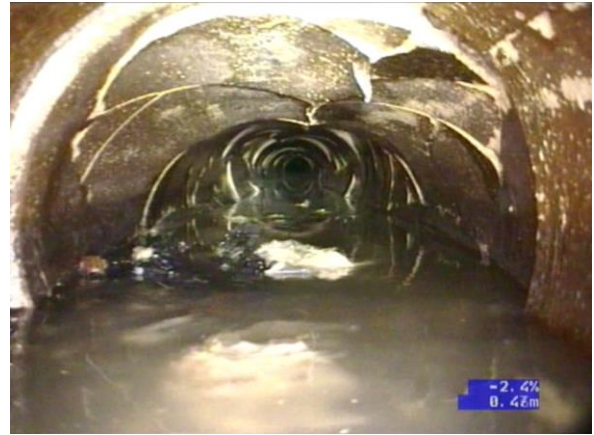


Figura 77 - Fissuras de grandes dimensões multidirecionais e deformação grave com deslocação de secções partidas – Colapso Eminente

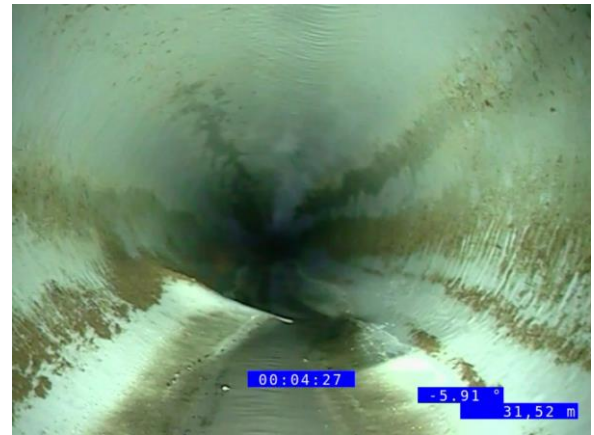


Figura 78 - Imagens de deformações acentuadas

6.3.2. Caixas de Visita

As imagens seguintes ilustram algumas das diversas patologias existentes nas caixas de visita do emissário da cidade de Leiria, sendo que muitas delas são graves e urgentes de serem intervencionadas.



Figura 79 - Desgaste geral das superfícies da caixa de visita, infiltrações nas juntas e fundo



Figura 80 - Elemento estruturais partidos ou fissurados, a corrosão avançada do degrau demonstra a possível presença de H₂S



Figura 81 - Fundo degradado



Figura 82 - Paredes e fundos degradados por corrosão das superfícies devido possivelmente á ocorrência de grandes concentrações de H₂S no interior das Caixas de visita

6.4. Soluções previstas de intervenção (Coletores)

A decisão de reabilitar a rede de drenagem de águas residuais, foi suportada tendo como base as patologias existentes e os condicionalismos de acesso, ocupação de superfície, constrangimentos de tráfego e socioeconómicos.

Dado que os coletores a intervir se encontram a uma profundidade considerável (até 5m), a opção do método de reabilitação dos mesmos passa por uma tecnologia que permite o reforço

e reparação da tubagem sem que seja necessário a abertura de vala. O Método a ser usado trata-se de um processo de encamisamento contínuo pelo interior dos coletores existentes com uma manga em poliéster reforçado a fibras de vidro, impregnada com resina adequada para cura por ultravioletas.

A Espessura do revestimento de reforço a aplicar é determinada conforme a Norma Alemã ATV-M127-2 consoante a classificação da tubagem existente:

Tabela 9 – Tabela classificação da tubagem existente

<i>HPC1</i>	<i>HPC2</i>	<i>HPC3</i>
Tubagem com problemas de estanquicidade, infiltrações, sem problemas estruturais graves.	Tubagem com problemas de estanquicidade, existência de alguns problemas estruturais, fissuras radiais e longitudinais médias, a tubagem não está em ruína.	Tubagem com problemas de estanquicidade e estabilidade graves, risco de rotura /colapso a curto prazo.

Para os casos mais críticos onde a reabilitação por encamisamento CIPP-UV não se adequa, o caderno de encargos prevê a reabilitação com outros métodos sem abertura de vala, tais como:

- TIP – Tight in Pipe
- Pipe bursting
- Pipe Reaming
- Pipe splitting

6.5.Soluções previstas de intervenção (Caixas de visita)

Na definição das diferentes intervenções para as caixas de visita teve-se também em atenção as patologias existentes em cada uma delas. O projeto prevê 13 tipo de intervenção nas caixas de visita, podendo em muitas delas, consoante a quantidades de patologias diferentes existentes ser necessário a aplicação a tipologia de intervenção correspondente.

6.5.1. Reabilitação de Caixas de Visita

- Hidrodecapagem a alta pressão, para remoção de todo o material danificado, incluindo a remoção de raízes e a deposição em destino final adequado e devidamente licenciado dos produtos resultantes
- Descontaminação das superfícies com produto biológico, do tipo Easy Syntec, ou equivalente
- Selagem de infiltrações com resina do tipo CarboPur WFA, ou equivalente, injetada com pistola pneumática, incluindo aplicação posterior de argamassa hidráulica de presa e endurecimento rápidos para bloquear infiltrações de água.
- Reconstrução das zonas mais irregulares, juntas entre anéis e fundos com argamassa de base mineral monocomponente de presa e endurecimento rápidos com resistência 40 Mpa aos 28 dias e resistente a H₂S até 50ppm, indicados para sistemas de saneamento.
- Reparação do fundo de caixa de visita, incluindo trabalhos de remoção de betão degradado, selagem de infiltrações, reconstrução do fundo e da caleira de acordo com escoamento, com recurso a argamassa de base mineral monocomponente de presa e endurecimento rápidos com resistência 40 Mpa aos 28 dias e resistente a H₂S até 50 ppm, indicados para sistemas de saneamento. Revestimento do fundo da caixa de com argamassa indicada para reparação e proteção de sistemas de esgotos, que cumpra com os requisitos da classe XWW4 da norma DIN19573, com alta resistência à abrasão, aberta à difusão de vapor de água e resistente, a PH's de 1 a 14, e concentrações de H₂S até 150ppm constantes, em duas camadas, com um mínimo de 5 mm cada (10mm espessura total). Incluindo a execução de quedas guiadas sempre que se verifique a sua necessidade.
- Regularização das superfícies com argamassa monocomponente fibrorreforçada com resistência 35 Mpa aos 28 dias e resistente a H₂S até 50 ppm indicada para reparação e proteção de sistemas de esgotos, numa espessura média de 10 mm.
- Revestimento de proteção e impermeabilização com argamassa indicada para reparação e proteção de sistemas de esgotos, que cumpra com os requisitos da classe XWW4 da norma DIN19573, com alta resistência à abrasão, aberta à difusão de vapor de água e resistente, a PH's de 1 a 14, e concentrações de H₂S até 150ppm constantes, em duas camadas, com um mínimo de 5 mm cada (10mm espessura total)

- Fornecimento e colocação de tampas em material compósito com superfície antiderrapante, D400, modelo "KIO 800 D400" ou equivalente, de acordo com a norma EN124 e devidamente certificadas, sistema de fecho em aço inoxidável, com inscrição alto relevo Logotipo Águas do Centro Litoral, inclui ainda a remoção e transporte das tampas substituídas a vazadouro. A Fixação da Tampa deverá ser garantida com Grout fluído com retração controlada, de presa e endurecimento rápido e resistência às 4h 25Mpa e 28dias 55Mpa.
- Fornecimento e aplicação de degraus em aço revestido a PP, fixos com bucha química

6.5.2. Caixas de Visita Novas

- Construção de caixa de visita completa nova em substituição de caixas já existentes (incluindo a remoção desta) e ligações aos coletores e ramais existentes (E3.N-053, E3.N-054, E3.N-055) conforme Caderno de encargo e desenhos de pormenor. As caixas deverão ser pré-fabricadas DN 1250 manilhas e cúpulas em betão classe tipo C40/50 XA3 revestidas pelo interior com polipropileno tipo Sure Grip ou equivalente, fundo em betão pré-fabricado classe tipo C40/50 XA3 revestido com Plástico tipo PREDL ou equivalente, inclui juntas em butyl. Todas juntas devem ser termo-soldadas por técnicos especializados e certificados pelo fabricante de acordo das normas DVS. Realização de ensaios SPARKTest para garantir a estanquicidade das juntas soldadas e emissão de garantia de durabilidade do produto. Inclui demolição e remoção da caixa existente, movimento de terras, entivações, rebaixamento de nível freático, pavimentação e transporte dos produtos sobrantes a destino final adequado e devidamente licenciado, bem como todos os trabalhos necessários. Incluindo a execução de quedas guiadas sempre que se verifique a sua necessidade.
- Fornecimento e colocação de tampas em material compósito com superfície antiderrapante, D400, modelo "KIO 800 D400" ou equivalente, de acordo com a norma EN124 e devidamente certificadas, sistema de fecho em aço inoxidável, com inscrição alto relevo Logotipo Águas do Centro Litoral, inclui ainda a remoção e transporte das tampas substituídas a vazadouro. A Fixação da Tampa deverá ser

garantida com Grout fluído com retração controlada, de presa e endurecimento rápido e resistência às 4h 25Mpa e 28dias 55Mpa.

- Fornecimento e aplicação de degraus em aço revestido a PP, fixos com bucha química

6.6.Faseamento dos trabalhos

- Assinatura do contrato,
 - Aprovação do PSS e consignação da empreitada;
 - Montagem do estaleiro e mobilização de equipas e equipamentos
 - Levantamento Topográfico
 - Implementação do plano de Sinalização que deve se manter até ao final da empreitada
 - Limpeza, Inspeção Vídeo Hidrodecapagem de caixas de visita - (Caso o caudal do efluente seja muito elevado que não possibilite a correta inspeção vídeo, será efetuado o desvio de caudal). Esta é uma das atividades mais importantes do plano de trabalhos, só depois da sua conclusão é que podemos verificar as dimensões e diâmetros dos coletores para assim depois poder encomendar o material. Esta atividade influencia diretamente o início da reabilitação do coletor
 - Análise das condições atuais, medições HS2 e verificação dimensional e características do Emissário com base nos relatórios de inspeção vídeo por forma a confirmar o previsto em projeto. Após validação por parte da fiscalização e Dono da Obra dará início á procura de mercado dos materiais e posterior encomenda.
 - Cálculo de verificação das espessuras das mangas conforme EN1228 e EN761, após verificação das condições atuais.
 - Fresagem dos coletores (Caso o caudal do efluente seja muito elevado que não possibilite a correta fresagem, será efetuado o desvio de caudal).
 - Reabilitação das caixas de visita e execução de caixas novas
- Hidrodecapagem e descontaminação de caixas de visita
- Execução do Desvio provisório do caudal do efluente das águas residuais
- Descontaminação da caixa de visita

- Tratamento das paredes e fundo da caixa e selagens de infiltrações
- Impermeabilização e proteção com projeção de argamassa será efetuada quando o tratamento das e selagens das paredes de todas as caixas de visita do interceptor estiverem concluídas. Isto deve ao simples facto do alto rendimento que o robot de projeção a 360° impõe.
 - Reparações pontuais (caso se verifique a necessidade).
 - Reabilitação contínua (tendo em conta que existiram dois tipos de reabilitação continua neste caso existe a possibilidade da abertura de duas frentes distintas).
- Desvio de Caudal - (será efetuado por troço a reabilitar, sendo por norma entre caixas de visita)
- Reabilitação Contínua (será efetuado por troço, mas poderá existir condições de efetuar 2-3 troços seguidos) dependendo da metodologia.
- Aberturas de Ramais
- Selagem de Ramais em caixas de visita
- Selagem de ramais em Coletores
 - Execução de Inspeção vídeo Final - (por motivo de otimização de recursos, será executada também de forma faseada, após a conclusão da execução da Reabilitação contínua de cada um dos troços).
 - Entrega ao Dono da Obra de Toda a compilação técnica e telas finais
 - Desmontagem de estaleiro e Desmobilização de meios
 - Finalmente procede-se à Receção provisória/definitiva

7. Conclusão

Neste capítulo enumeram-se os principais resultados e conclusões das diferentes tecnologias apresentadas, pelo método Trenchless, ou sem abertura de vala.

Foram apresentados métodos de reabilitação de coletores, pelo meio não destrutivo, descrevendo-se os trabalhos preliminares, particularmente comuns entre todos os métodos, e os procedimentos específicos para cada uma das tecnologias apresentadas.

Para além de serem tecnologias competitivas com a tradicional abertura de vala, estas tomas primazia na seleção das mesmas, devido a vantagens económicas na sua aplicação e rapidez de execução.

Apresentam-se de seguida algumas vantagens e desvantagens de cada processo, no sentido de melhor aferição de adequabilidade dos processos face às condições iniciais dos coletores a intervir.

Método da manga com cura a raios ultravioleta (CIPP-UV) e Manga de Inversão

Vantagens:

1. O Método da manga com cura a raios ultravioleta (CIPP-UV) é a tecnologia que garante mais qualidade e durabilidade. Qualidade e Durabilidade uma vez que é produzida em fábrica na Alemanha com elevados critérios de controlo de qualidade. O Cálculo estrutural segundo a Norma DWA143 é realizado considerando zero (=0) a resistência da tubagem existente. É um método estruturalmente resistente;
2. Encamisamento num curto espaço de tempo - Rápido (150 METROS em cada dois dias);
3. Tecnologia com garantia de durabilidade - Realizado Testes antes e após a cura e realizados ensaios de laboratório a comprovar a resistência mecânica;
4. Sendo uma tecnologia que não tem juntas após a reabilitação melhora o escoamento hidráulico;
5. Redução da secção apenas a espessura do liner. Não há espaço anelar entre a tubagem existente e a nova tubagem. Otimização da redução de secção com a vantagem de ficar uma superfície lisa com um K de rugosidade muito melhor que o existente,

- criando incremento da velocidade, originando um aumento de capacidade de escoamento. Pode chegar aumento de caudal face ao existente de 30%;
6. Tecnologia amiga do ambiente em termos de fabrico e de instalação, dado que reduz as emissões de CO2 comparada com outras tecnologias tradicionais;
 7. Recurso a Equipamento altamente tecnológico e portátil, sendo flexível e adaptável a sua utilização em obra;
 8. Usualmente Boa viabilidade Financeira Custo/Benefício;
 9. Sem necessidade de interrupções de trânsito;
 10. Após a cura, elimina infiltrações existentes nas tubagens existentes;
 11. Resistência mecânica elevada com tubos de espessura reduzida, sendo que a manga resiste isoladamente às cargas estáticas e dinâmicas sem necessitar da contribuição do tubo existente;
 12. Ramais ou conexões laterais à tubagem são recolocados em serviço posteriormente à reabilitação por um robô fresador controlado a partir do exterior;
 13. Tecnologia que se adapta à secção da tubagem existente. Permite a reabilitação de diversas secções de diversos tamanhos até 2600mm de diâmetro;
 14. Técnica Não Destrutiva - Trenchless Technology;
 15. Utilização imediata após cura - Pode-se colocar o Caudal no interior.

Desvantagens:

1. Não permite a entrada de água no liner - a presença de água paralisa as reações químicas da polimerização das resinas pelo que a presença de água é um problema;
2. Exige selagem das infiltrações no interior da conduta;
3. Necessita de montagem de BY-pass;
4. Risco elevado de realização, pois caso haja algum problema durante a execução que impossibilite a cura, todo o material irá para o lixo, causando grandes perdas materiais e custos para a obra.

Encamisamento PRFV (GRP Pipes)

Vantagens:

1. O PRFV é um material compósito, composto por uma matriz de polímero e fibras de vidro. É um material resistente à corrosão e aos raios ultravioletas, é um material leve o que diminui os custos de transporte e instalação, a sua superfície lisa garante um excelente fluxo hidráulico. Possui uma excelente rigidez a longo prazo com uma vida

excepcionalmente longa de 150 anos com um histórico global de sucesso comprovado.

Atualmente existem numerosas normas que comprovam a vida útil do PRFV;

2. O PRFV é bastante resistente quer às forças de compressão com às forças de tração;
3. O entubamento não exige a necessidade de By-pass, podemos encamisar com regulação do caudal existente;
4. Bom desempenho anticongelante, boa resistência ao envelhecimento e resistência ao calor;
5. Baixo custo de manutenção;
6. Boa resistência à abrasão;
7. Alta capacidade de transporte;
8. Técnica Não Destrutiva - Trenchless Technology;
9. Utilização imediata após entubamento - Pode-se colocar o Caudal no interior;
10. Vantagem de ficar uma superfície lisa com um K de rugosidade muito melhor que o existente, criando incremento da velocidade, originando um aumento de capacidade de escoamento. Pode chegar aumento de caudal face ao existente de 30%;

Desvantagens:

1. Esta Tecnologia exige um levantamento exaustivo do interior da passagem hidráulica com Laser Scan para apuramento da secção crítica;
2. Implica a existência de um espaço anelar uma vez que os tubos são rígidos e teremos de dimensionar a secção de trabalho partir da secção crítica originando um espaço anelar e uma redução de secção considerável;
3. Esta Tecnologia não é adequada a existência de curvas longitudinais do desenvolvimento da passagem hidráulica;

TIP – Tight in Pipe

Vantagens:

1. Técnica Não Destrutiva - Trenchless Technology;
2. Alta capacidade de transporte;
3. Boa resistência à abrasão;
4. Utilização em espaços de reduzida dimensão (Cx de visita)

Desvantagens:

1. Esta Tecnologia não é adequada a existência de curvas longitudinais do desenvolvimento da passagem hidráulica.

SPR-PE (Ribline)

Vantagens:

1. Diversidade de formatos que pode assumir;
2. Técnica Não Destrutiva - Trenchless Technology

Desvantagens:

1. Necessário executar poço de ataque.

Após conhecimento dos diferentes tipos de tecnologia, possíveis de aplicar na recuperação de coletores, apenas se poderá atingir o resultado espectável para a recuperação, após um estudo aprofundado caso a caso. Por forma a decidir fundamentadamente qual o método ou combinação de métodos a aplicar no coletor a recuperar.

A nível de implementação destas tecnologias em Portugal, considero que deverá existir um maior esclarecimento das vantagens da sua implementação, junto das entidades públicas gestoras da rede de saneamento municipal, por forma a tornar uma intervenção mais abrangente a todo o território nacional.

8. Referências

1. **Gonçalves, Maria Raquel da Silva.** *Sistemas de Reabilitação de Conduitas sem Abertura de Vala.* Universidade do Porto : FEUP - Faculdade de Engenharia, 2016.
2. **Brás, Antunes,.** *Projeto de Reabilitação e Manutenção de Rede Predial de Abastecimento de água.* 2009.
3. **Sarireh, Mohmd.** Cyclic Productivity for Horizontal Directional Drilling. *International Journal of Construction Engineering and Management* 2013, 2(3): 46-52. 2013, Vols. Department of Civil Engineering, Tafila Technical University, P.O. Box 179, Tafila 66110, Jordan, DOI: 10.5923/j.ijcem.20130203.02.
4. **Beltps.** BELTRUBOPROVODSTROY JSC . *beltps.com.* [Online] Março de 2023. <https://beltps.com>.
5. **LimpaCanal.** *Memórias Descritivas.* Ansião : Limpacanal, 2022.
6. <https://www.constrofacilitator.com/trenchless-technology-methods-materials-and-equipments/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
7. **EcoReferência.** *EcoReferência.* *EcoReferência.* [Online] [http://www.ecoreferencia.com/..](http://www.ecoreferencia.com/)
8. <https://crewell.it/en/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
9. <https://www.xylem.com/en-us/making-waves/water-utilities-news/4-steps-to-planning-a-successful-sewage-bypass/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
10. https://www.craftontull.com/insights/insight_posts/view/81/cipp-lining-technology-for-sewer-rehabilitation. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
11. <https://www.prfvliners.com.ar/?lang=en>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
12. <https://www.relineeurope.com/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
13. <https://www.regiomanager.de/suedwestfalen/themen/ver-und-entsorgung/grabenlose-rohrerneuerung>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
14. <https://www.conteches.com/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
15. <http://www.btinstruments.pt/reabilitacao-condutas.php>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
16. *Introdução aos métodos não destrutivos compress.* Palazzo, Engº Sérgio Augusto. Brasil : Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva, August 5, 2017.

17. <http://www.btinstruments.pt/reabilitacao-condutas.php>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
18. www.hermes-technologie.com/en/products/easy-and-quick-sealing-mortar.html. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
19. servicos.hidromaster.com/servicos/reabilitacao-de-tubagens/reabilitacao-de-tubagens-epros-patch-repair/. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
20. IKT – Institute for Underground Infrastructure.
21. www.cpi-nj.com/safety-limit-switch-balloon-light. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
22. <https://www.constrofacilitator.com/trenchless-technology-an-overview-of-the-methods/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
23. <https://www.herrenknecht.com/de/produkte/productdetail/direct-pipe/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
24. <https://rea.apambiente.pt/content/%C3%A1guas-residuais-urbanas>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
25. <https://lansas.com/pipe-plugs/sst-single-size-test-plugs/>. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]
26. http://www.zqdcrubber.com/technical_documents/How_to_select_RUBBER_PIPE_PLUG_in_sewer_plugging_process_232.html. [Online] [Citação: 11 de Setembro de 2022.]